

# 1. Suono e rumore

In questo capitolo vedremo la relazione che intercorre tra suono e rumore e che rapporto hanno con la sintesi additiva.

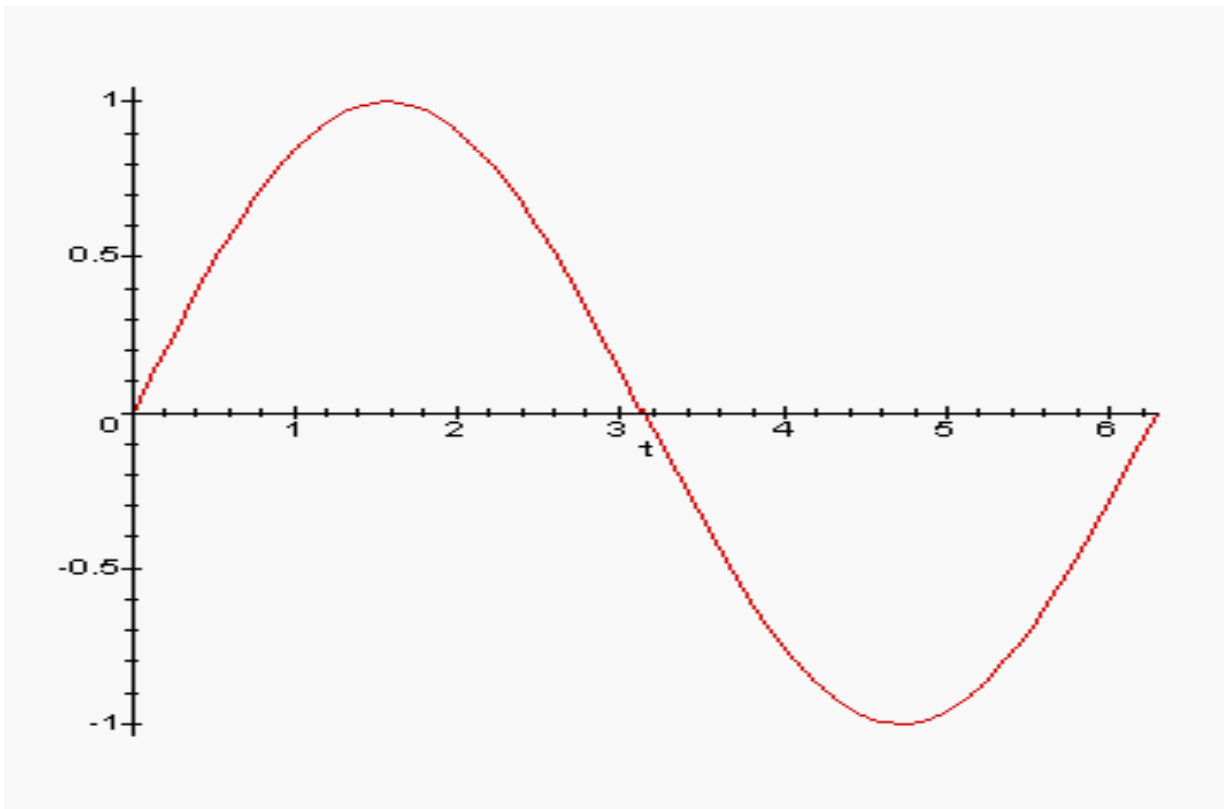
Possiamo definire il suono come una particolare sensazione percepita dall'organo dell'udito eccitato da un agente esterno. Esso ha origine dal movimento di un corpo dotato di caratteristiche elastiche, e si propaga modificandosi attraverso un mezzo solido, liquido o gassoso, dotato anch'esso di proprietà elastiche.

Si può osservare che la vibrazione di questi corpi elastici ha un andamento ondulatorio, ossia descrive nel tempo un movimento che può essere rappresentato graficamente con un'onda. Tale onda sarà caratterizzata, a seconda della natura, delle dimensioni, e dello stato di tensione del corpo elastico che entra in vibrazione, nonché dalla causa che origina tale vibrazione, da alcune grandezze che ne definiscono l'andamento: innanzitutto la frequenza, espressa in hertz.

