



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO

SCUOLA DI ARCHITETTURA E DESIGN “E. VITTORIA”

CORSO DI LAUREA IN

Disegno industriale e ambientale

TITOLO DELLA TESI

Audio Solution Flagship: design e ingegnerizzazione di un amplificatore per auto

Laureando/a

Nome. Vigolo Matteo

Firma. *Matteo Vigolo*

Relatore

Nome. Galloppo Daniele

Firma. *Daniele Galloppo*

Se presente eventuale Correlatore indicarne nominativo/i

Alessiani Mario

ANNO ACCADEMICO

2023/2024

Audio Solution Flagship 2024

Design e ingegnerizzazione di
un amplificatore per auto

Dossier di ricerca

Università degli studi di camerino
SAAD Scuola di Ateneo Architettura e Design “E. Vittoria”
Scuola di architettura e design
Corso di laurea triennale in Design industriale e ambientale
a.a. 2023/2024
Tesi di laurea progettuale

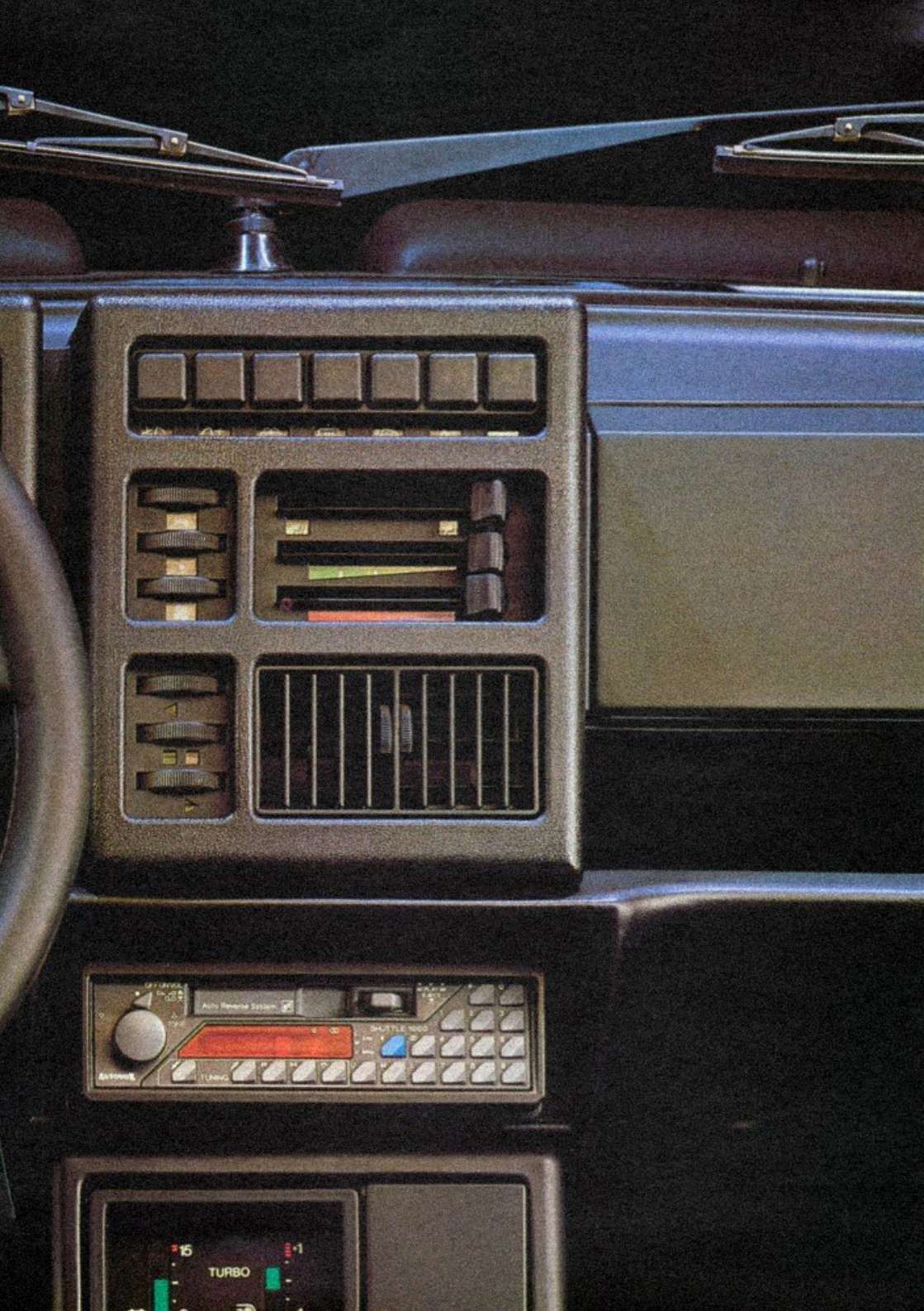
Studente: Matteo Vigolo
Relatore: Daniele Galloppo
Co-relatore: Mario Alessiani

Music and the arts are the most powerful force in the world. They heal, they inform, they bring people together.

-Erykah Badu-

Indice

0. Abstract	<i>7</i>
1. La fisica del suono	<i>10</i>
2. Gli amplificatori acustici: storia, prodotti e caratteristiche	<i>22</i>
3. I prodotti Audio Solution	<i>44</i>
4. Redesign del nuovo modello Flagship 2024	<i>52</i>
5. Il nuovo modello Flagship 2024	<i>60</i>



Abstract

Questa tesi si propone di esplorare il processo di sviluppo di un amplificatore per automobili, realizzato in collaborazione con l'azienda AudioSolution. Il lavoro si articola in diverse fasi, a partire da una ricerca generale sul suono, che fornirà le basi teoriche necessarie per comprendere le caratteristiche acustiche e le tecnologie utilizzate nella riproduzione sonora. Successivamente, verrà approfondito il funzionamento degli amplificatori, con particolare attenzione alle tecnologie attuali e alle innovazioni emergenti nel campo dell'audio per veicoli.

Un'analisi dei principali competitor presenti sul mercato costituirà una prima parte del progetto, fornendo una panoramica delle soluzioni esistenti e delle tendenze attuali. Questo studio comparativo permetterà di identificare i punti di forza e di debolezza delle diverse opzioni, contribuendo a definire le linee guida per lo sviluppo di un prodotto innovativo e competitivo.

Il cuore della tesi sarà dedicato al processo di sviluppo dell'amplificatore, suddiviso in due fasi principali: la fase di disegno e la fase di ingegnerizzazione. Nella fase di disegno, verranno esaminati i concetti estetici e funzionali che hanno guidato la progettazione del prodotto, con particolare attenzione alla coerenza stilistica e alle esigenze tecniche specifiche. Nella fase di ingegnerizzazione, il focus si sposterà sulla realizzazione pratica del design, affrontando le sfide tecniche e produttive incontrate lungo il percorso.

Questa tesi si concentrerà sulla descrizione dettagliata del processo di sviluppo dell'amplificatore, delineando le diverse fasi del progetto, dalle prime idee di design fino alla realizzazione finale. Il lavoro fornirà un quadro completo delle scelte tecniche e progettuali adottate, offrendo una panoramica sulle sfide affrontate e sulle soluzioni implementate.

Nell'era moderna dell'industria automobilistica, l'esperienza sonora a bordo delle vetture ha assunto un ruolo sempre più significativo. L'evoluzione dei sistemi audio per auto non solo riflette il progresso tecnologico, ma anche la crescente domanda dei consumatori per un'esperienza audio immersiva e di alta qualità durante i viaggi su strada.

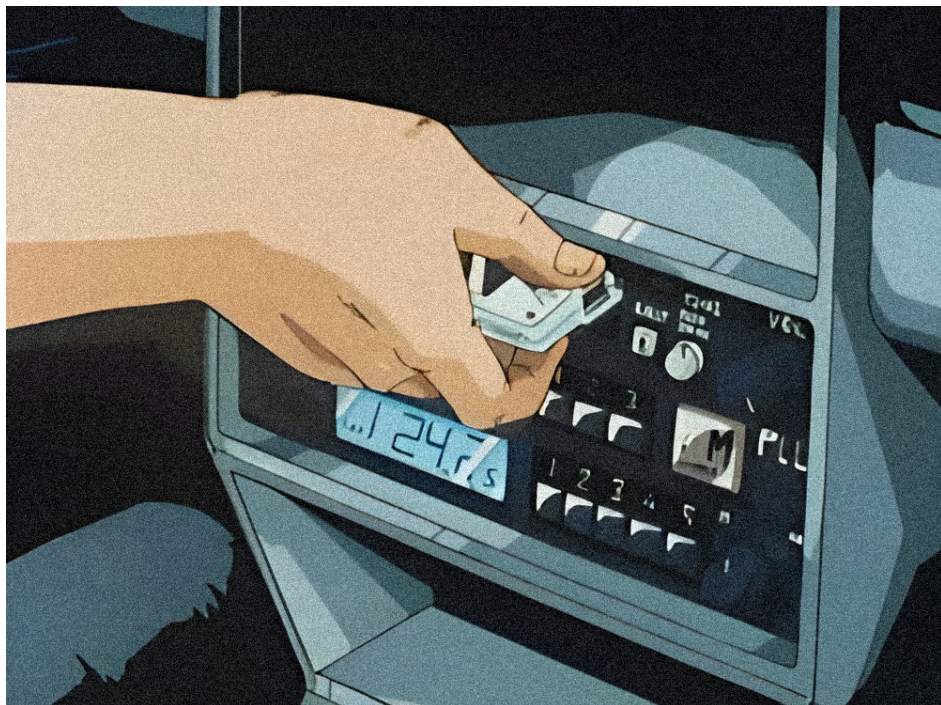
Nel contesto di questa ricerca, l'attenzione si focalizza sull'amplificatore per auto, un componente fondamentale nei sistemi audio veicolari. La presente tesi propone una riflessione critica sulla progettazione e il miglioramento di tale dispositivo, con particolare enfasi sulla collaborazione con l'azienda AudioSolution.

Attraverso un tirocinio presso AudioSolution, è stato possibile immergersi nel contesto operativo

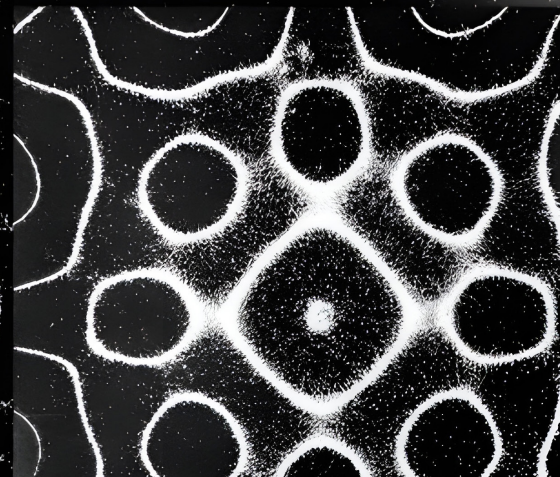
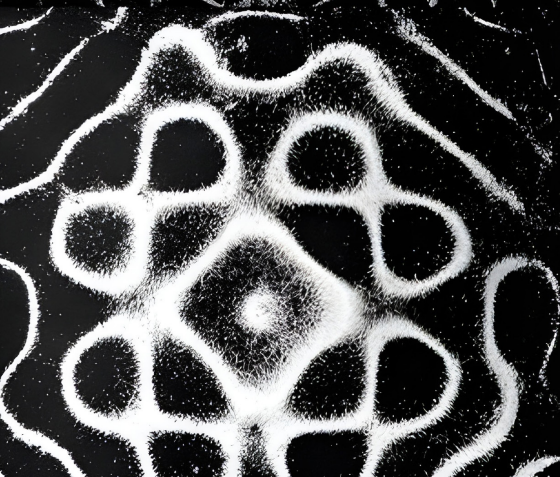
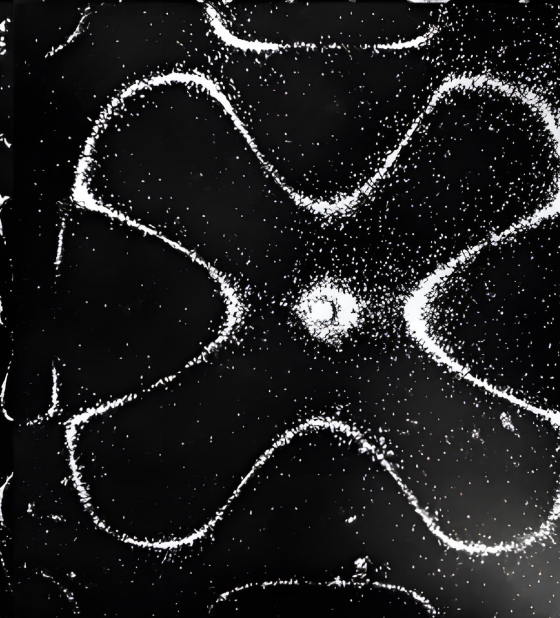
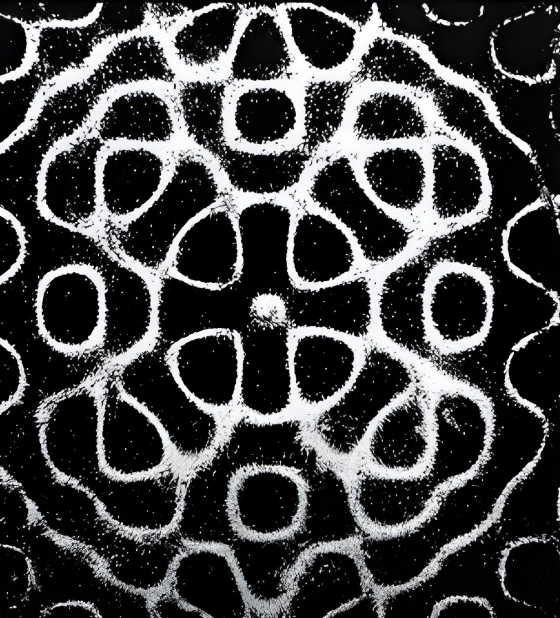
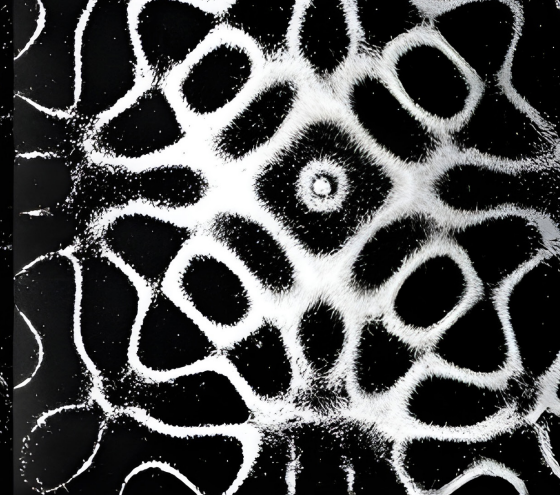
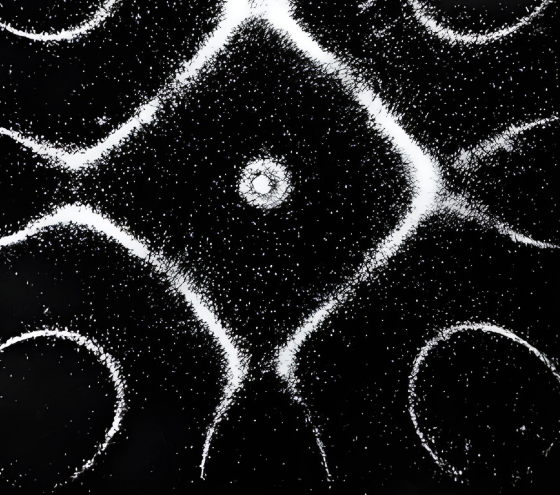
e tecnologico dell'azienda, comprendendo le sfide e le opportunità nell'ambito della progettazione di amplificatori per auto.

L'obiettivo primario di questa tesi è quello di presentare una proposta di riprogettazione di un amplificatore per auto. Attraverso un'analisi delle esigenze del mercato, delle tendenze del settore e delle tecnologie emergenti, si mira a sviluppare un prodotto che soddisfi le aspettative dei consumatori.

La struttura della tesi si articola in diverse sezioni, che comprendono una revisione della letteratura relativa al design degli amplificatori per auto, un'analisi critica delle prestazioni e dei limiti del modello esistente, una descrizione dettagliata del processo di progettazione e sviluppo del nuovo amplificatore, e infine una valutazione dei risultati ottenuti.



