



# INFORMATICA MUSICALE

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA**  
**DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E INFORMATICA**  
**LAUREA TRIENNALE IN INFORMATICA**  
**A.A. 2018/19**  
**Prof. Filippo L.M. Milotta**

**ID PROGETTO: 11**

**TITOLO PROGETTO:** Amplificatore Elettronico

**AUTORE 1:** Cusmano Davide

**AUTORE 2:** Cuturi Manuela

## Sommario

<b>1. Obiettivi del progetto .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Metodo Proposto / Riferimenti Bibliografici .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Risultati Ottenuti / Argomenti Teorici Trattati .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Concetti utili .....</b>	<b>5</b>
<b>5. Amplificatore .....</b>	<b>6</b>
<b>6. Amplificatore reale .....</b>	<b>8</b>
<b>7. Alcuni tipi di Amplificatori Operazionali .....</b>	<b>9</b>
<b>8. Amplificatori Operazionali e segnali digitali .....</b>	<b>11</b>
<b>9. Problematiche degli Amplificatori .....</b>	<b>12</b>

## 1. Obiettivi del progetto

- Spiegazione di un Amplificatore Elettronico e del suo funzionamento;

Verrà introdotto l'Amplificatore Elettronico sia dal punto di vista circuitale che da quello fisico.

- Differenza tra Amplificatore ideale e reale;

Si farà notare come, a differenza di un amplificatore ideale, l'amplificatore reale lavora solo su certe bande di frequenza.

- Approfondire alcuni tipi di Amplificatori;

Si parlerà di:

- Amplificatore Acustico
- Amplificatore Operazionale
- Preamplificatore
- Equalizzatore

- Amplificatori e Digitale;

Con l'avvento del digitale è nato il bisogno di convertire il segnale elettrico in informazione digitale, dunque gli amplificatori vengono resi tali da effettuare direttamente questo lavoro.

- Mostrare le problematiche relative a questi dispositivi;

Descrizione delle problematiche a cui va incontro un amplificatore (ad esempio il rumore).

## 2. Metodo Proposto / Riferimenti Bibliografici

- Sedra, Smith, «Circuiti per la microelettronica», Edises, 2013.

Principale fonte per la spiegazione del funzionamento di un amplificatore in circuiti integrati.

- G. Giustolisi, G. Palumbo, «Introduzione ai Dispositivi Elettronici», Franco Angeli, 2005.

Utilizzato per la spiegazione di alcuni concetti utili (ad esempio il transistor) per una migliore comprensione dell'elaborato.

- Google Immagini (<https://www.google.it/imghp?hl=it>).

Fonte delle immagini presenti nell'elaborato.

### 3. Risultati Ottenuti / Argomenti Teorici Trattati

- Banda del segnale;

Gli Amplificatori sono dispositivi in grado di aumentare un segnale attraverso un incremento di energia, dunque vanno a lavorare sulla banda di segnale. Quindi è importante conoscere questo concetto per capire come questi dispositivi lavorino.

- Equalizzatore;

Gli equalizzatori sono dei dispositivi strettamente legati agli amplificatori, infatti vengono tratti nel paragrafo degli amplificatori operazionali. Qualunque amplificatore da hi-fi possiede un equalizzatore.

- Rumore;

Il rumore e la saturazione, con conseguente distorsione del segnale, sono alcuni tra i principali problemi riscontrati in amplificatore. Il primo in particolar modo dipende dal dispositivo in sé, da come è stato progettato il circuito interno; ciò è uno dei modi per distinguere gli amplificatori di buona qualità, minore sarà il rumore, maggiore sarà la qualità.

- Convertitore analogico-digitale;

Sono dei dispositivi largamente utilizzati negli amplificatori che devono elaborare segnali digitali oltre che analogici. In particolare si trovano negli amplificatori acustici.

## 4. Concetti utili

### ■ Banda di un segnale:

Quando si parla di quantità di informazioni che possono essere trasferiti in un determinato periodo di tempo si introduce il concetto di banda. Esso è l'intervallo di frequenze in cui si propaga il segnale. Questo intervallo è dotato di un'ampiezza che è strettamente legata alla velocità di trasmissione del segnale, ovvero la quantità di dati digitali che si possono trasferire nell'unità di tempo.