Vi è poi da considerare l'ampiezza dell'oscillazione che determina l'intensità del suono.

In generale possiamo distinguere tra due tipi di suono: i suoni semplici e i suoni complessi.

I suoni semplici non esistono in natura, sono riproducibili soltanto artificialmente e hanno forma d'onda sinusoidale.



*Figura 1: Onda sinusoidale*

Nella maggior parte dei casi il suono che percepiamo non è un suono semplice, ma è un suono complesso.

Per comprendere appieno il concetto di suono complesso bisogna prima definire il significato di parziali (o ipertoni) e di involuppo.

Le parziali sono le componenti di frequenza superiore alla fondamentale contenute in un suono complesso e possono essere di tipo armonico o di tipo inarmonico. Le parziali di tipo armonico, chiamate anche “armoniche”, sono in precisa relazione tra loro e soprattutto sono relative al suono fondamentale.

La frequenza del suono complesso, che è poi la più bassa fra le armoniche, prende il nome di fondamentale. Le armoniche superiori prendono il nome di seconda armonica, terza armonica, quarta armonica ecc. a seconda se la frequenza è 2, 3, 4.... volte la fondamentale.

Ogni armonica ha quindi una propria frequenza ma anche una propria ampiezza e una propria fase assolutamente indipendenti da quelli della frequenza fondamentale.

Proprio dal numero dei suoni armonici e dai valori dei singoli parametri di ciascuno dipende il carattere sonoro del suono complesso.

Non è semplice dare una definizione di inviluppo, questo termine infatti è utilizzato nei campi più disparati, dall'architettura alla meccanica, ma, nel nostro caso, potremmo definirlo come evoluzione temporale di un parametro, come l'ampiezza o il timbro.

L'inviluppo di ampiezza è l'andamento nel tempo definito da quattro grandezze: attacco, decadimento, tenuta, rilascio. Ma chiariamo concettualmente il significato di tali grandezze:

- **Attacco:** corrisponde all'inizio del suono e dura fino al momento in cui il suono ha raggiunto la massima energia. Può essere immediato (l'attacco del piano o di uno strumento a percussione dura circa 1/100 di secondo) o graduale (negli strumenti ad arco e a fiato l'esecutore può creare un attacco in crescendo della durata di vari secondi). Tutti i suoni hanno un attacco.
- **Decadimento:** detto anche decadimento iniziale o primo decadimento - in alcuni strumenti (es. ottoni), all'attacco segue una breve e rapida diminuzione di ampiezza, prima che il suono si stabilizzi. Di solito è dovuto al fatto che il suono scatta solo quando si supera una certa soglia di energia (es. una certa pressione del soffio), non prima. La conseguenza di questo scatto è un attacco abbastanza rapido seguito da un breve decadimento.
- **Tenuta:** è la fase in cui il suono rimane stabile mentre l'esecutore continua a fornire energia.
- **Rilascio:** detto anche decadimento finale - è la fase che inizia nel momento in cui l'esecutore smette di dare energia e il suono decade più o meno rapidamente. Tutti i suoni hanno un rilascio.

Consideriamo infine, che le 4 fasi dell'inviluppo di ampiezza sono schematiche: si tratta di una semplificazione utile per studiare l'evoluzione dinamica dei suoni. Anche nella fase di tenuta, il suono non è mai perfettamente fermo (non sarebbe umano)

anche a causa di pratiche esecutive come il vibrato o di particolarità costruttive come le doppie o triple corde del piano.