La fisica del suono



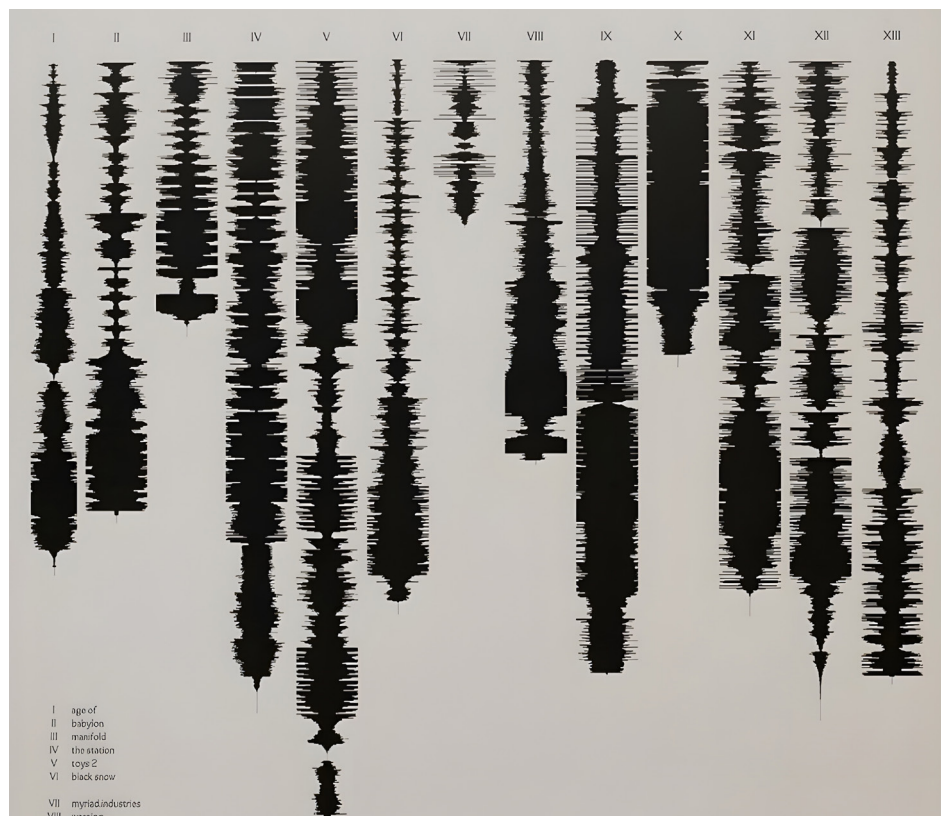
“Il suono è la sensazione percettiva prodotta nel cervello da un’onda meccanica che si propaga nello spazio grazie al trasferimento di energia tra le particelle che costituiscono il mezzo di propagazione, per esempio le molecole d’aria.”

La sorgente del suono è qualsiasi corpo che, vibrando, ponga in movimento le molecole con cui si trova a contatto, facendole oscillare attorno alle loro posizioni di equilibrio. Nei mezzi gassosi come l’aria, l’onda può essere vista come la propagazione di una pressione che oscilla, ossia come un’alternanza di compressioni e rarefazioni: là dove la compressione è massima le particelle non oscillano (nodo dell’onda), mentre là dove la rarefazione è massima anche l’oscillazione delle particelle è massima (ventre dell’onda).

La frequenza di oscillazione si misura in hertz (Hz): 1 Hz è pari a una oscillazione al secondo. Mediamente, solo se la frequenza di oscillazione è compresa nell’intervallo $20 \div 20.000$ Hz l’onda meccanica viene percepita dagli esseri umani come sensazione sonora e in genere il limite superiore si abbassa con l’età. Tuttavia esistono animali come i cani, i gatti, i pipistrelli e i delfini che odono nella regione degli ultrasuoni, dove le frequenze superano anche i 100.000 Hz. Sotto i 20 Hz non si ode un vero e proprio suono, bensì un susseguirsi di tonfi, che si registrano quando i massimi di pressione arrivano al timpano. Tale è il caso dei battiti d’ala degli uccelli, ma non degli insetti, che muovono le ali con frequenze ben al di sopra di 20 Hz. Fa eccezione tra gli uccelli il solo colibrì, che agita le ali con frequenze superiori a 50 Hz talvolta fino a 200 Hz producendo un suono che ricorda quello del calabrone.

Suoni puri e complessi

Un suono si dice puro quando l'onda corrispondente ha l'andamento di una senoide. L'onda che si propaga è un fenomeno legato sia allo spazio sia al tempo; una sua rappresentazione richiede di fissare l'istante temporale e di tracciarla in funzione della posizione oppure di fissare la posizione e seguirne l'andamento nel tempo. Si chiama lunghezza d'onda (λ) la separazione spaziale tra due massimi contigui dell'onda (creste) e periodo (T) l'intervallo temporale che separa, in una data posizione, il raggiungimento di due massimi consecutivi. La frequenza dell'onda è data dal reciproco del periodo ($f = 1/T$).

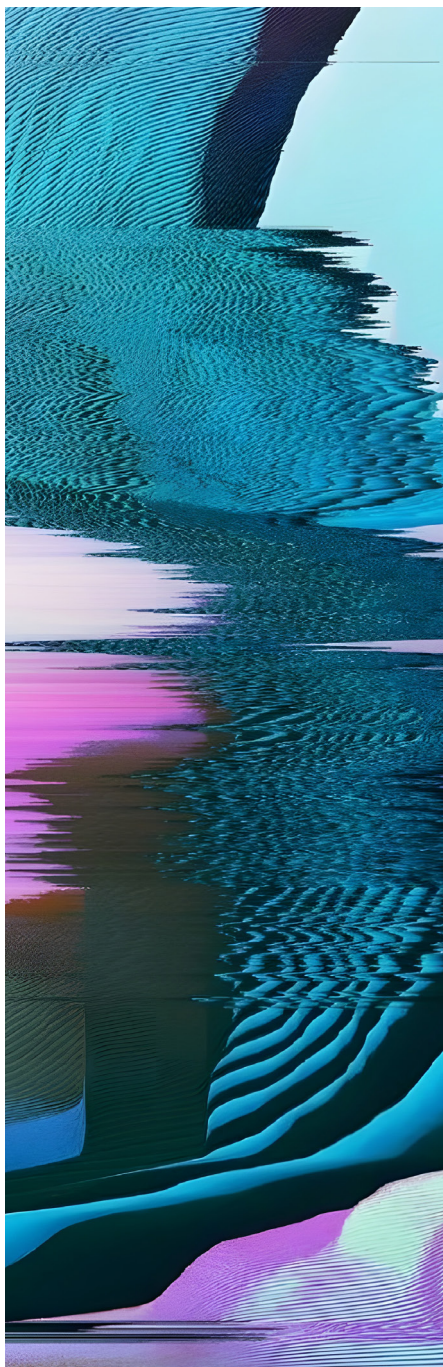


Intensità del suono

L'intensità del suono si definisce come l'energia acustica che attraversa l'unità di superficie del mezzo in un secondo ed è proporzionale al quadrato dell'ampiezza di oscillazione delle particelle che formano il mezzo. Il livello sonoro effettivamente percepito dal sistema orecchio-cervello è invece il logaritmo in base 10 di tale energia, ossia un valore che cresce assai più lentamente se ci spostiamo dalla soglia di udibilità (circa 20 Hz) al limite del dolore (intorno ai 20.000 Hz). Tale caratteristica, nota come legge di Fechner-Weber, ci permette di spaziare su un vasto intervallo di intensità sonore. Per stabilire un riferimento quantitativo del livello percepito, la sonorità, si è introdotto il decibel (dB), così definito:

Numero di dB = $10 \log(I/I_0)$

dove I indica l'intensità del suono ricevuto e I_0 il valore della minima intensità percepibile (che si conviene fissata a 10^{-12} W/m² per un suono puro di frequenza 1.000 Hz. La soglia di udibilità vale allora 0 dB e quella del dolore 120 dB, essendo convenzionalmente fissata a 1 W/m²).



Interferenze e combinazioni

Se due o più onde sonore della stessa frequenza vengono a sovrapporsi, interferiscono tra loro. Per esempio due onde di eguale ampiezza che siano tra loro in fase, cioè che raggiungono insieme il picco positivo, si sommano (interferenza costruttiva) e si ha il massimo rafforzamento possibile del suono. Quando invece le due onde raggiungono insieme il valore di picco, ma sono in controfase (contemporaneamente il picco è positivo per l'una e negativo per l'altra), il suono si estingue (interferenza distruttiva).

Se le due onde hanno frequenza diversa, gli effetti che si ottengono dalle combinazioni sono di varia natura. Il più noto è rappresentato dai battimenti, una sorta di ondeggiamento del livello sonoro, che si manifestano quando le frequenze dei toni fondamentali differiscono di pochi hertz: l'effetto trova utile impiego nell'accordatura degli strumenti musicali che sono accordati quando non si sentono più i battimenti. Se la differenza nelle frequenze è invece notevole, si registra il cosiddetto effetto di terzo suono: scoperto nel Settecento dal musicista Giuseppe Tartini, consiste nella generazione di un nuovo suono di frequenza pari alla differenza delle due frequenze primitive.

Sorgenti dei suoni

Qualsiasi corpo posto in vibrazione per urto, strappo o sfregamento è una sorgente sonora. Le sorgenti più comuni sono corde (chitarra, violino e via dicendo), colonne gassose all'interno di una canna (organo e strumenti a fiato) o membrane (tamburi, timpani). In una corda si registrano tipicamente oscillazioni trasversali rispetto alla direzione di propagazione dell'onda. Si pensi a una corda legata a un'estremità e tenuta con la mano all'altro capo: uno strattone trasversale produce una deformazione che si propaga fino all'estremo fisso, dal quale ritorna alla mano per riflessione. In una colonna d'aria, invece, prevalgono le oscillazioni longitudinali (o compressionali). Si consideri un pistone che a un dato momento subisca una spinta in avanti così da comprimere il gas a un estremo della canna causando un addensamento locale (alta pressione): tale addensamento si propaga verso l'estremo chiuso della canna, dove, come nel caso della corda, viene riflesso e torna al pistone. Se il pistone, invece, oscilla avanti e indietro crea una successione di condensazioni e rarefazioni in propagazione, vale a dire un'onda di pressione. La sovrapposizione dell'onda che avanza (progressiva) e dell'onda che torna indietro dopo essere stata riflessa (regressiva) dà origine, per interferenza costruttiva, alle cosiddette onde stazionarie (o modi normali di oscillazione) della colonna gassosa. Tale è la condizione di lavoro di una canna d'organo o di uno strumento a fiato.



Vibrazione e risonanza

Per capire meglio la formazione di onde stazionarie torniamo alle corde, dove l'effetto è ben visibile anche graficamente. L'immagine mostra i primi cinque modi normali di una corda a estremi fissi (detti anche armoniche o armonici). I modi normali nascono dal rispetto della condizione che agli estremi fissi si possano avere soltanto nodi, cioè degli zeri di oscillazione. Il risultato è che tutti i punti della corda oscillano in fase intorno alle rispettive posizioni di equilibrio; mentre i nodi rimangono fermi, il massimo dell'oscillazione si ottiene in corrispondenza dei ventri e l'onda si dice stazionaria. Si noti che per il modo fondamentale la lunghezza d'onda è $\lambda=2L$, più lunga è la corda, meno acuta è la nota, per i successivi $\lambda = L, L/2, L/3...$: le frequenze di oscillazione dei ventri sono perciò multiple intere della fondamentale ($f, 2f, 3f...$). L'ampiezza va invece decrescendo con il numero del modo normale. La deformazione complessiva di una corda musicale regolarmente suonata è data dalla sovrapposizione di tutti i modi possibili. La frequenza del tono fondamentale della corda dipende, oltre che dalla lunghezza della corda (L), anche dalla sua densità lineare μ (ovvero la massa di 1 cm di corda) e dalla tensione, ossia la forza che la tende (T), secondo la legge di Mersenne:

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{T/\mu}$$

Quindi, a parità di materiale, per raddoppiare la frequenza del suono si deve dimezzare la lunghezza della corda, oppure ridurne di quattro volte la sezione, o quadruplicare la tensione. Tali criteri sono ovviamente alla base della costruzione degli strumenti musicali: basti pensare alla diminuzione di spessore e di lunghezza delle corde del pianoforte andando dai suoni bassi a quelli acuti.

Le frequenze degli strumenti che suonano in un'orchestra spaziano tra

circa 50 e 6.000 Hz, armonici inclusi; la voce umana nel basso profondo può scendere quasi a 50 Hz e nel soprano può salire fino a 1.000 Hz o poco oltre. A differenza delle canne, le corde vibranti non mettono in moto abbastanza molecole d'aria da produrre un'onda facilmente udibile. Si ricorre allora al fenomeno della risonanza per fare in modo che, attraverso un sistema di accoppiamento, nel violino è il ponticello che unisce la struttura in legno alle corde, la vibrazione della corda si trasmetta a una cassa capace di attivare una maggior massa d'aria.



Frequenza, altezza percepita e timbro

La frequenza del tono fondamentale di un'onda sonora è il parametro più caratterizzante in quanto determina l'altezza del suono, in altre parole il grado di profondità o di acutezza determinato dalla rapidità delle vibrazioni che lo producono. Tuttavia, come già per l'intensità, l'altezza percepita non è proporzionale alla frequenza, ma corrisponde piuttosto al suo logaritmo. Più esplicitamente, se le frequenze di certi suoni stanno fra loro come 2, 4, 8, 16 e via dicendo, cioè come una particolare nota nelle successive ottave sulla tastiera, le altezze percepite si rapportano come i numeri 1, 2, 3, 4 che sono il logaritmo in base 2 delle corrispondenti frequenze fisiche. È per questo motivo che un intervallo musicale, per esempio l'ottava, viene contraddistinto dal rapporto tra due frequenze e non dalla loro differenza. La capacità dell'orecchio di distinguere tra due frequenze differenti è un fatto soggettivo, ma in tutti va diminuendo col crescere dell'altezza del suono. Il timbro o qualità tonale di un suono complesso deriva in primo luogo dal suo contenuto di armonici e dai loro relativi contributi, quindi dalla forma d'onda complessiva. I suoni con molti armonici, strumenti a corde, voce umana, hanno un timbro ricco e pastoso; quelli con pochi armonici, flauto, ocarina, triangolo, hanno un timbro più esile e limpido. Al timbro contribuisce in notevole misura anche il profilo temporale del suono: il piano e il violoncello, pur essendo entrambi strumenti a corde, hanno timbri diversi perché nel primo caso la corda viene percossa, nel secondo strofinata. Lo stesso si può dire del violino suonato con l'archetto oppure pizzicato.

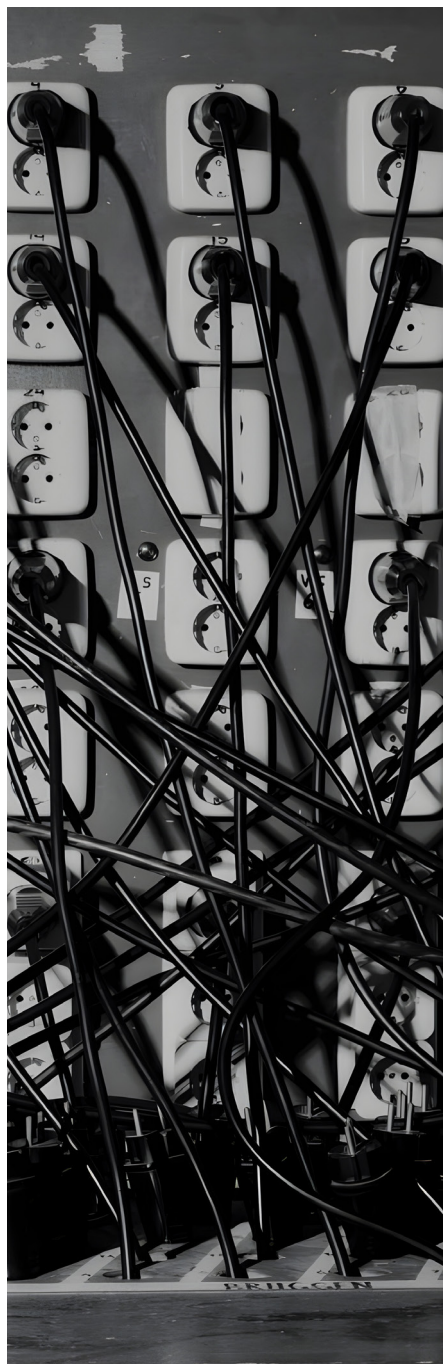
Gli amplificatori acustici: storia, prodotti e caratteristiche



Dispositivo che amplifica, secondo un rapporto prestabilito, il valore di una data grandezza fisica. A seconda della natura di quest'ultima, si parla di amplificatori elettrici, amplificatori meccanici e amplificatori ottici; ulteriori distinzioni possono poi farsi, in base al principio di funzionamento, nell'ambito di ciascuna delle categorie suddette. Indipendentemente dal tipo e dal principio di funzionamento, ciò che caratterizza un amplificatore è:

- a) la specie e il campo di variabilità della grandezza d'ingresso, cioè della grandezza che il dispositivo deve amplificare;
- b) la specie e il campo di variabilità della grandezza d'uscita, cioè della grandezza che il dispositivo fornisce amplificata;
- c) il rapporto di amplificazione (o, semplicemente, amplificazione o guadagno), pari al rapporto tra il valore della grandezza d'uscita e quello della grandezza d'ingresso.