### ■ Transistor:

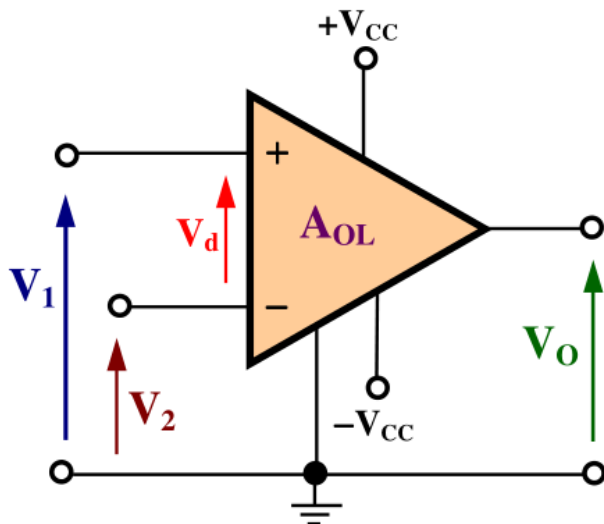
Il transistor è un dispositivo composto da un semiconduttore, solitamente il silicio, che si collega ad un circuito attraverso 3 o 4 "terminali". Questi terminali sono: porta, sorgente, pozzo e substrato (spesso collegato direttamente alla sorgente). Attraverso due di questi terminali (porta e sorgente) si può regolare il flusso della corrente elettrica in input/output, ciò permette di amplificare un segnale in ingresso e anche di funzionare come un interruttore. Ciò può avvenire poiché all'interno del semiconduttore si ha la formazione di un campo elettrico in cui avviene un processo di conduzione che è possibile controllare. Esistono vari tipi di Transistor, utilizzati soprattutto nell'ambito della microelettronica e all'interno di circuiti integrati. Infatti, questi dispositivi possono lavorare sia individualmente che in gran numero, come avviene nella maggior parte dei circuiti.

### ■ Impedenza:

È una grandezza fisica esprimibile con un numero complesso, data dal rapporto tra tensione e corrente, che indica la forza con cui si oppone un circuito al passaggio di corrente variabile. Si indica con la lettera  $Z$  ed è esprimibile anche in forma matriciale.

## 5. Amplificatore

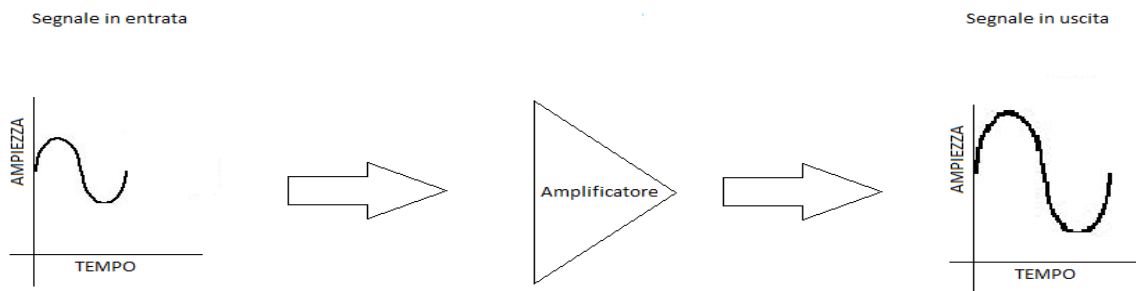
Un “Amplificatore” è un dispositivo elettronico capace di aumentare un segnale e di modificarne l’impedenza. Esso è alimentato in corrente ed inoltre è lineare poiché la sua relazione costitutiva, ovvero il modello matematico che ne descrive il funzionamento, è una funzione lineare.