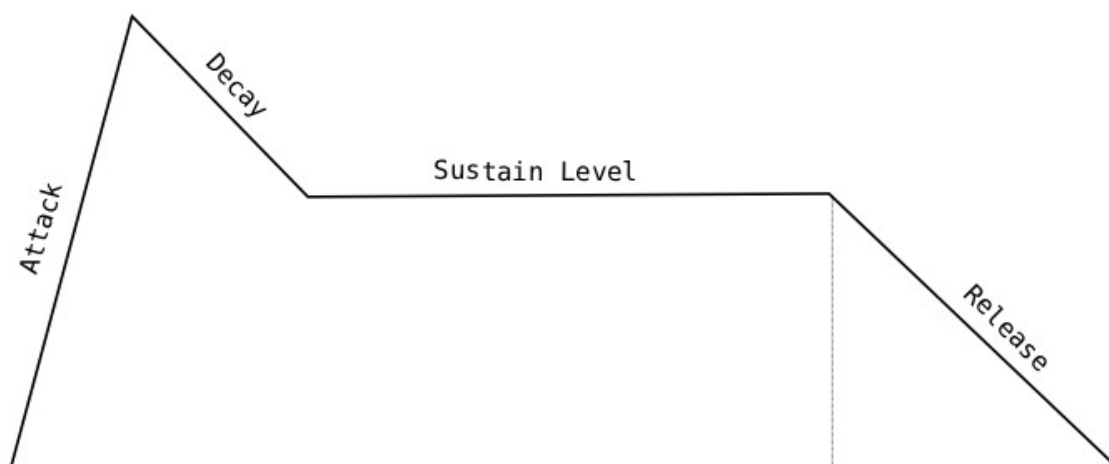


Figura 2: Inviluppo di ampiezza

L'inviluppo timbrico invece permette a un suono di cambiare il suo carattere timbrico nel tempo. Questo avviene praticamente con tutti gli strumenti, infatti se andassimo ad analizzare l'attacco di un qualsiasi suono, vi troveremo componenti timbriche totalmente diverse da quelle presenti nella sua stessa evoluzione.

Per definire meglio il suono complesso però dobbiamo introdurre l'idea di periodicità del suono. Prendiamo in esempio un suono armonico formato da nove componenti come in figura 3.