Gli amplificatori elettrici, o più propriamente elettronici, sono dispositivi aventi lo scopo di amplificare grandezze o segnali elettrici. L'entità dell'amplificazione è valutata definendo il guadagno come il rapporto fra le ampiezze dei segnali di uscita e quelli di ingresso. A seconda della grandezza elettrica amplificata, si distinguono gli a. di tensione e gli a. di corrente; in ogni caso la potenza elettrica è sempre amplificata e pertanto nell'a. sono sempre contenuti uno o più componenti attivi polarizzati per mezzo di un opportuno alimentatore esterno. Durante il funzionamento, parte della potenza elettrica assorbita dall'alimentatore è trasferita in uscita e pertanto è possibile definire un rendimento energetico dell'amplificatore pari al rapporto fra la potenza uscente e quella erogata dall'alimentatore. La considerazione di tale grandezza è importante soprattutto negli amplificatori di potenza, nei quali la potenza uscente è di entità rilevante.



La fedeltà di riproduzione dell'amplificatore permette di valutare di quanto il segnale di uscita sia distorto rispetto a quello di ingresso. Si distinguono le distorsioni non lineari e quelle lineari. Le prime hanno origine a causa delle caratteristiche elettriche non lineari dei componenti attivi, i quali possono funzionare in intervalli limitati di tensione e corrente; tali distorsioni sono trascurabili per piccoli segnali e tendono ad aumentare con l'ampiezza del segnale di ingresso. Le distorsioni lineari dipendono dalla risposta in frequenza dell'a. e sono nulle quando l'andamento del guadagno è costante con la frequenza e la risposta di fase. Tali condizioni possono essere soddisfatte solo in un intervallo limitato di frequenze, detto banda passante dell'a., al di fuori della quale il guadagno decresce rapidamente. In generale, la banda passante dell'a. è sempre la più piccola possibile in relazione a quella del segnale da amplificare, in modo da limitare al massimo il rumore in uscita, che viene valutato quantitativamente per mezzo del rapporto segnale rumore S/N (o SNR), espresso in dB. Tale rapporto, valutato in ingresso e in uscita all'a., permette di esprimere il contributo di rumore introdotto dall'a., detto fattore di rumore, pari alla differenza fra i rapporti S/N, espressi in dB, in ingresso e in uscita. Il fattore di rumore è sempre positivo, e dipende dallo schema dell'a., dal tipo di componenti usati e dalla larghezza di banda. Per aumentare l'amplificazione e diminuire il fattore di rumore, è utile porre più a. in cascata, collegati direttamente o per mezzo di opportune reti di accoppiamento. In questo caso si parla di a. a più stadi, definendo come stadio il singolo a. elementare.

Usando le unità logaritmiche, il guadagno totale è pari alla somma dei guadagni, mentre il fattore di rumore complessivo dipende sostanzialmente dal fattore di rumore dei primi stadi di amplificazione: pertanto è su questi ultimi che occorre intervenire per limitare al massimo il rumore intrinseco. Gli a., classificati in base alla banda passante, si distinguono in a. in continua, in banda audio, in banda video, a microonde e per onde millimetriche. I singoli stadi di amplificazione hanno come componente fondamentale un elemento attivo a semiconduttore, che può essere utilizzato secondo diversi schemi circuitali e in diverse zone della sua curva caratteristica. Nel funzionamento in regime sinusoidale ha molto interesse definire per quale percentuale del periodo la corrente scorra sul ramo controllato dell'elemento attivo. A seconda che tale percentuale sia pari a 100, a 50 o sia minore di 50, si dice che lo stadio funziona in classe A, in classe B, o in classe C. Per percentuali comprese fra 50 e 100, lo stadio viene detto in classe AB. Passando dagli stadi in classe A a quelli in classe B e C, si ottengono valori più alti del rendimento energetico. Tuttavia solo gli stadi in classe A garantiscono un funzionamento lineare, mentre gli stadi in classe B o C sono utilizzati solo quando è tollerabile un regime di funzionamento di tipo parzialmente non lineare. In questi casi le distorsioni in uscita sono limitate con vari accorgimenti.

La storia

L'amplificatore audio, nel suo sviluppo all'interno della storia, non ha avuto un vero e proprio inventore, bensì si è costruito dopo una serie di scoperte tecnologiche, a volte anche poco inerenti all'amplificatore audio stesso. La prima invenzione riguardante l'amplificatore audio fu realizzata in America nel 1906 da un uomo di nome Lee De Forest con la sua valvola a triodo. Questo particolare dispositivo è un'evoluzione del meccanismo Audion. Infatti a differenza del triodo che ha tre elementi, l'Audion ne aveva solo due e non amplificava il suono. Più tardi, nello stesso anno, fu inventato così il triodo, un dispositivo con la capacità di regolare il movimento degli elettroni e quindi modulare il suono. In seguito si sviluppò la valvola termoionica, perfezionamento della valvola a triodo inventata da Lee De Forest, creando così l'unico dispositivo attivo (cioè in grado di amplificare) disponibile. Ciò fu vitale anche nell'invenzione della prima radio AM.

Dopo la seconda guerra mondiale, ci fu un aumento dello sviluppo tecnologico a causa dei progressi sviluppati durante le guerre precedenti e l'inizio della cosiddetta guerra fredda. Si ebbero così amplificatori più efficienti come l'amplificatore Williamson, che fu introdotto nel 1946. All'epoca, questo particolare dispositivo fu considerato all'avanguardia e produsse un suono di qualità superiore rispetto ad altri amplificatori disponibili al momento. L'era moderna dell'amplificatore audio iniziò nel 1948, con un'invenzione veramente rivoluzionaria: il transistor. Questo nuovo dispositivo fu creato John Bardeen, Walter Brattain e William Shockley dopo la loro importante scoperta sull'effetto transistor presso i Laboratori Bell, nel dicembre 1947. Questa scoperta fu veramente rivoluzionaria perché fino ad allora, radio e televisioni erano apparecchi

molto ingombranti che funzionavano per mezzo di valvole di grandi dimensioni: il transistor, invece, era piccolissimo, ma molto più potente delle classiche valvole. Dunque i motivi della preferenza dei transistor rispetto alle valvole furono il fatto che fossero più piccoli e quindi più efficienti dal punto di vista energetico rispetto alle tradizionali valvole. Oltre a questi, erano anche migliori nel ridurre i livelli di distorsione e meno costosi da realizzare.

Negli anni '60, i grammofoni e i televisori rendevano gli amplificatori valvolari molto popolari.

Negli anni '70, la tecnologia delle valvole fu sostituita definitivamente dal transistor al silicio. Sebbene le valvole non siano state completamente spazzate via, i transistor al silicio sono diventati sempre più presenti. La maggior parte degli amplificatori audio attualmente in uso sono considerati transistor allo stato solido. Un esempio di questo è il transistor a giunzione bipolare, che ha tre elementi fatti di materiali semiconduttori.

In seguito, a partire dalla creazione dei primi circuiti integrati nel 1959, e infine i microprocessori nel 1971, che in pochi millimetri quadrati possono contenere addirittura milioni di transistor, si è permesso di miniaturizzare gli amplificatori



Valvole e transistor

Un amplificatore valvolare funziona in maniera completamente differente rispetto ad un amplificatore a transistor (detto anche a stato solido).

Infatti, gli amplificatori a valvole lavorano in alta tensione (diverse centinaia di volt rispetto alle poche decine di volt presenti in quelli a transistor).

Le valvole si differenziano dai transistor per la loro alta impedenza di uscita, che richiede la presenza, nei valvolari, di trasformatori di uscita che si adattino all'impedenza dei diffusori acustici.

Tutto questo si traduce in una maggiore capacità di riprodurre i picchi della sinusoide audio. In molti casi, la sensazione percepibile all'ascolto è addirittura quella che la potenza di uscita sia maggiore rispetto agli amplificatori a transistor di uguale potenza.

Gli amplificatori valvolari, inoltre, tendono a scaldare molto e disperdono sotto forma di calore una considerevole quantità di energia. Molti, infatti, lavorano in Classe A.



Gli amplificatori a valvole

Una valvola è costituita da elettrodi, posti all'interno di una ampolla di vetro sotto vuoto (la valvola termoionica). Il numero di elettrodi presenti all'interno della valvola ne definisce la tipologia: due elettrodi per il diodo, tre elettrodi per il triodo, cinque elettrodi per il pentodo.

Le valvole termoioniche hanno la stessa funzione dei transistor (come è noto, introdotti successivamente), ma operano in maniera differente, in particolare per quanto riguarda il livello di impedenza e di tensione.

Il funzionamento delle valvole audio è basato sulla generazione di un flusso di elettroni, ottenuto attraverso il riscaldamento di un filamento (cosiddetto effetto termoionico).

Questo riscaldamento, quindi, determina il rilascio di elettroni da parte del catodo. Di solito, il catodo è separato dal filamento e questo accorgimento ne prolunga la sua durata nel tempo.

Il fascio di elettroni tende a raggiungere soltanto il catodo.

Il flusso di elettroni si genera nel momento stesso in cui viene applicata una tensione all'anodo o agli altri elettrodi presenti nelle valvole termoioniche.

Ad esempio, una valvola a triodo è composta da tre elettrodi e da un filamento per il riscaldamento. Quando il catodo è al potenziale di terra, l'anodo assume un potenziale positivo. La griglia è polarizzata negativamente rispetto al catodo.

Più è basso il valore negativo della griglia, maggiore sarà il flusso di elettroni generato e quindi di corrente prodotta. La variazione della tensione della griglia è più debole di quella indotta nell'anodo.

Il triodo ha una capacità limitata di amplificare il segnale, e vengono spesso impiegati in configurazione single-ended (un triodo per canale).

La potenza erogata da questo tipo di ampli valvolari è bassa e sono richiesti altoparlanti con una alta efficienza. Pur essendo poco potenti, queste valvole sono caratterizzate da un suono raffinato che le rende davvero uniche. Alcuni produttori, per ottenere potenze maggiori, hanno sviluppato una evoluzione di questi progetti: il single ended parallelo (PSE) nel quale viene utilizzato un numero doppio di triodi, con un doppio circuito single ended ed un raddoppio della potenza di uscita, il tutto senza compromettere la qualità sonora.

Il pendolo

Il pentodo è una versione più evoluta del triodo ed è composto da cinque elettrodi e da un filamento. Le griglie presenti sono tre:

Griglia di controllo;

Griglia schermo, con una tensione molto superiore a quella di controllo;

Griglia di soppressione, che provvede a ridurre il rumore ed a limitare la perdita di guadagno). Quest'ultima è connessa allo stesso potenziale del catodo.

I pentodi sono valvole audio dall'ottima capacità di amplificazione, un ridotta distorsione (grazie alla presenza della griglia di soppressione) ed una risposta in frequenza lineare.

Queste valvole termoioniche sono le più diffuse, perché consentono di erogare potenze molto buone, soprattutto nei progetti in configurazione push-pull in cui le valvole lavorano in coppie e si occupano di amplificare, in maniera distinta, la semi-onda positiva e quella negativa.

La struttura asimmetrica di questi progetti tende ad annullare le distorsioni armoniche di ordine pari, che sono invece mantenute intatte in un amplificatore audio single-ended.

Gli amplificatori valvolari pushpull sono spesso economici, perché non necessitano di trasformatori di uscita curati tanto quanto quelli necessari per un buon single-ended.

Tuttavia, non tutte le valvole hanno le medesime caratteristiche. In base alla fabbrica produttrice ed alla qualità costruttiva, anche il suono sarà differente.

Le valvole sono componenti elettronici complessi, costituiti da materiali che richiedono un assestamento meccanico nel tempo. Questo assestamento porta ad un progressivo miglioramento delle loro caratteristiche

elettriche iniziali.

Proprio per questo motivo, gli amplificatori valvolari richiedono un periodo di rodaggio di molte ore (tra 50 e 100 ore) affinché sia possibile poter apprezzare al meglio tutta la ricchezza del "suono valvolare".

La vita media di una valvola è stimata intorno alle 3.000 / 5.000 ore di ascolto, anche se le valvole preamplificatrici hanno un ciclo vitale nettamente più lungo (intorno alle 12.000 ore di ascolti).

Gli amplificatori a transistor

Un transistor è un tripolo, ovvero un componente attivo che, una volta alimentato, è capace di manipolare il segnale in ingresso. Il transistor BJT (Bipolar Junction Transistor) è la tipologia più diffusa.

In ogni caso, gli amplificatori di questa tipologia si caratterizzano per l'alta impedenza in entrata, e una bassa impedenza in uscita. Il loro funzionamento, meno "delicato" di quello di un amplificatore valvolare, si traduce in un prezzo finale generalmente più economico, e anche in dimensioni minori. La fragilità delle valvole viene sostituita poi da una struttura interna più solida, e quindi più longeva.

Sebbene sia spesso considerato di qualità inferiore rispetto a un amplificatore valvolare, anche un apparecchio a transistor ha dei vantaggi.

Ecco i più importanti:

Resistenza: l'assenza di componenti particolarmente delicati fa sì che gli amplificatori a transistor siano piuttosto longevi. Per lo stesso motivo, sono utilizzabili in condizioni estreme, ad esempio all'aperto;

Dimensioni: può sembrare un particolare secondario, ma gli ampli di questo tipo spesso presentano dimensioni compatte, e quindi possono essere trasportati in maniera più semplice rispetto ai valvolari;

Design: l'assenza delle valvole consente spesso di ottenere un'estetica più originale, magari di stampo meno classico ma comunque affascinante;

Prezzo: le alternative a transistor sono comunemente più economiche, e quindi alla portata pure di semplici appassionati.



Gli amplificatori ibridi

Un circuito di amplificazione ibrido offre le stesse qualità tipiche di un progetto valvolare puro, ma senza gli svantaggi. I risultati ottenibili da questa tecnologia mista sono molto validi e degni di considerazione.

I circuiti impiegati in questi particolari amplificatori a valvole sono chiamati "ibridi".

Di solito, un amplificatore ibrido è composto da una stadio di preamplificazione a valvole, seguito da una sezione di uscita a transistor.

Il vantaggio permesso da questo schema progettuale è quello di poter disporre di un suono che è "tipicamente" valvolare, ma con la potenza e la forza impulsiva che sono proprie di un amplificatore a transistor.

Lo stadio di uscita di un amplificatore ibrido viene solitamente pilotato da transistor "Mosfet", che sono anch'essi caratterizzati da un suono più morbido e che meglio si abbina con la componente valvolare che è presente a monte del circuito di amplificazione.

Le classi

Le classi di amplificatori rappresentano l'identità delle prestazioni e delle caratteristiche di un amplificatore dal momento che diversi tipi di amplificatori danno risposte diverse quando la corrente vi passa attraverso. In base alle loro specifiche, agli amplificatori vengono assegnate lettere che rappresentano le loro classi. Esistono diverse classi di amplificatori a partire da A, B, C, AB, D, E, F fino a T, anche se oggi quelle più comunemente utilizzate in ambito hi-fi sono A, B e AB (la classe C non è utilizzata in ambito hi-fi, in quanto introduce troppa distorsione nel segnale audio).