**Relazione Costitutiva:**

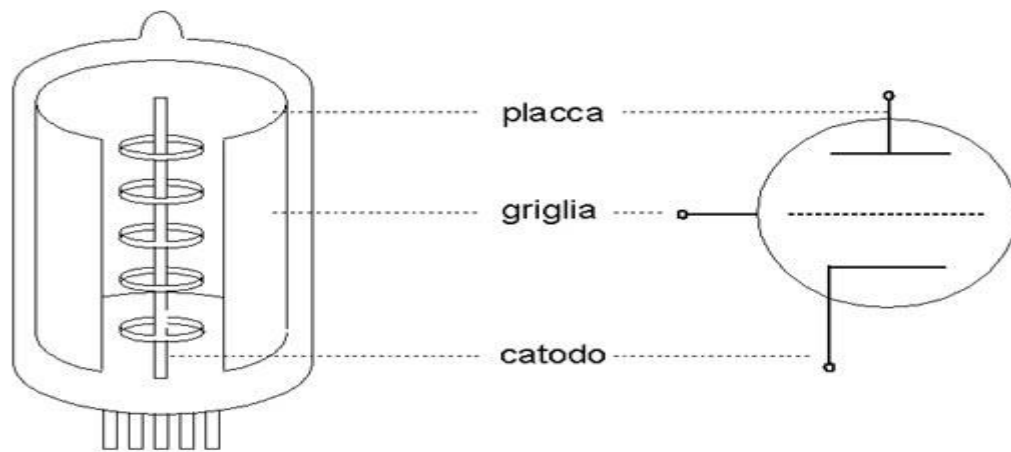
$$V_d = V_1 - V_2$$
$$V_o = A_{OL} \cdot V_d = A_{OL} \cdot (V_1 - V_2)$$

Il processo con cui avviene l’amplificazione del segnale è dovuto all’incremento dell’energia in entrata, dunque il segnale in uscita, ovvero quello amplificato, avrà una larghezza di banda più elevata del segnale originale.

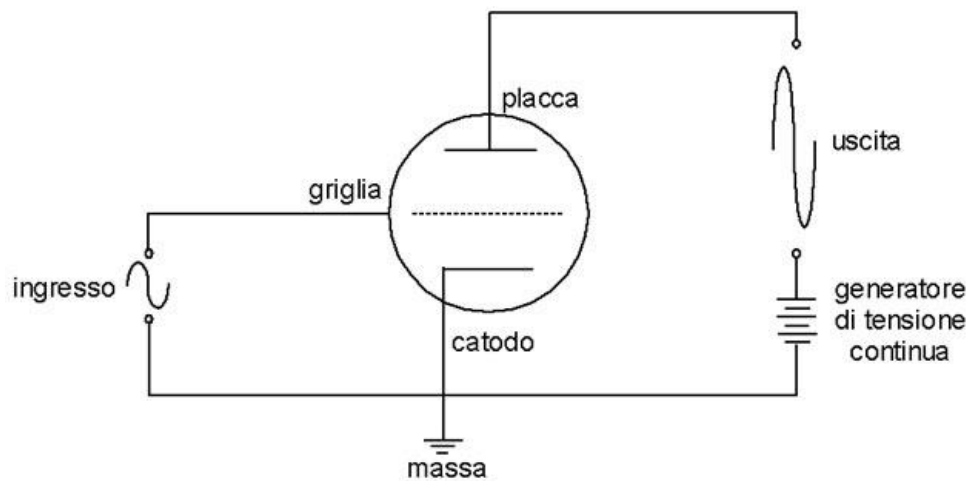


L’amplificatore non agisce solo sulla banda ma, se necessario, anche su altri valori. Per esempio, può funzionare come un convertitore di impedenza per adattare il segnale di uno strumento con altissimi valori di impedenza.

A livello fisico, il flusso di segnale viene controllato da un tubo a vuoto.

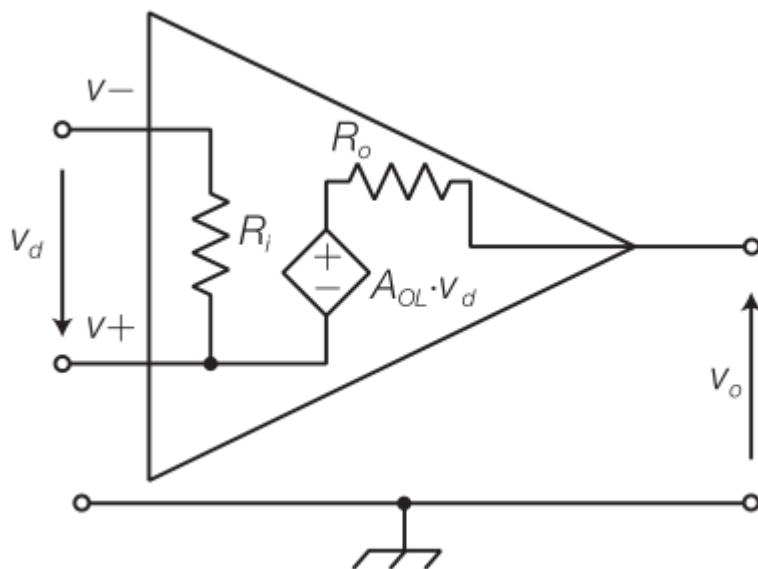


Questo strumento è costruito in modo tale che tra il catodo e l'anodo si crei una differenza di potenziale (flusso di elettroni), quest'ultima viene regolata da una griglia metallica. Quando nella griglia viene avvertita una variazione di segnale, ciò viene tradotto in una amplificazione del segnale.