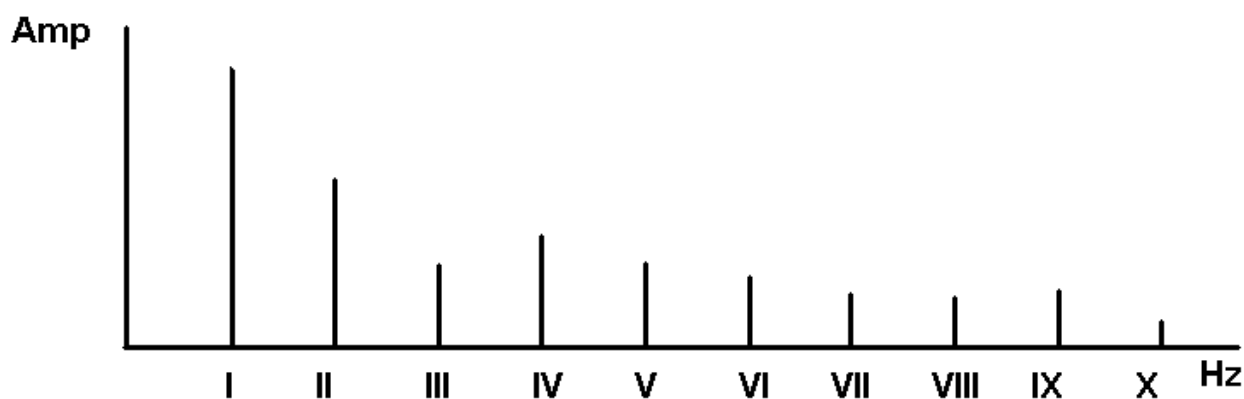


Figura 3: Esempio di suono armonico

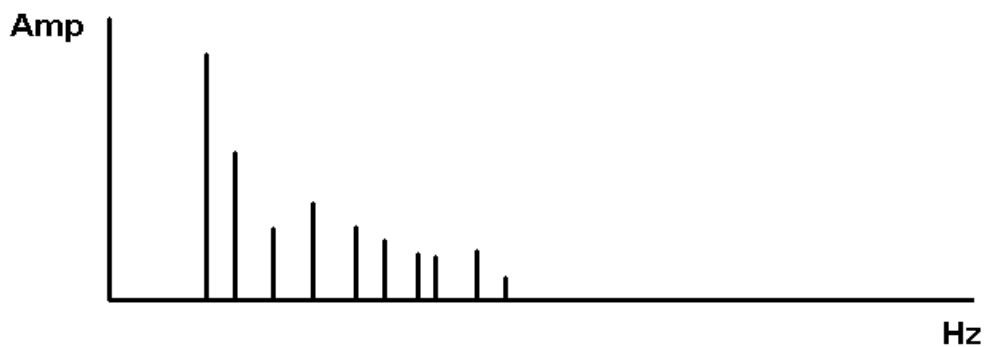
Come è chiaro dalla figura, le frequenze sono equidistanti: ciò significa che sono tutte in rapporto armonico con la fondamentale.

L'onda risultante sarà di tipo periodico, ossia che si ripete ciclicamente dopo un determinato periodo di tempo, come in figura.



*Figura 4: Onda periodica*

Se invece le componenti sono in rapporto non armonico, come in figura 5,



*Figura 5: Esempio di suono inarmonico*

daranno luogo a un'onda aperiodica di questo tipo.



*Figura 6: Onda aperiodica*

I suoni periodici vengono percepiti come dotati di altezza definita, per esempio i suoni degli strumenti musicali ad altezza determinata o i suoni della voce umana.

I suoni non periodici invece non vengono percepiti come dotati di altezza definita; al massimo è possibile individuare una gamma o banda di frequenza in cui c'è un addensamento di componenti dotate di ampiezza rilevante; per esempio i suoni degli strumenti musicali ad altezza non definita (piatti, gong, triangolo) o i suoni consonantici della voce umana.

Alcuni suoni reali inoltre sono caratterizzati proprio dall'assenza di armoniche; è il caso delle campane, nelle quali non è nemmeno presente il termine relativo alla fondamentale e le armoniche hanno rapporti solo approssimativamente armonici. Entrando nello specifico possiamo parlare di "rumore armonico", generato da diverse bande di rumore bianco, ciascuna centrata su un multiplo intero della frequenza fondamentale prescelta. Quando le bande sono idealmente strettissime lo spettro diventa identico a quello di un suono gradevole, mentre quanto più le singole bande sono larghe, tanto più sopravviene il carattere di rumore. In tutti i casi l'onda sonora risultante possiede componenti periodiche, ma in senso stretto non è mai esattamente periodica, perché una componente casuale è sempre presente, tranne che nel limite di bande infinitamente strette.

Per convenzione oggi definiamo il rumore come un segnale di disturbo tra emittente e ricevente in un sistema di comunicazione.

Un'altra caratteristica dei suoni reali è che questi non sono mai del tutto periodici: le forme d'onda si ripetono nel tempo assumendo degli andamenti simili, ma non del tutto uguali. L'orecchio percepisce quindi un andamento approssimativamente periodico, ma percepisce anche le variazioni nella forma d'onda, che contribuiscono a dare dinamicità al suono prodotto.

Questo spesso si traduce nella percezione di un suono che rapidamente diventa poco interessante per l'ascoltatore, ed erroneamente definito rumore. In molte trattazioni elementari del problema infatti si afferma che ciò che sembra

caratterizzare il suono rispetto al rumore è la sua descrizione in termini di un'onda periodica.

La questione è un po' più complessa: anche prescindendo dal giudizio estetico dei suoni ottenuti, la periodicità dell'onda non è condizione sufficiente per chiamare suono ciò che udiamo, infatti pure un suono periodico può risultare molto più sgradevole di un suono aperiodico. In pratica nessun suono ha una forma d'onda esattamente periodica, una funzione periodica è qualcosa di dato da sempre e per sempre, mentre il suono è qualcosa che nasce, evolve nel tempo e muore, da qui la definizione di suono “quasi periodico”. D'altronde un suono perennemente uguale a se stesso lascerebbe il tempo che trova.