Altre classi, come quella D (anch'essa molto utilizzata oggi ma meno "audiofila" delle altre), indicano amplificatori moderni che utilizzare le topologie di commutazione e la tecnica PWM (Pulse Width Modulation) per pilotare il carico in uscita. A volte, alla versione migliorata delle classi tradizionali viene assegnata una lettera per classificarle come una diversa classe di amplificatore come nel caso della classe G, che indica un'amplificazione modificata della classe B o AB.

Le classi rappresentano la proporzione del ciclo di ingresso quando la corrente passa attraverso l'amplificatore. Il ciclo di ingresso è l'angolo di conduzione che deriva dalla conduzione dell'onda sinusoidale nell'ingresso dell'amplificatore. Se l'amplificatore è sempre acceso durante un ciclo, l'angolo di conduzione sarà di 360 gradi. Quindi, se un amplificatore fornisce un angolo di conduzione di 360 gradi, ha utilizzato il segnale di ingresso completo e l'elemento attivo ha un ciclo sinusoidale completo.



Classe A

Un amplificatore di classe A è un amplificatore ad alto guadagno con elevata linearità. In caso di amplificatore di classe A, l'angolo di conduzione è di 360 gradi e ciò significa che il dispositivo amplificatore rimane attivo per tutto il tempo e utilizza il segnale di ingresso completo.

Grazie a questa funzione di attivazione continua, l'amplificatore di classe A offre una migliore stabilità dell'alta frequenza e del circuito di feedback.

Oltre a questi vantaggi, l'amplificatore di classe A è facile da costruire, richiedendo pochi componenti. Di contro, a causa della natura conduttiva continua, l'amplificatore di classe A introduce un'elevata perdita di potenza. Inoltre, a causa dell'elevata linearità, soffre di distorsioni e rumori. L'alimentatore e la struttura del bias richiedono quindi un'attenta selezione dei componenti per evitare rumori indesiderati e ridurre al minimo la distorsione.

A causa dell'elevata perdita di potenza, un amplificatore di Classe A emette inoltre molto calore e richiede di conseguenza uno spazio maggiore per la sua dissipazione. L'efficienza è infatti molto scarsa negli amplificatori in Classe A e varia dal 25 al 30%. L'efficienza può però essere migliorata con alcune particolari configurazioni, ma non si supera mai il 45-50% e quindi è adatta solo per un'amplificazione a basso segnale o a basso livello di potenza.

Classe B

L'amplificatore di Classe B è un po' diverso da quello di Classe A. Viene creato utilizzando due dispositivi attivi che conducono metà del ciclo effettivo, cioè 180 gradi. Questi due dispositivi attivi vengono polarizzati uno per uno durante il semiciclo positivo e negativo dell'onda sinusoidale e, come risultato, otteniamo un ciclo completo.

Ogni dispositivo si è acceso o è diventato attivo per metà del ciclo e grazie a questo l'efficienza viene migliorata rispetto a quella del 25-30% dell'amplificatore in Classe A, arrivando teoricamente a oltre il 60%. La dissipazione del calore è quindi ridotta al minimo in questa classe e non vi è necessità di uno spazio particolarmente ampio per dissipare il calore.

Il limite principale di questa classe è la cosiddetta distorsione di crossover. Poiché due dispositivi forniscono ciascuna metà delle onde sinusoidali che sono combinate e unite attraverso l'uscita, c'è una discrepanza (crossover) nella regione dove le due metà sono combinate. Questo perché quando un dispositivo completa il mezzo ciclo, l'altro deve fornire la stessa potenza quasi nello stesso momento in cui l'altro termina il lavoro. Questo limite influisce negativamente su applicazioni che richiedono amplificatori audio di precisione.

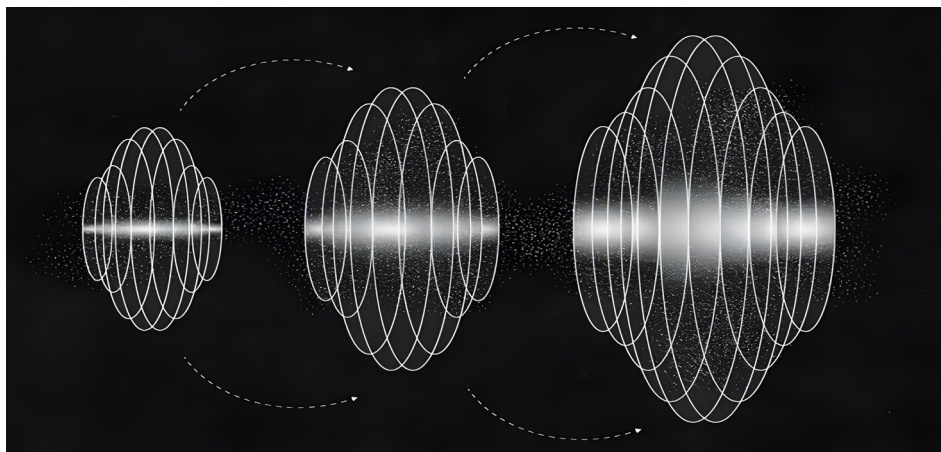
Classe AB

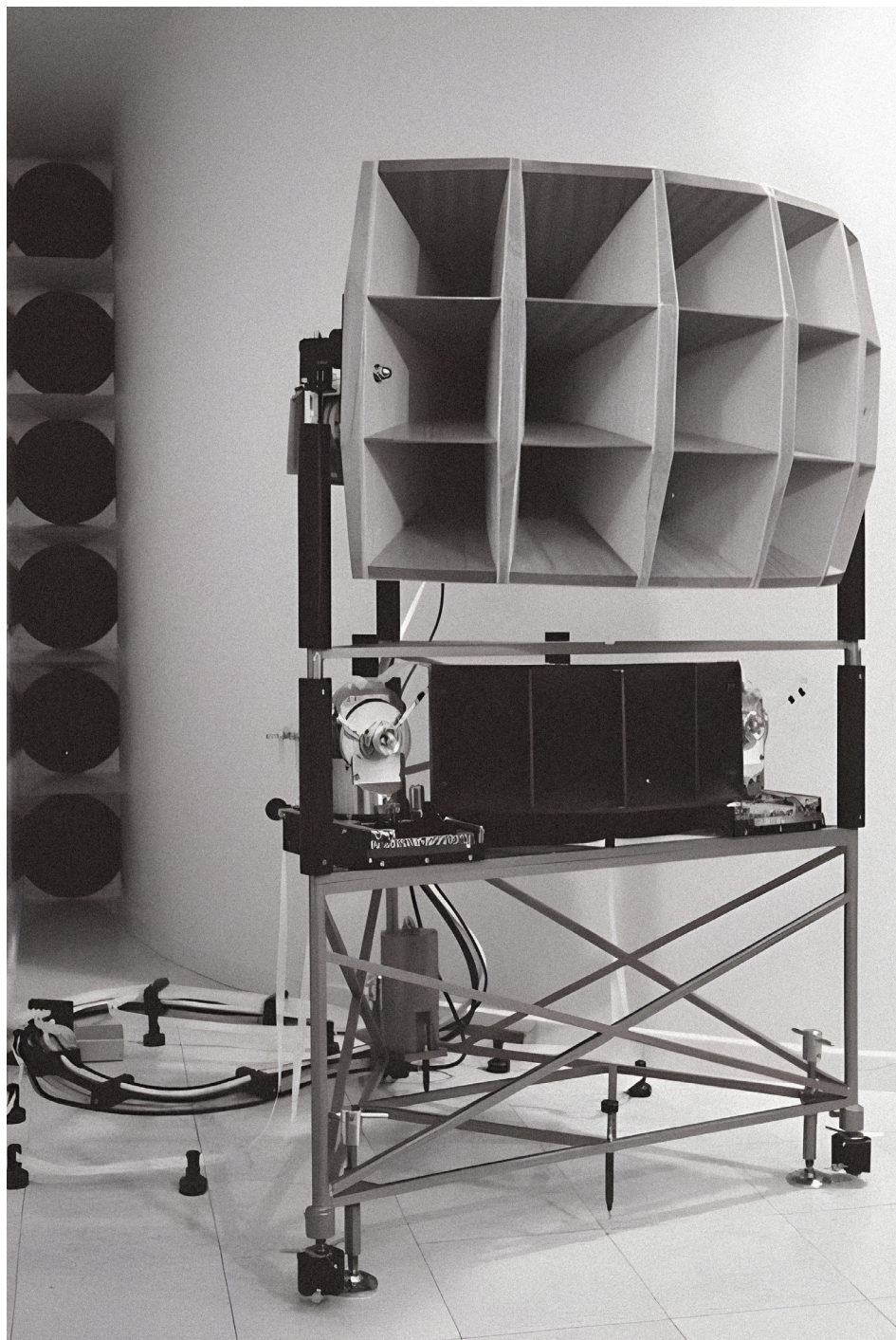
Un approccio alternativo per superare la distorsione di crossover consiste nell'utilizzare un amplificatore di classe AB, che sfrutta l'angolo di conduzione intermedio di entrambe le classi A e B. Come la classe B, anche quella AB ha la configurazione con due dispositivi attivi, ma ogni dispositivo è polarizzato in modo diverso per far sì che non si spenga completamente quando non è utilizzato. Grazie a questa tecnica di polarizzazione, la distorsione di crossover viene drasticamente ridotta. Ma in questa configurazione l'efficienza è ridotta in quanto la linearità dei dispositivi è compromessa. L'efficienza rimane superiore all'efficienza del tipico amplificatore di Classe A, ma è inferiore al sistema di amplificazione di Classe B.

Classe D

L'amplificatore di classe D è un amplificatore a commutazione che utilizza la Pulse Width Modulation o PWM. L'angolo di conduzione non conta in tal caso poiché il segnale di ingresso diretto viene modificato con una larghezza di impulso variabile. In questo sistema di amplificazione il guadagno lineare non è accettato, in quanto il sistema funziona proprio come un tipico interruttore che ha solo due operazioni, ON o OFF. Prima di elaborare il segnale di ingresso, il segnale analogico viene convertito in un flusso di impulsi mediante varie tecniche di modulazione e quindi applicato al sistema di amplificazione. Poiché la durata degli impulsi è correlata al segnale analogico, viene nuovamente ricostruita utilizzando un filtro passa basso attraverso l'uscita.

L'amplificatore di classe D è il più efficiente dal punto di vista energetico e ha una minore dissipazione del calore (richiede quindi un piccolo dissipatore), ma non offre una qualità prettamente "audiofila" (la distorsione è infatti più alta di un classe A/B). L'efficienza teorica è del 100%, ma nella pratica questo valore si riduce al 94%, che rimane un valore comunque eccellente.





L'alta fedeltà

L'Alta Fedeltà ha come fine la riproduzione fedele della Musica. Per poter giudicare un impianto ad Alta Fedeltà occorre conoscere la Musica dal vivo in quanto la "simulazione" di un evento musicale è ciò a cui tutti gli apparecchi HiFi dovrebbero tendere. Si capisce subito che questo non è un compito facile, anzi diciamo pure che è impossibile riuscire a riprodurre in ambiente domestico gran parte degli eventi musicali cui si assiste dal vivo. Basta pensare ad una grande orchestra o ad un concerto rock. Questa limitazione intrinseca, i motivi della quale sono numerosi e piuttosto complessi, non è tuttavia così grave. Infatti il nostro cervello ha la capacità di ricostruire sensazioni reali anche da imitazioni della realtà.

Basti pensare alla fotografia, al cinema e persino alla scrittura. Una quantità di informazioni ridotta è spesso sufficiente ad ingannare i nostri sensi donandoci emozioni pari all'evento reale.

Dunque, ricapitolando, non si può sperare in una riproduzione domestica che si sostituisca alla realtà ma si può tendere ad una sua buona imitazione. I modi per mezzo dei quali si è ricercata tale imitazione della realtà sono stati diversi nella storia della riproduzione musicale. Tra i tanti diciamo che la stereofonia è stata la soluzione di maggior successo.

La stereofonia si basa sulla riproduzione a due canali, destro e sinistro.

Stiamo attenti a non considerare un apparato stereofonico se questo ha due casse (diffusori). Non bastano due diffusori per fare un suono stereofonico, occorre che il segnale che arriva a questi lo sia, cioè deve essere separato in due canali distinti (destro e sinistro, appunto).

Un segnale con un canale solo si dice monofonico, quindi una radiolina a transistor con collegate due casse non

diventa automaticamente stereo ma semplicemente doppio mono.

Ricapitolando: il concetto più generale è quello di Alta Fedeltà.

Un impianto ad Alta Fedeltà può essere stereo ma non è necessariamente vero il viceversa cioè un impianto ad Alta Fedeltà può anche non essere stereofonico.

Tuttavia nel 99 % dei casi un impianto ad Alta Fedeltà sarà stereofonico.

Quando si parla di equilibrio timbrico si intende la giusta composizione di frequenze (bassi, alti o medi).

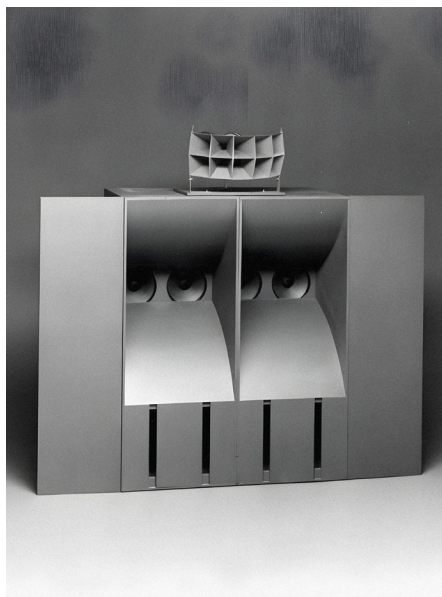
La capacità dinamica di un impianto HiFi è la possibilità dello stesso a seguire facilmente le variazioni di volume sonoro nel programma musicale.

Esempio: il passaggio da un pianissimo orchestrale ad un fortissimo, il passaggio da un sussurro ad un acuto di un cantante e così via.

Immagine: la riproduzione stereofonica è stata studiata come sistema per ingannare il nostro orecchio, cioè dargli l'impressione di assistere ad un vero evento musicale e non ad una sua artificiosa rappresentazione.

La differenza che più si nota tra un evento reale ed uno riprodotto è proprio dato dalla ricostruzione spaziale del suono.

Tanto per intenderci, quando ascoltate un vostro amico che canta, accompagnato da un altro alla chitarra, anche chiudendo gli occhi siete in grado di dire in che posizione si trova colui che canta e dove sia lo strumento. Questo accade perchè il nostro sistema uditivo è in grado di ricostruire, analizzando ed elaborando i suoni diretti e riflessi che gli pervengono, l'ambiente nel quale si svolge l'evento musicale.



La potenza

La potenza, in elettrotecnica, è il flusso di lavoro elettrico sviluppato nel tempo (secondi). Si misura in watt (W). La potenza erogata da un amplificatore verso un altoparlante è normalmente determinata come rapporto tensione erogata dal circuito di amplificazione sul carico tipico dell'altoparlante. I carichi tipici sono normalmente specificati dal costruttore e sono usualmente 8, 4 o anche 2 ohm per canale. La legge di Ohm stabilisce la relazione tra tensione, corrente e carico:

$$\begin{aligned} V &= I \times R \\ V &= \text{tensione (V)} \\ I &= \text{corrente (A)} \\ R &= \text{resistenza di carico (ohm)}. \end{aligned}$$

La potenza è l'energia sviluppata nel tempo:

$$P = V \times I = V^2/R = I^2 \times R.$$

Il tipo di potenza misurata dipenderà dalla misura del voltaggio che usiamo come riferimento. Se vengono ad esempio utilizzate le tensioni di picco, il risultato sarà una potenza di picco. Se si utilizzano valori RMS, si ottiene una potenza media (a volte erroneamente chiamata "potenza RMS" come vedremo più avanti).