Un gran numero degli amplificatori moderni non si basano più sui tubi a vuoto ma sui transistor. A differenza dei tubi a vuoto, nei transistor viene creata una variazione nella resistenza tra due terminali, la quale viene tradotta in una amplificazione del segnale in uscita.

## 6. Amplificatore reale



Un “Amplificatore Reale”, a differenza di quello ideale, opera solo in corrispondenza di alcune bande di frequenze. La larghezza di queste bande è data dalla differenza tra la frequenza di taglio superiore e quella di taglio inferiore (la frequenza di taglio è quella frequenza per cui il rapporto tra ampiezza del segnale in uscita e quello di ingresso vale  $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ). In queste due frequenze il guadagno di potenza viene ridotto a circa 3 dB rispetto al valore massimo. In questo modo l’amplificatore distorce in ampiezza. Essi, dunque, descrivono il comportamento del segnale fino alla frequenza di taglio superiore.

Le bande in cui agisce un amplificatore reale dipendono principalmente dai valori dei parametri caratteristici dei vari componenti. Questa dipendenza è dovuta alla relazione costitutiva dell’amplificatore. Nella tabella a destra è riportato un esempio di valori in ingresso di un amplificatore reale paragonati a quelli di un amplificatore ideale.

Parametro	Ideale	Ingresso
$R_i$	$\infty$	2 M $\Omega$
$V_{os}$	0	2 mV
$I_{bias}$	0	80 nA
$I_{os}$	0	20 nA
$V_{in}$	$+V_{CC}$ $-V_{EE}$	$\pm 14$ V
$R_o$	0	75 $\Omega$
$V_{out}$	$+V_{CC}$ $-V_{EE}$	$\pm 14$ V

Nonostante la limitazione di banda, i moderni amplificatori reali hanno un funzionamento che si avvicina moltissimo a quello dei componenti ideali.



## 7. Alcuni tipi di Amplificatori Operazionali

Gran parte degli amplificatori utilizzati nella gestione e produzione audio sono “Amplificatori Operazionali”. Essi sono caratterizzati da una larga banda e da un’elevata impedenza in ingresso ma bassa in uscita.

I principali, e più diffusi, amplificatori operazionali (Amp-op) sono:

### ■ Preamplificatore:

Dispositivo fondamentale per la gestione audio in studio e dal vivo. È un particolare circuito che serve a “pilotare” il guadagno del segnale conferendogli, anche, determinate caratteristiche. Esso riceve in ingresso segnali a bassa potenza e conferisce in uscita segnali amplificati in modo tale da poter essere compatibili con altri dispositivi elettronici (ad esempio Mixer).

Il circuito di un preamplificatore può anche essere integrato con quello di un amplificatore di potenza, in modo tale da ridurre il più possibile il rumore indesiderato. In questi casi i due dispositivi hanno alimentatori separati.

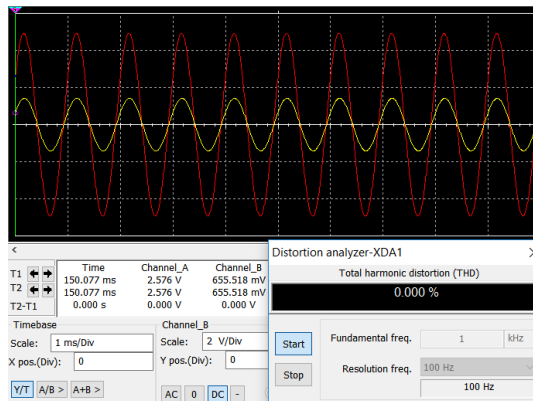
Da alcuni anni si sono affermati i “channel strip” che racchiudono in audio mixer un gran numero di funzioni assieme al preamplificatore, ad esempio il controllo dell’alimentazione fantasma, compressor, equalizzatori.



### ■ Equalizzatore:

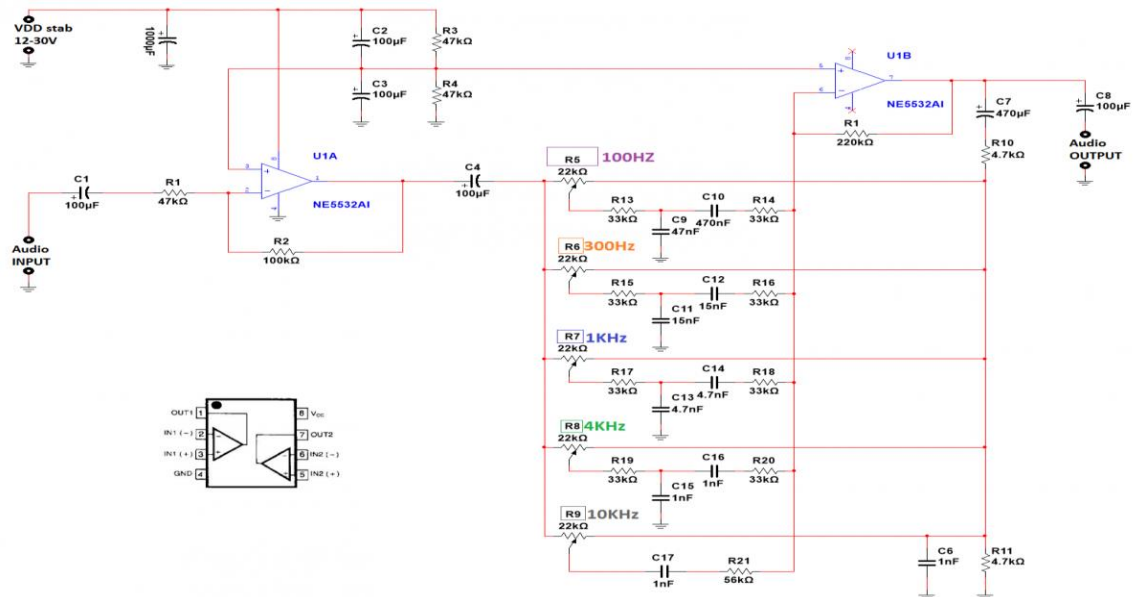
L'equalizzatore è un dispositivo, il circuito elettrico è costituito da una rete di resistori e condensatori, che serve a filtrare un segnale audio per variarne il timbro, che descrive la qualità di un suono.

Può essere di vari tipi, sia analogico che digitale. Ne esistono due tipi: **equalizzatori grafici** ed **equalizzatori parametrici**.



- Gli *equalizzatori grafici* dividono lo spettro musicale in più bande e permettono di regolare, per mezzo dei regolatori a cursore, il livello di una banda. Tali porzioni e le relative frequenze dipendono dall'uso: ad esempio, un amplificatore da hi-fi possiede un equalizzatore a 2 bande ovvero bassi ed acuti.
- Gli *equalizzatori parametrici* permettono correggere problemi che vengono riscontrati nel segnale. Utilizzati principalmente nelle riprese dei suoni in spettacoli dal vivo. Un equalizzatore parametrico dotato di 4 filtri che possono essere sintonizzati su una determinata frequenza senza influenzare eccessivamente il segnale audio come avverrebbe con un equalizzatore.

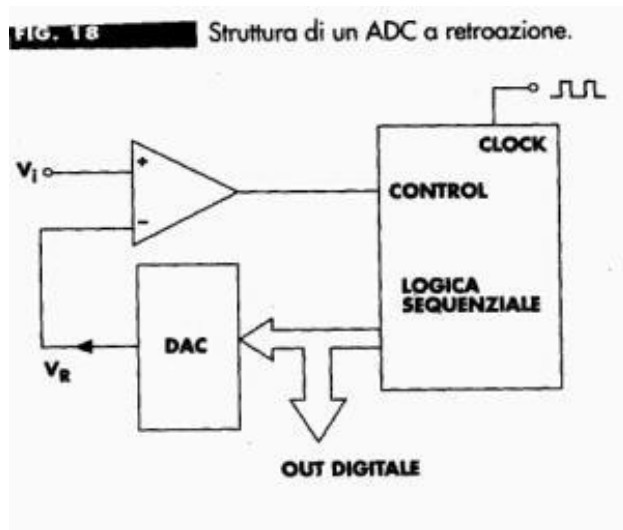
Negli amplificatori compatti, l'equalizzatore è già posto nell'amplificatore stesso. Inoltre, l'equalizzatore è usato nelle reti per eliminare il ritardo del flusso di dati.