Il rapporto tra la potenza totale (o reale) in watt (carico resistivo; alias potenza reale) e la potenza apparente totale in voltampere (VA) (carico reattivo). La differenza tra watt e VA è dovuta all'impedenza del carico reattivo. La potenza apparente è uguale a quella continua solo per un carico puramente resistivo (cioè sfasamento di zero gradi tra la tensione applicata e la corrente risultante). Il fattore di potenza è pensato intuitivamente come il moltiplicatore (compreso tra 0 e 1) che è necessario utilizzare per ottenere la potenza reale dalla potenza apparente. Ad esempio

se si misurano la tensione e la corrente rms di un circuito e si moltiplicano tra loro si ottiene la potenza apparente, ma si deve moltiplicare questo valore per il fattore di potenza per ottenere la potenza reale. Se il carico è puramente resistivo, la differenza di fase tra la tensione e la corrente sarà zero e il fattore di potenza sarà uno e la potenza apparente sarà uguale alla potenza reale, ma vale solo per un carico resistivo. Per un carico reattivo (ovvero qualsiasi carico con reattanza induttiva e/o capacitiva, cioè qualsiasi carico reale) vi sarà una differenza di fase tra la tensione e la corrente dovuta al ritardo di fase introdotto dagli elementi reattivi. In poche parole, poiché la tensione e la corrente massime non si verificano nello stesso istante di tempo, la quantità di potenza sviluppata è inferiore alla tensione efficace misurata moltiplicata per la corrente. Poiché il fattore di potenza è un rapporto, e quindi senza unità, può essere espresso in diversi modi, tutti uguali. È il rapporto tra watt e voltampere, tra resistenza e reattanza, e se lo sfasamento in gradi è noto (angolo di fase), è il coseno di quell'angolo, o cos Phi. Se l'angolo è zero, allora PF = 1, e se l'angolo è di 90°, allora PF = 0. Buona parte degli amplificatori ad alta potenza professionali sono dotati di PFC - Power Factor Correction che permette di portare il fattore di potenza quasi a 1.

EIA

Esistono vari standard per descrivere la potenza nominale erogata da un amplificatore audio. La Federal Trade Commission americana (FTC) stabilisce delle metodologie per le valutazioni di potenza di sistemi audio commerciali e sono tendenzialmente quelle più usate dai marchi più affidabili. Sono descritte nel documento FTC 63FR37233, 16 CFR, capitolo 1, parte 432. Un altro standard, probabilmente il più diffuso perché permette valori un po' più ottimisti di potenza, è definito internazionalmente dalla Electronic Industries Association (EIA) SE-101-A. Nato per l'industria audio automobilistica, un altro standard più recente, usato da alcuni produttori, è il CEA-2006-A della Consumer Electronics Association.

Per un segnale audio, data una tensione in V_{rms} (root-mean-square), la potenza EIA (continuous power) è riferita a una frequenza di 1.000 Hz e il carico è solitamente un carico resistivo fittizio. Quindi, la potenza ottenuta è la potenza continua che l'amplificatore può sostenere per un tempo indefinito ad una certa distorsione. Alcuni produttori utilizzano un rapporto di distorsione più elevato ottenuto amplificando il segnale di ingresso originale a livelli alle volte esagerati. Al 10% THD+N, la potenza nominale media è chiaramente superiore all'1% THD+N, ma nel primo caso il segnale sarà distorto eccessivamente e non è un buon indizio della qualità del prodotto.

FTC

L'FTC è più stringente: richiede che l'amplificatore sia pre-riscaldato a un ottavo della potenza totale nominale per un'ora (con tutti i canali attivi) utilizzando un'onda sinusoidale alla frequenza di 1.000 Hz. Viene quindi misurato lo spettro di potenza con i due canali alla massima potenza nominale nella gamma di frequenze audio da 20 a 20.000 Hz, in ambiente controllato a temperatura non inferiore a 25°C, per una durata non inferiore a 5 minuti. In definitiva, se i termini di distorsione sono segnalati all'interno di un THD+N dell'1%, il produttore probabilmente ha fatto delle misure decenti (sempre che siano verificabili).

CEA

CEA-2006-A permette di misurare la potenza in maniera più simile a quella risultante con un segnale musicale. Si applica un'onda sinusoidale da 1kHz modulata con un'onda quadra, che permette all'amplificatore di avere momenti di massima potenza e altri di riposo alternativamente.

Il mondo reale: pur usando lo stesso identico modulo di potenza, un costruttore potrebbe dichiarare 100 W/Ch a 0,0001% THD+N, un altro costruttore 250 W/Ch a 0,01% THD+N e un altro ancora 350 W/Ch a 0,1% THD+N. Avrebbero tutti ragione. Quindi fare sempre attenzione a come sono espresse le specifiche.

Le specifiche

Quando nelle specifiche tecniche la potenza viene descritta con dovizia di particolari di test, possiamo tendenzialmente fidarci del valore. In molti casi però troviamo definizioni come RMS, peak o PMPO. E in quel caso bisogna avere qualche perplessità.



RSM

Utilizzato da molti costruttori, esprime il Valore Efficace, acronimo di Root Mean Square, tradotto significa valore quadratico medio.

Rappresenta la quantità di potenza che un osservatore casuale considererebbe disponibile, ma a causa del fattore di potenza potrebbe non esserlo (viene detta quindi apparente). Per un'onda sinusoidale applicata ad un carico puramente resistivo, il voltaggio RMS è il valore del voltaggio picco-picco diviso per 0.707. Quando usato per descrivere la tensione del segnale, ha un significato utile.

Se è usato per descrivere la potenza invece, non significa niente.

Tuttavia, è spesso usata per indicare la potenza continua, ovvero la potenza calcolata alla tensione RMS. Non esiste una cosa come

“potenza RMS”. La potenza media o continua viene calcolata utilizzando i valori RMS ma non è uguale a “Potenza RMS”. La potenza reale è paragonabile a quella continua solo per amplificatori con PFC, per gli altri è solitamente inferiore (vedere fattore di potenza in basso).

Peak

Non definisce il picco della forma d'onda: è ancora un valore RMS per i segnali sostenuti alla massima potenza ad un certo valore THD da specificare. Potremmo definirla potenza massima istantanea. Il tempo di mantenimento della potenza di picco è una questione di gestione termica del dispositivo. La potenza di picco non è una misura vera e propria. Visto che l'ignoranza in campo audio è elevata, c'è chi dichiara che un amplificatore con potenza continua di 50W continui ha di 100W di picco, chi invece dichiara picco-picco peak-to-peak (siamo nel mondo delle favole: visto che picco vale per una semionda, se hai l'onda hai il doppio dei picchi..!) quindi siamo a 200W (sbagliando tre volte, nda). I valori di picco sono pura speculazione. Tendenzialmente inutile, ma c'è anche di peggio.

Picco

Potenza di picco della musica in uscita. Un'affermazione selvaggiamente esagerata di gestione della potenza che non ha a che fare con nessuno standard di misurazione. PMPO è la valutazione di guasto istantaneo e un amplificatore che si guasterà istantaneamente a 100 W si guasterà immediatamente anche a 200 W o 300 W, quindi potremmo anche dire 500 W. “Ho fatto 1000 W che faccio lascio?” C'è chi dichiara che è calcolata come la massima corrente erogabile istantaneamente dai condensatori (!). Insomma, non significa nulla. L'acronimo andrebbe correttamente denominato: Purely Mythical Power Output.

Le fasi di funzionamento

Ingresso del segnale.

Il segnale arriva all'amplificatore direttamente da una sorgente e tramite un cavo. L'ingresso può essere di diversi tipi: RCA, XLR, Jack o HDMI, a seconda delle specifiche dell'amplificatore.

Preamplificazione.

In questa fase si amplifica il segnale iniziale a un livello basso. Si possono anche apportare eventuali regolazioni di equalizzazione o controlli di volume. Il segnale preamplificato viene quindi inviato allo stadio di amplificazione successivo.

Amplificazione.

A questo punto il segnale audio viene amplificato a un livello adeguato ad alimentare gli altoparlanti. L'ampiezza del segnale viene aumentata mediante transistor o tubi elettronici. L'amplificatore può avere uno o più stadi di amplificazione, a seconda della potenza e della complessità del dispositivo.

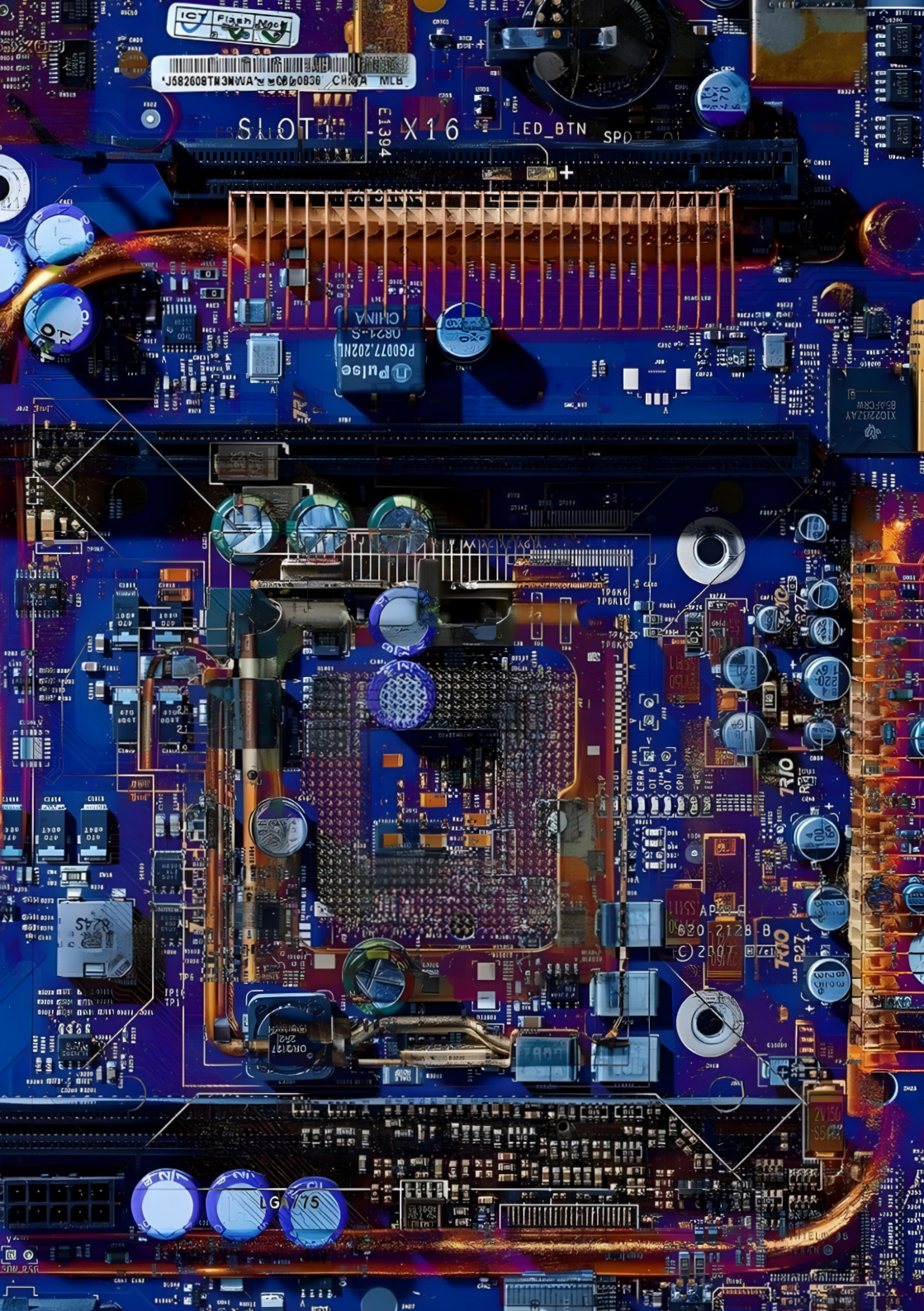
Controllo del volume.

L'amplificatore può avere un controllo del volume incorporato, che consente di regolare l'intensità del suono in uscita. Questo passaggio può essere collegato al preamplificatore o allo stadio di amplificazione finale, a seconda del design dell'amplificatore.

Uscita del segnale.

Dopo essere stato amplificato, il segnale audio viene inviato all'uscita dell'amplificatore e trasferito agli altoparlanti o a un sistema audio esterno, come un mixer o un sistema di registrazione.

I prodotti Audio Solution



Audio Solution è una moderna azienda specializzata nella produzione di dispositivi elettronici ed elettroacustici per la riproduzione del suono in ambito home, professional e car. La storia dell'azienda e l'esperienza nel HI-FI è fondata su solidi principi di base, su idee moderne, design innovativo, qualità dei componenti e la continua ricerca tecnologica per rendere i prodotti "TOP CLASS". Le capacità tecniche ed il continuo sviluppo significano un continuo progresso nel tempo, l'impegno verso l'eccellenza si estende ben oltre gli standard del settore, superando le aspettative nell'ascolto.

Ogni prodotto Audio Solution è totalmente eseguito a mano in laboratorio ed i componenti utilizzati sono esclusivamente italiani oppure commercializzati in Italia, a garanzia del *Made in Italy*.



La linea di amplificatori per auto firmata Audio Solution è composta da otto prodotti con caratteristiche e design differenti.

La serie top di gamma è rappresentata dal *QUATTRO*, *QUARTETTO* e *QUATTROCENTO*.

QUATTRO è il risultato di oltre un anno di ricerca e sviluppo per realizzare un amplificatore per auto mai costruito prima.

Ancora prima, *Quattro* è il coronamento della carriera di una delle persone più competenti e appassionate che il car audio abbia mai visto, Roberto Tognon, che ha contribuito allo sviluppo di questo progetto.





QUARTETTO è la naturale evoluzione del nostro top di gamma Quattro. Nasce per offrire prestazioni simili a un prezzo più accessibile, pur rimanendo fedele alla filosofia di raggiungere la massima qualità del suono.

È il risultato di una lunga ricerca e sviluppo per realizzare un amplificatore per auto dalle prestazioni entusiasmanti.

Anche per Quartetto è stata decisiva la collaborazione con Roberto Tognon.

L'Ultimo della serie realizzata in collaborazione con Roberto Tognon è *QUATTROCENTO*, un amplificatore a quattro canali concepito in un telaio compatto in alluminio fresato a CNC, dal design sobrio, costruito solidamente con componenti di alta qualità per garantire affidabilità e le migliori prestazioni audio.



Gli altri amplificatori per auto di Audio Solution sono: *HD-410*, *POLIMNIA*, *CALLIOPE*, *EUPHONIA* e *FLAGSHIP*.

Redesign del nuovo modello Flagship 2024



L'obiettivo è ridisegnare un amplificatore per auto, partendo da un modello esistente, per migliorare le sue proporzioni, la dissipazione del calore e l'estetica complessiva, nonché per facilitare il posizionamento di più amplificatori affiancati.

L'amplificatore attuale ha dimostrato delle limitazioni in termini di dimensioni, dissipazione del calore e design estetico. Inoltre, per soddisfare le esigenze dei nostri clienti e del mercato, è essenziale rendere l'amplificatore più compatibile con la possibilità di essere posizionato affiancato ad altri amplificatori.

Le fasi di funzionamento

Ridisegno delle proporzioni:

Rendere l'amplificatore più stretto mantenendo le sue funzionalità e prestazioni attuali, in modo da facilitare il posizionamento di più amplificatori affiancati.

Miglioramento della dissipazione del calore:

Implementare un sistema di dissipazione del calore più efficiente per garantire prestazioni ottimali anche in condizioni di carico elevato.

Miglioramento dell'estetica:

Rendere l'amplificatore più attraente visivamente, con una progettazione moderna e accattivante.

Mantenimento delle funzionalità e delle prestazioni:

Assicurarsi che le modifiche apportate non compromettano le funzionalità e le prestazioni dell'amplificatore.

È fondamentale che il nuovo design mantenga gli standard di qualità del marchio e soddisfi le esigenze dei clienti.

Il modello esistente: Flagship M

L'amplificatore per auto Audio Solution Flagship si presenta come un blocco monolitico nero, con un design minimale, pensato per offrire elevate prestazioni senza rinunciare a un'estetica sobria. La struttura è caratterizzata da uno schermo rettangolare posto sulla parte superiore, il quale permette di visualizzare e controllare le principali impostazioni. Tuttavia, i controlli dello schermo, posizionati sul lato destro dell'unità, potrebbero risultare meno accessibili quando l'amplificatore è installato in spazi ristretti o difficilmente raggiungibili, come sotto i sedili o nel bagagliaio. La forma così allargata potrebbe rendere l'affiancamento con altri componenti audio più complesso, soprattutto se si considera la necessità di installare ulteriori dispositivi per amplificare ulteriormente il sistema.



Analisi di benchmark

Audison sr 1500

L'amplificatore per auto Audison SR 1500 è composto da quattro elementi in alluminio che creano un design compatto, pensato per una facile integrazione sotto i sedili o nel bagagliaio di una varietà di veicoli. Tuttavia, la sua forma allargata potrebbe presentare delle difficoltà nell'affiancamento ad altri dispositivi simili, rischiando di occupare troppo spazio nel bagagliaio, soprattutto considerando la sua natura monacale che richiede quindi l'installazione di più unità per soddisfare le esigenze di potenza audio desiderate.

Inoltre, l'accessibilità alle regolazioni del suono potrebbe risultare limitata, poiché richiede la rimozione di una placchetta in metallo fissata da due viti per accedere al pannello di controllo. Questo potrebbe comportare una maggiore scomodità e richiedere più tempo per apportare modifiche alle impostazioni audio.

La finitura nera contribuisce a conferire all'amplificatore un aspetto sobrio e moderno, mentre le opzioni di connettività e la potenza audio disponibile assicurano una flessibilità nell'integrazione con altri componenti audio del veicolo.



Skar Audio RP-350

Lo Skar Audio RP-350 è un amplificatore per auto progettato con dimensioni compatte, simili al suo concorrente, l'Audison SR 1.500, anche'esso quindi, presenta un design che potrebbe generare difficoltà nell'affiancamento ad altri dispositivi, amplificate dalla presenza dei dissipatori passivi di calore (realizzati in alluminio) inseriti sui lati. Questi dissipatori contribuiscono a mantenere l'amplificatore a una temperatura ottimale, consentendo

un funzionamento più efficiente e prolungato senza rischi di surriscaldamento.

D'altra parte, la parte delle regolazioni dello Skar Audio RP-350 è posizionata nella parte anteriore del dispositivo, rendendola molto più accessibile. Questo facilita l'aggiustamento delle impostazioni audio senza la necessità di rimuovere parti aggiuntive, contribuendo a una migliore esperienza utente. L'amplificatore è realizzato da una scocca in alluminio e due frontali in ferro.



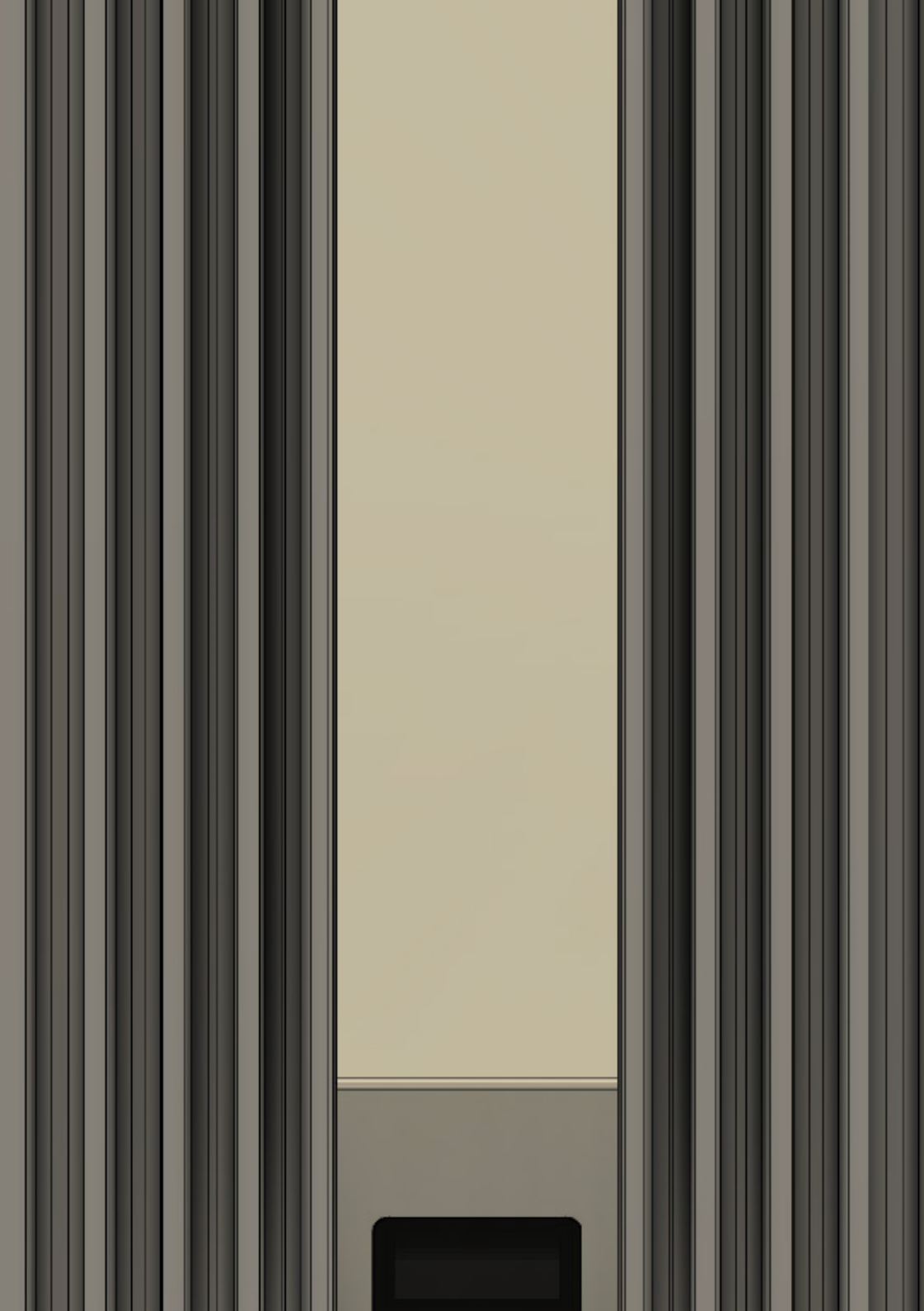
RS Audio experience

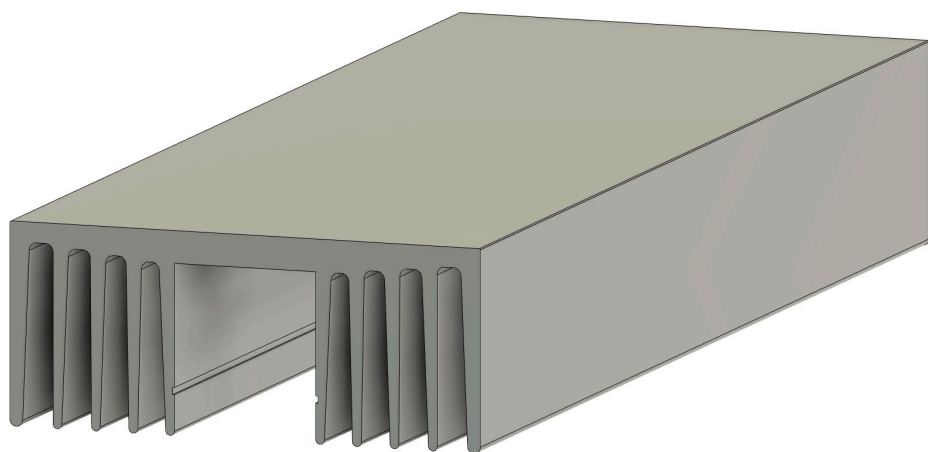
L' RS Audio Experience è un amplificatore per auto caratterizzato da dimensioni studiate per facilitare l'affiancamento ad altri amplificatori, offrendo una soluzione pratica per l'integrazione in sistemi audio complessi. Il design stretto e allungato è concepito per massimizzare l'utilizzo dello spazio disponibile nel bagagliaio del veicolo, consentendo una disposizione ottimale degli amplificatori senza compromettere la funzionalità. Anche le regolazioni dello RS Audio

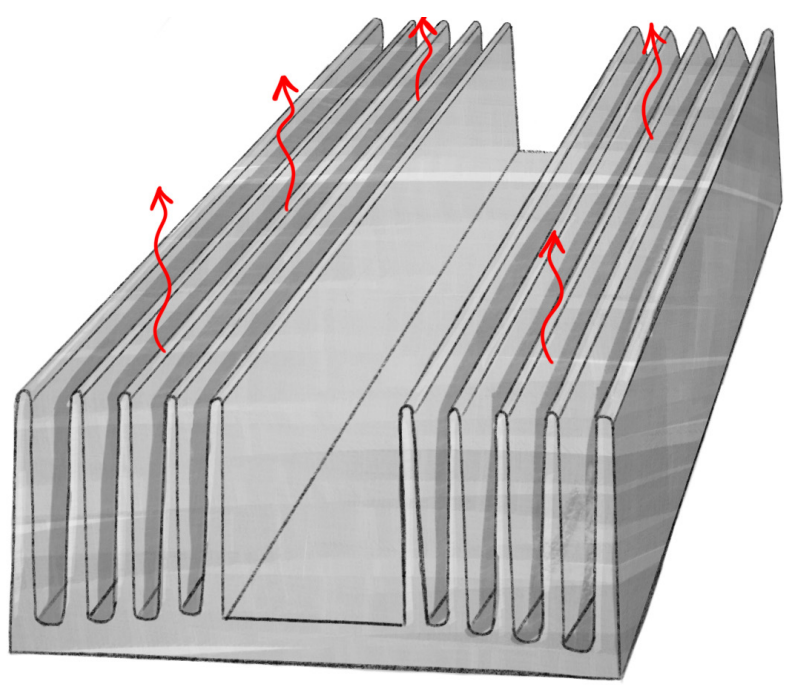
Experience sono collocate nella parte frontale, garantendo un accesso rapido e semplice alle impostazioni audio senza la necessità di rimuovere parti aggiuntive. Tuttavia, il design complessivo dell'amplificatore risulta molto semplice e anonimo, con una estetica che mira a fondersi discretamente nell'ambiente dell'auto senza attirare eccessiva attenzione. L'amplificatore è composto frontini in alluminio che permettono di sorreggere una scocca in ferro verniciata a polveri.



Il nuovo modello Flagship 2024







Dissipatore di calore

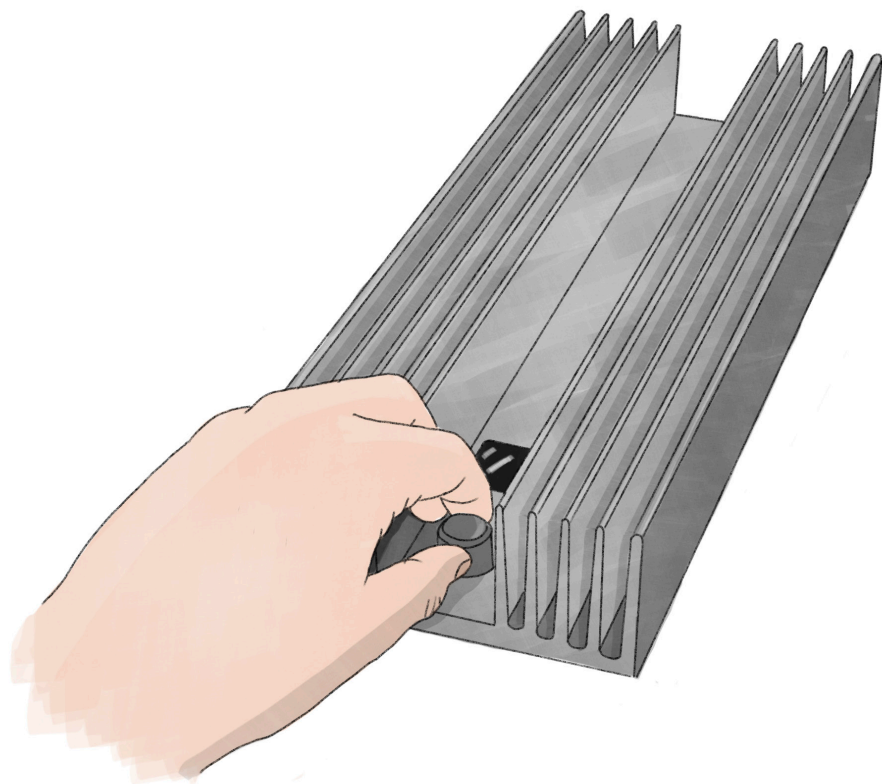
Considerato il vincolo di integrare un dissipatore di calore dal catalogo di Gorini Dissipatori, è stata avviata una ricerca tra le opzioni disponibili. Le dimensioni richieste hanno limitato significativamente le scelte, rendendo la selezione un compito impegnativo. Nonostante queste restrizioni è stato individuato un modello promettente. La soluzione proposta prevede l'utilizzo del dissipatore in modo non convenzionale: invece di montarlo nella maniera tradizionale è stato posizionato rovesciato rispetto al modello di amplificatore esistente. Tale configurazione è stata scelta per migliorare la dissipazione del calore, condizione essenziale per garantire le prestazioni ottimali del prodotto come richiesto nel brief.

Il dissipatore di calore selezionato è realizzato in alluminio tramite un processo di estrusione il che ha fornito un'opportunità significativa poiché non vi erano vincoli sulla lunghezza del dissipatore stesso. Per assicurare che il dissipatore soddisfacesse le esigenze specifiche del nuovo design è stata calcolata l'area occupata dalla scheda dell'amplificatore precedente. Utilizzando queste dimensioni come punto di riferimento è stata determinata la lunghezza minima necessaria per l'inserimento di tutti i componenti nell'amplificatore ridisegnato.

Interfaccia di configurazione

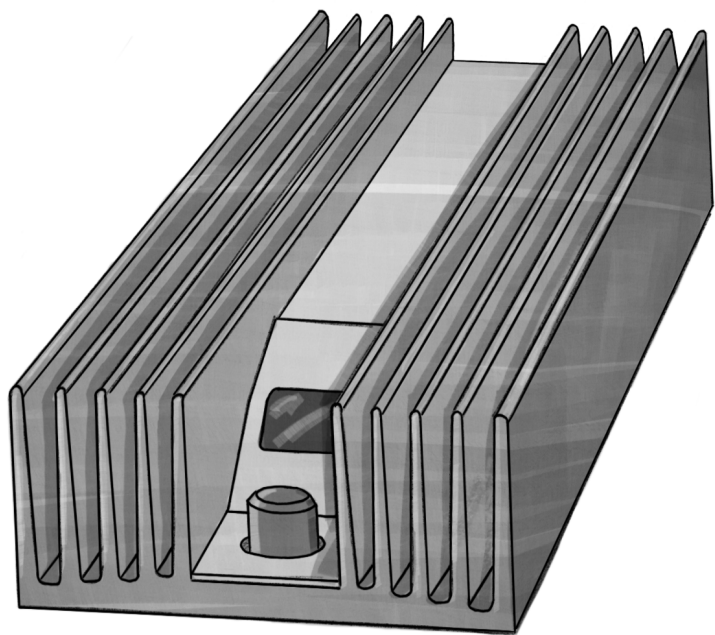
Data la forma particolare del dissipatore di calore identificato, è stata ricercata una modalità per sfruttare questa caratteristica nell'integrazione dell'interfaccia di configurazione, come richiesto nel brief. Sfruttando lo spazio vuoto centrale del dissipatore è stato progettato l'inserimento di uno schermo e un trimmer per consentire agli utenti di navigare attraverso le varie opzioni del menu di configurazione. Questa disposizione strategica rispetta il vincolo tecnico di integrare un sistema di configurazione nel design sfruttando al contempo le caratteristiche del dissipatore stesso.

Inoltre, la disposizione dello schermo e del trimmer in prossimità rappresenta un miglioramento rispetto al modello precedente. Nel design passato lo schermo era posizionato nella parte superiore dell'amplificatore, mentre i comandi, costituiti da un singolo tasto, erano situati lateralmente. Questa disposizione risultava poco intuitiva e rendeva il processo di configurazione meno agevole per gli utenti. Integrando lo schermo e il trimmer in una posizione centrale e vicina tra loro, è stata ottimizzata l'usabilità del dispositivo consentendo agli utenti un accesso più immediato e intuitivo alle funzioni di configurazione, riducendo la necessità di spostarsi tra diverse parti dell'amplificatore durante l'utilizzo.



Nonostante i miglioramenti apportati con l'integrazione dello schermo e del trimmer, la forma del dissipatore e la posizione leggermente interna del display presentavano problemi di leggibilità. Durante le fasi di configurazione, la presenza della mano dell'utente poteva creare ostacoli visivi che limitavano la chiarezza dello schermo. Questo problema diventava particolarmente evidente quando l'utente non guardava l'amplificatore in modo perpendicolare, compromettendo la configurazione dell'amplificatore.