## ■ Amplificatore Acustico:

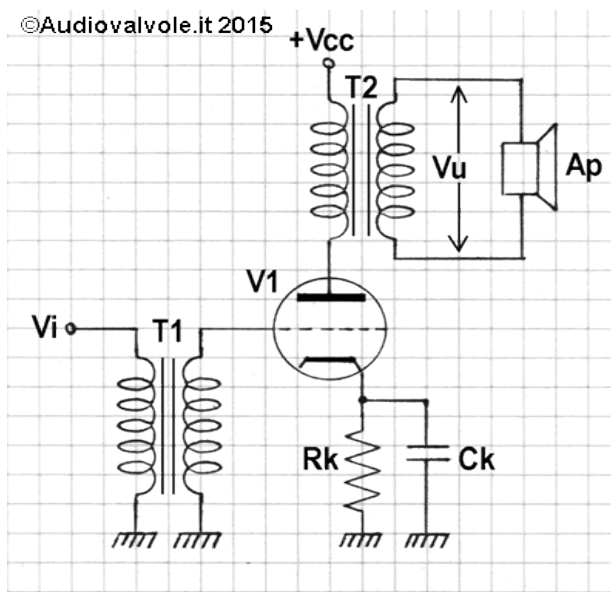
un **amplificatore acustico** viene usato, in ambito della musica, per il funzionamento di strumenti musicali o per aumentare il volume di suono emesso. In genere si usano più amplificatori contemporaneamente, interposti da mixer, il quale dosa il livello di suono di ciascun strumento. Sono costituiti da una sezione di ingresso del segnale elettrico generato da un convertitore sonoro-elettrico come un microfono, da una sezione di amplificazione del segnale elettrico e da una uscita del segnale elettrico, di solito un convertitore elettrico-sonoro come un altoparlante.

## 8. Amplificatori Operazionali e segnali digitali



Oltre alle sorgenti analogiche, come i segnali elettrici da un microfono, esistono anche le sorgenti o i segnali di tipo digitale. Quindi, molti amplificatori possiedono un «**Convertitore Analogico-Digitale**», che converte il segnale in un formato digitale più facile da elaborare e manipolare, e di uno «**Digitale-Analogico**» che produce l'uscita del segnale da inviare all'amplificatore trasformando i dati digitali in un segnale elettrico. Alcuni amplificatori possono registrare direttamente su file o possiedono input e output digitali che servono a collegare dispositivi esterni come compressori. Essendo che l'amplificatore adegua l'impedenza elettrica della sorgente all'impedenza di ingresso ottimale, è necessario accoppiare amplificatori di impedenza di ingresso adeguata. Tra gli accoppiamenti più diffusi vi è quello a "Trasformatore", che permette di adattare l'impedenza del segnale amplificato, attraverso delle valvole disposte in parallelo, alle casse acustiche. Può anche essere usato per accoppiare preamplificatori anche se introduce distorsioni nel segnale.

(di seguito uno schema circuitale)



## 9. Problematiche degli Amplificatori

Le principali problematiche di un amplificatore sono: il **rumore** e la **saturazione**.

- Il rumore è dovuto al circuito ed è più o meno presente nel segnale in uscita a seconda di come è progettato e costruito l'amplificatore. Ciò è dovuto al moto e al numero casuale dei portatori di carica nel circuito. Per diminuire il rumore vengono realizzati amplificatori ad alto guadagno in modo da rendere quasi trascurabili i valori del rumore. Questo è un parametro molto importante in un amplificatore che serve a identificarne la qualità.
- La saturazione invece non dipende dal dispositivo, ma dall'alimentazione. Se l'amplificatore ha un'alimentazione di X volt, la tensione massima in uscita sarà di X volt. Tensioni maggiori produrranno necessariamente una alterazione. Ciò produrrà un taglio delle onde in uscita, e una *distorsione* del segnale. A livello tecnico tutto ciò è causato dalla tensione alternata usata per l'alimentazione. Il rumore è maggiormente presente nei preamplificatori e negli equalizzatori, che possiedono un trasformatore di alimentazione formato da spire che captano i segnali a 50 Hz irradiati dal trasformatore stesso. Questi segnali vengono poi sommati al segnale da amplificare, distorcendo il segnale. Spesso per attenuare la saturazione si azzerava la tensione d'ingresso, ovvero si cortocircuita.