Per ovviare a questo problema, sono state ricercate soluzioni che migliorassero la visibilità dello schermo in diverse situazioni di utilizzo. Una delle prime considerazioni è stata quella di sollevare lo schermo per renderlo più accessibile e visibile durante la configurazione. Tuttavia, tutte le soluzioni esaminate presentavano inconvenienti o compromessi, sia dal punto di vista funzionale che estetico. Dopo una valutazione delle opzioni disponibili è stata adottata la soluzione mostrata nello schizzo qui affianco: una barra in metallo piegata per consentire il sollevamento dello schermo, mantenendo al contempo la manopola del trimmer nella sua posizione originaria. Questo design permette l'integrazione dello schermo in una posizione più favorevole alla sua lettura, grazie a un'inclinazione di 30 gradi rispetto alla superficie dell'amplificatore. Questa soluzione non solo risolve il problema della leggibilità dello schermo durante la configurazione dell'amplificatore, ma contribuisce anche alla coerenza estetica complessiva del prodotto. La scelta di questa soluzione deriva dalla volontà di offrire un prodotto funzionale, esteticamente gradevole e intuitivo da utilizzare, in linea con gli altri modelli presenti nel catalogo del marchio.



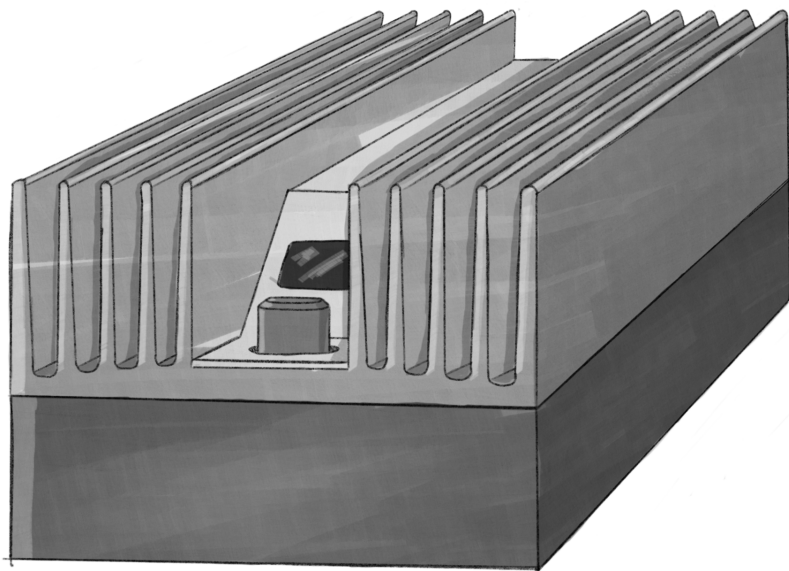
Scocca

Una volta risolti i problemi di leggibilità dello schermo l'attenzione è stata focalizzata sulla realizzazione della scocca dell'amplificatore. Data l'altezza significativa del dissipatore di calore, è stato essenziale progettare la scocca per ridurre al minimo l'altezza complessiva del prodotto. Questo approccio mirava a garantire che l'amplificatore fosse adeguatamente dimensionato per adattarsi alla media delle dimensioni degli altri amplificatori presenti sul mercato, assicurando una maggiore compatibilità e facilità di installazione nei veicoli dei clienti.

La scocca è stata realizzata con una combinazione di materiali e processi che garantiscono resistenza, durata e un aspetto estetico attraente. Il componente principale della scocca è una lamiera in ferro accuratamente piegata e modellata per adattarsi alle dimensioni e alla forma dell'amplificatore. Questo pezzo costituisce i lati lunghi e il fondo della scocca e fornisce una struttura solida e stabile per alloggiare la scheda elettronica e gli altri componenti interni.

Frontali

Per i frontali, che coprono il fronte e il retro dell'amplificatore, è stato adottato un approccio simile. Questi pannelli sono realizzati anch'essi in ferro e presentano due pieghe lungo i bordi inferiori. Quest'ultime svolgono un ruolo importante nel fissaggio dell'amplificatore all'interno del veicolo. Grazie ad esse, infatti, è possibile montare saldamente l'amplificatore all'interno dell'auto senza dover ricorrere a ulteriori sistemi di fissaggio esterni.

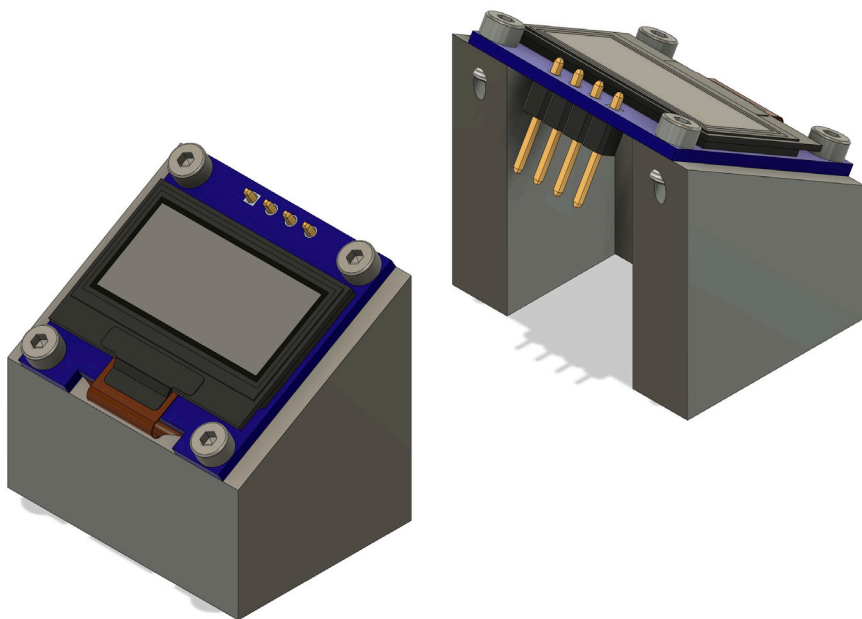


Ingegnerizzazione

Dopo l'approvazione del design dell'amplificatore da parte della dirigenza, è stata avviata la fase successiva del processo di sviluppo: l'ingegnerizzazione. Questa fase ha avuto come obiettivo la trasformazione del design approvato in una soluzione praticabile dal punto di vista tecnologico e industriale, adattando il progetto alle necessità della produzione. È stato essenziale considerare vari aspetti come la selezione dei materiali, i processi produttivi, i costi associati e i tempi di realizzazione. Durante questa fase sono emerse diverse sfide e problematiche che hanno richiesto un'analisi approfondita e l'adozione di soluzioni innovative.

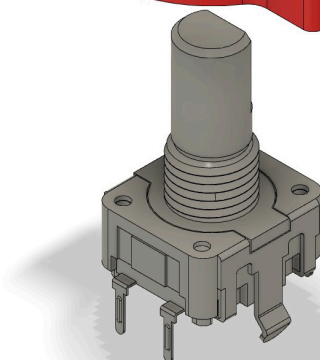
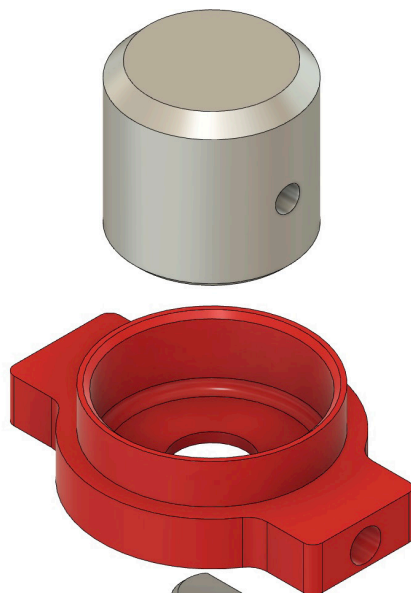
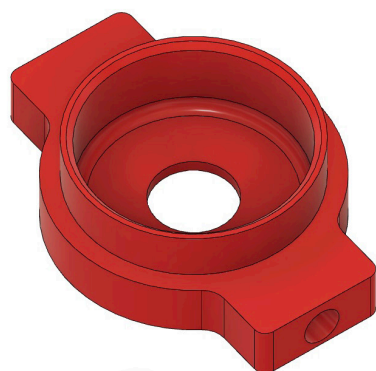
Fissaggio dello schermo

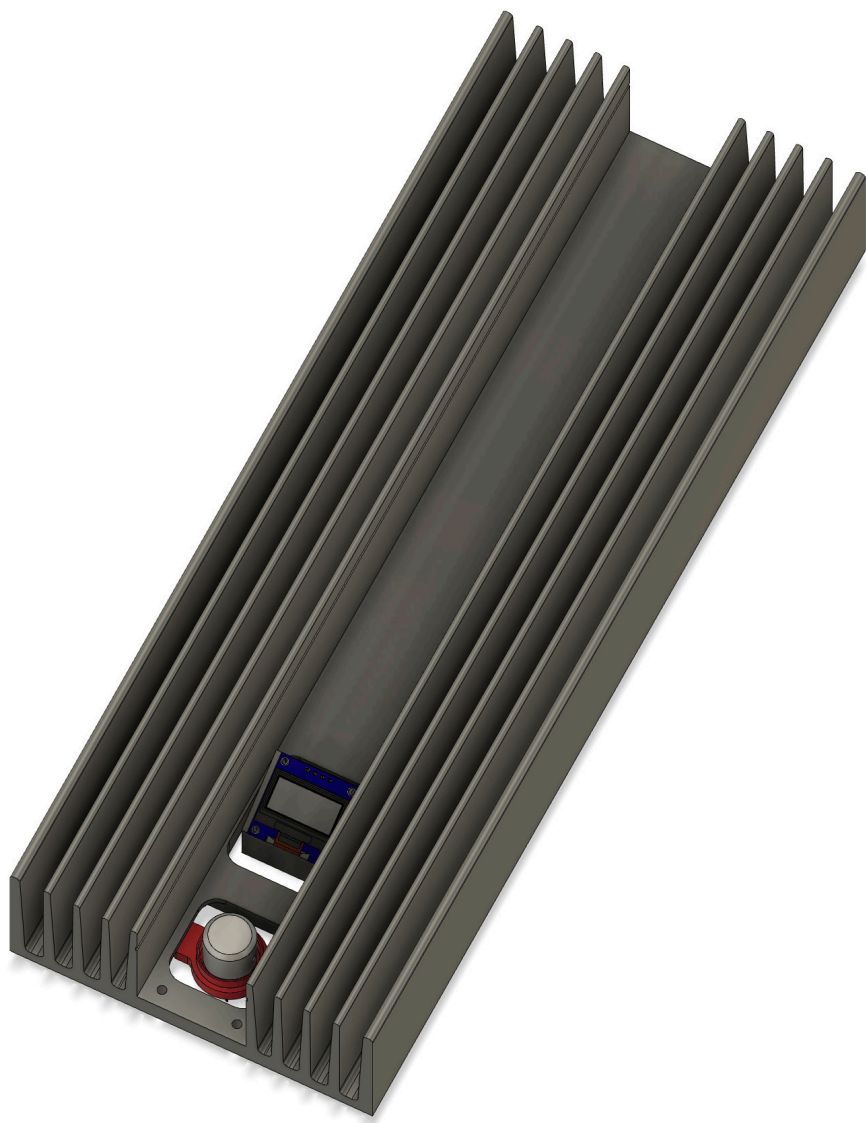
Uno dei primi problemi affrontati è stato il fissaggio dello schermo. Era essenziale trovare una soluzione che garantisse stabilità e durata nel tempo considerando le sollecitazioni che il componente avrebbe potuto subire, inclusi gli urti accidentali, le vibrazioni e i movimenti durante il trasporto e l'installazione. È stata progettata una soluzione utilizzando un supporto stampato in 3D realizzato in resina specificamente concepito per avvitarsi alla scheda elettronica. Questo approccio ha permesso di fissare lo schermo in modo sicuro, minimizzando al contempo i potenziali danni durante l'assemblaggio e l'uso del dispositivo. La scelta della stampa 3D ha offerto un livello di precisione e flessibilità di progettazione difficilmente raggiungibile con altre tecniche di produzione permettendo di adattare il supporto alle esigenze specifiche del progetto.



Trimmer e usabilità

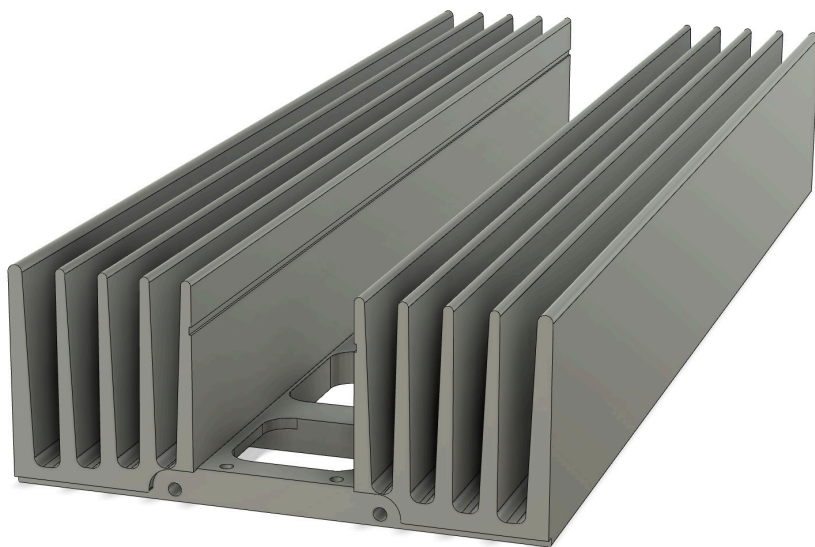
Successivamente è stata affrontata la questione del trimmer concentrandosi sull'ergonomia e sull'usabilità per l'utente finale. Per mantenere la coerenza con altri prodotti della gamma e ottimizzare i costi di produzione è stata selezionata una manopola già in uso in altri modelli. Questa scelta ha facilitato la standardizzazione dei componenti e ha contribuito a ridurre i tempi e i costi di produzione. Tuttavia è emersa una sfida legata alla visibilità della manopola in condizioni di scarsa illuminazione, tipiche dell'interno dei bagagliai delle automobili. Per risolvere questa problematica è stato sviluppato un elemento aggiuntivo, anch'esso stampato in 3D con resina trasparente, che ospita dei LED. Questa soluzione non solo migliora la visibilità della manopola in ambienti poco illuminati, ma aggiunge anche un tocco estetico moderno al prodotto, migliorando l'esperienza utente.





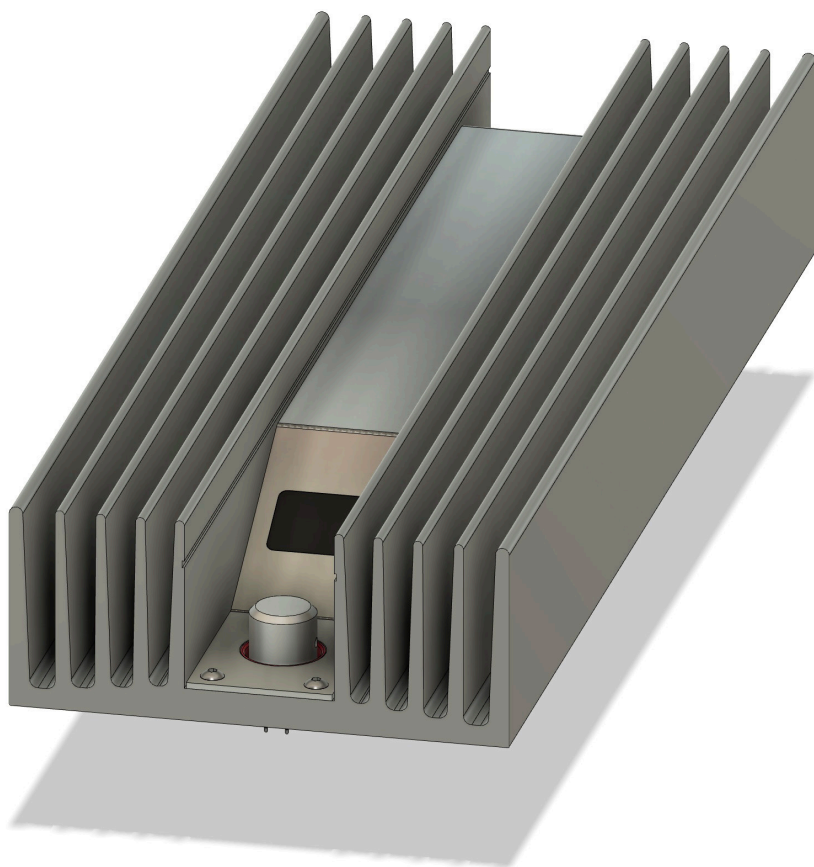
Fori sul radiatore

Un aspetto critico del processo di ingegnerizzazione ha riguardato il posizionamento strategico dei fori sul radiatore. Questi fori sono necessari per l'installazione sicura dei componenti elettronici e dei supporti stampati in 3D. Durante questa fase è stata prestata particolare attenzione alla disposizione dei fori, assicurandosi che fossero posizionati in modo da non interferire con altri componenti e facilitare l'assemblaggio. Una disposizione corretta dei fori è essenziale per garantire che il processo di assemblaggio sia efficiente e che il prodotto finale sia solido e affidabile.



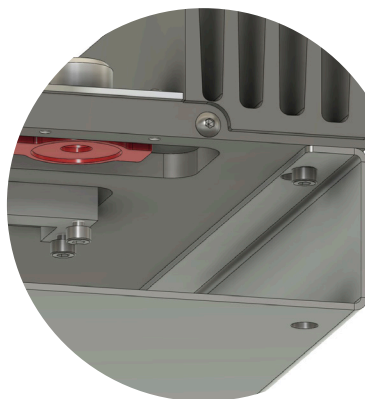
Barra in metallo

Il fissaggio della barra in metallo curvata è stato un altro aspetto importante da risolvere. Inizialmente è stata considerata l'opzione di un incastro tra il radiatore e il frontale dell'amplificatore per evitare l'uso di viti, sia per motivi estetici che pratici. Tuttavia, questa soluzione ha presentato problemi di stabilità con la barra che poteva muoversi generando rumori indesiderati. La soluzione adottata ha previsto l'uso di viti per fissare la barra posizionate in modo strategico per minimizzare l'impatto visivo. Questo metodo ha garantito una stabilità ottimale, eliminando qualsiasi rischio di movimento o vibrazioni indesiderate.



Fissaggio scocca

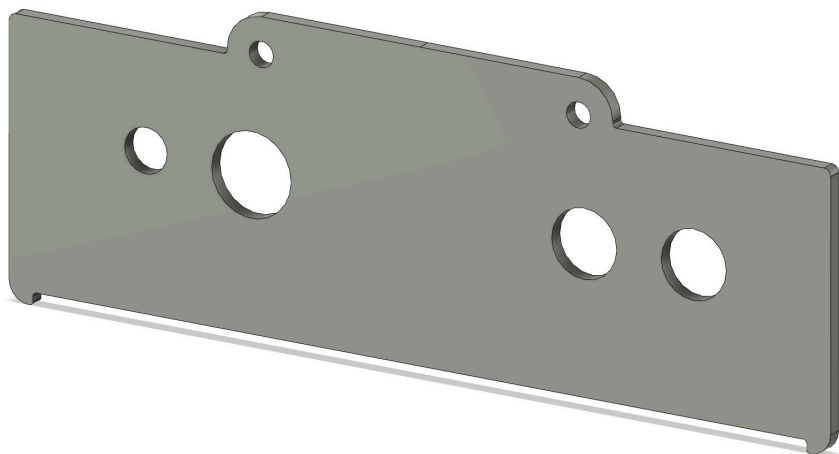
Per il fissaggio della scocca al radiatore è stata esaminata una varietà di approcci. Inizialmente è stato considerato l'uso di viti visibili, ma successivamente è stato scartato per motivi estetici. La soluzione finale ha coinvolto un sistema di fissaggio nascosto in cui la scocca viene incastrata al radiatore tramite una serie di alloggi interni, con le viti posizionate incastrate all'interno di essi nella parte inferiore. Questo sistema non solo ha migliorato l'estetica complessiva del prodotto, ma ha anche semplificato il processo di assemblaggio, rendendolo più intuitivo per gli operatori.

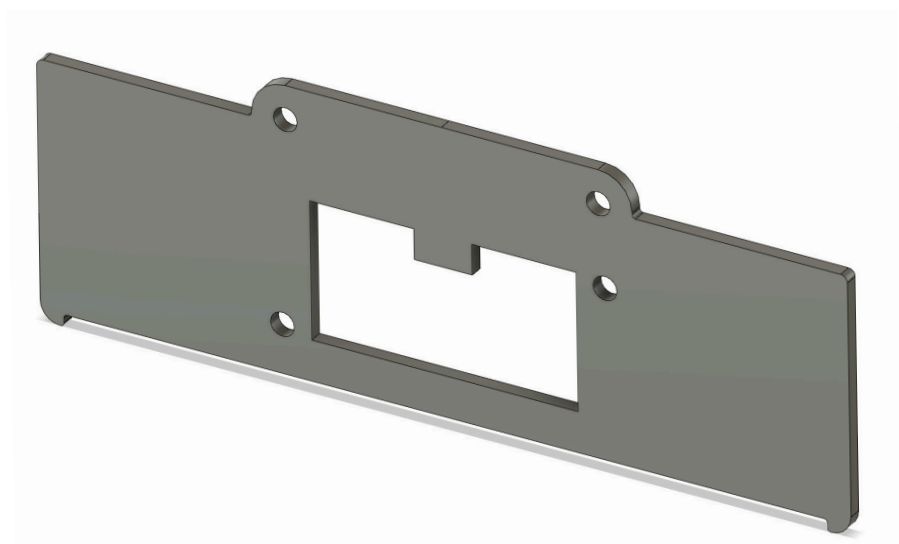




Fissaggio dei frontali

Il fissaggio dei frontali dell'amplificatore ha presentato ulteriori sfide dovute alla necessità di utilizzare viti di dimensioni standard M3 in uno spazio limitato. La base del radiatore non era sufficientemente spessa per ospitare queste viti richiedendo una soluzione alternativa. È stata eseguita una fresatura precisa sia sulla scocca che sul radiatore per creare un alloggiamento che permettesse un incastro sicuro e stabile dei frontali senza esporre le viti. Questo approccio ha garantito una finitura pulita e uniforme, essenziale per mantenere l'aspetto premium del prodotto.





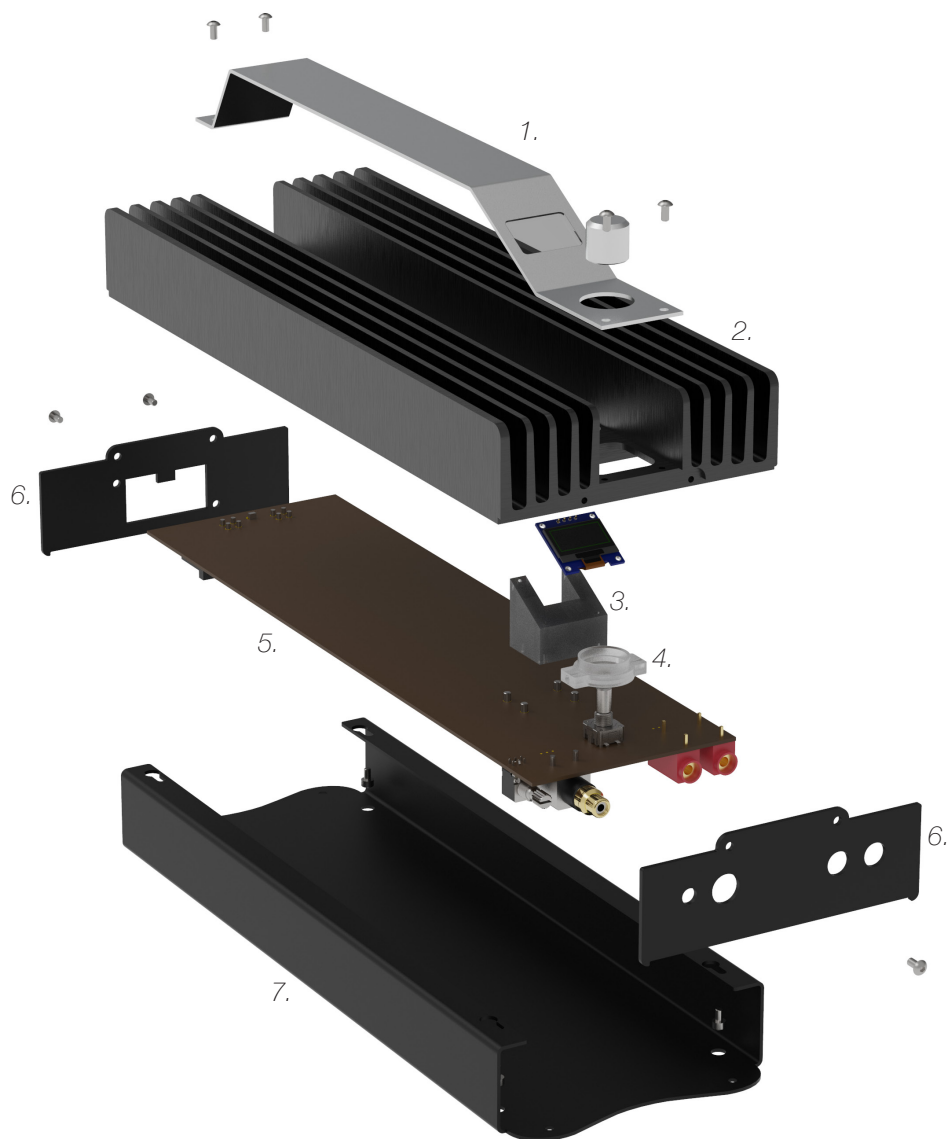
Ottimizzazione per il processo industriale

L'ultima fase del processo ha riguardato l'ottimizzazione delle operazioni di lavorazione industriale. È stato deciso di riposizionare gli elementi di fissaggio dell'amplificatore al bagagliaio spostandoli dai frontali alla scocca principale. Questa modifica ha semplificato il processo di lavorazione dei frontali riducendo i tempi di produzione e i costi associati. Inoltre, ha contribuito a migliorare l'estetica complessiva del prodotto, conferendo un aspetto più pulito e uniforme.





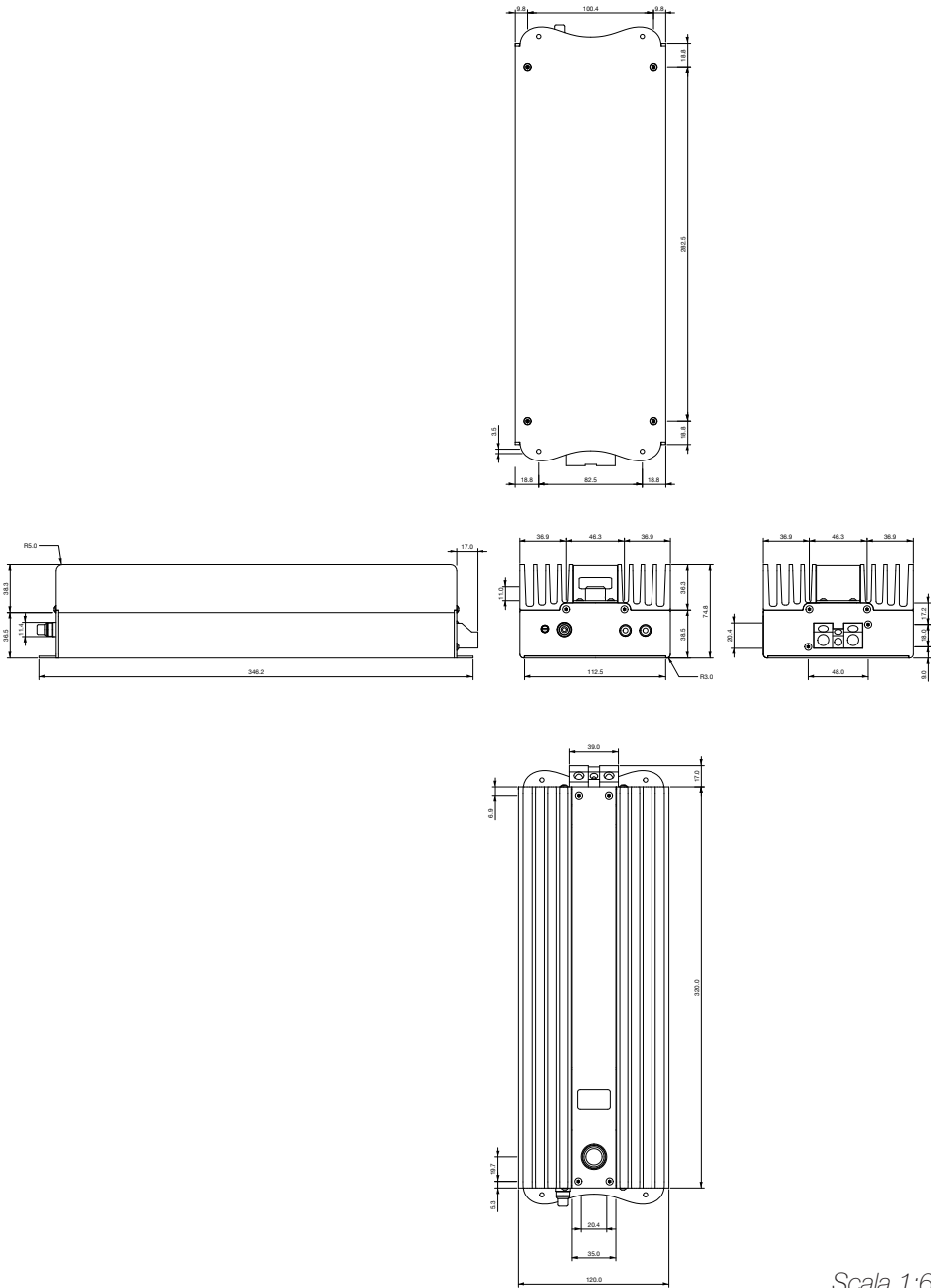




Esploso

1. Barra in metallo
2. Dissipatore di calore
3. Supporto per schermo
4. Supporto per manopola
5. Scheda elettrica
6. Frontali
7. Scocca

Disegni tecnici



Scala 1:6



Conclusione

L'intero processo di ingegnerizzazione è stato orientato a garantire che il prodotto finale fosse non solo funzionale e robusto, ma anche esteticamente piacevole e intuitivo da utilizzare. Ogni decisione è stata presa con l'obiettivo di migliorare la qualità complessiva del prodotto, ottimizzando al contempo i processi produttivi per garantire efficienza e sostenibilità. Le soluzioni adottate, dalla stampa 3D per i componenti personalizzati all'uso strategico dei materiali e dei metodi di fissaggio hanno permesso di realizzare un amplificatore che soddisfa tutte le aspettative in termini di prestazioni, estetica e usabilità.

Rinfrazimenti

A chi ha condiviso il viaggio,
senza chiedere nulla, senza voltarsi indietro.

A chi ha atteso paziente i miei ritorni,
sopportando silenzi, assenze, distanze.

A chi ha sostenuto il mio passo,
anche quando il cammino sembrava fermarsi.

A chi ha donato il proprio tempo,
senza calcolarlo, senza pretenderlo indietro.

A Davide,
per avermi sopportato, per la pazienza
e per esserci stato nei momenti di bisogno,
senza mai aspettare nulla in cambio.

A loro, a voi,
queste pagine appartengono tanto quanto a me.

Grazie.

Sitografia

<https://sciencing.com/about-4899502-history-audio-amplifier.html>

<http://www.aes.org/aeshc/docs/audio.history.timeline.html>

https://online.scuola.zanichelli.it/paolucci/volume3/archiviocontemporanea/paolucci_terza-rivoluzione-industriale.pdf

<https://www.treccani.it/enciclopedia/amplificatore/#>

<https://www.polarisaudio.it/it/guide/hi-fi/amplificatore-valvolare>

<https://www.hifiprestige.it/blog/amplificatori/amplificatore-transistor-differenze-valvolari>

<https://www.afdigitale.it/classe-a-b-ab-e-d-quale-amplificatore-scelgo/>

<https://www.tnt-audio.com/adeste/fedelta.html>

<https://www.entertechnica.com/2022/10/la-potenza-di-un-amplificatore/>

[https://www.techsoundsystem.com/blog/post/come-funziona-un-amplificatore-audio#:~:text=Un amplificatore è un dispositivo,migliorare la qualità di riproduzione.](https://www.techsoundsystem.com/blog/post/come-funziona-un-amplificatore-audio#:~:text=Un%20amplificatore%20%C3%A8%20un%20dispositivo,migliorare%20la%20qualit%C3%A0%20di%20riproduzione.)

<https://www.audiosolution.it/flagship-m.php>

