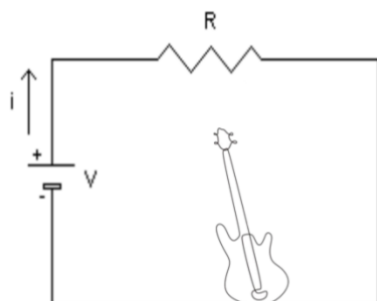




AUDIO PROCESSING

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA
DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E INFORMATICA
LAUREA TRIENNALE IN INFORMATICA
A.A. 2021/22
Prof. Filippo L.M. Milotta



ID PROGETTO: 0D

TITOLO PROGETTO: LTSPICE e i circuiti EDM

AUTORE 1: Esposito Francesco M.

AUTORE 2: Cutore Salvatore M.

Indice

1. Obiettivi del progetto	3
1.1 Mostrare come ogni circuito abbia un suono identificativo	3
1.2 Capire come i filtri passa basso e passa alto intervengano nell'output	3
1.3 Analizzare le distorsioni con e senza filtri	3
2. Metodo Proposto	4
2.1 Simulazione attraverso LTSpice	4
2.2 Realizzazione di filtro passa basso e filtro passa alto	4
2.2.1 Filtro passivo passa-basso	5
2.2.2 Filtro passivo passa-alto	6
2.3 Considerazioni sulle variazioni tra il suono in ingresso e quello in uscita	6
3. Risultati Ottenuti	7
3.1 Suono identificativo di un circuito	7
3.2 Funzionamento filtri passa alto e passa basso	7
3.3 FREQUENZA DI TAGLIO 160HZ ATTACK ON TITANS	7
3.3.1 PASSA ALTO	7
	8
3.3.2 PASSO BASSO	8
3.4 FREQUENZA DI TAGLIO 160HZ BAD GUY	8

3.4.1 PASSA ALTO	9
3.4.2 PASSA BASSO	10

1. Obiettivi del progetto

Il progetto 'LTSpice e circuiti EDM' ha l'obiettivo di comprendere, attraverso un'esperienza pratica, come un circuito elettronico possa essere utilizzato nell'elaborazione di un suono. Il punto di partenza del progetto è l'utilizzo del software LTSpice il quale, oltre a creare uno schematico del circuito, permette l'analisi e lo studio del comportamento delle variabili elettriche che circolano in esso.

1.1 Mostrare come ogni circuito abbia un suono identificativo

Il passaggio di una corrente attraverso le componenti del circuito causa forze e movimenti che si traducono in suono. Riusciremo, attraverso una simulazione, a rendere evidente la formazione di onde sonore, più o meno armoniche, che vengono generate per effetto delle forze che entrano in gioco in un circuito.

1.2 Capire come i filtri passa basso e passa alto intervengano nell'output

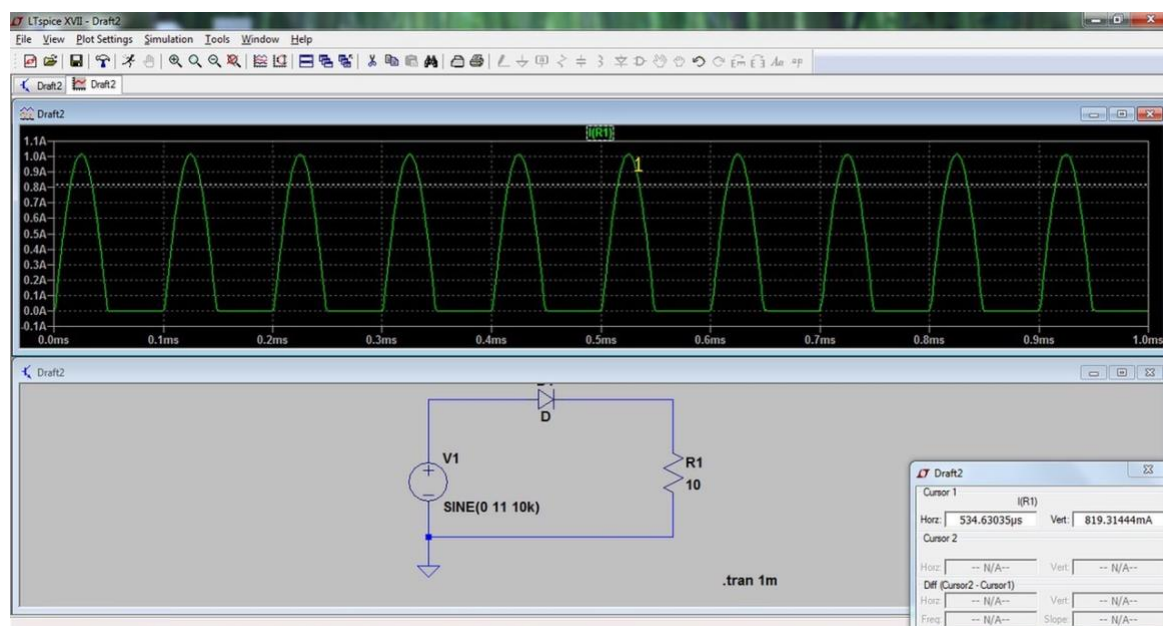
Abbiamo realizzato due circuiti RC che fungeranno da filtri passa-basso e passa-alto e li abbiamo applicati a due tracce sonore che presentano caratteristiche sonore opposte, una prevalentemente ad alte frequenze ed una che presenta per lo più basse frequenze.

1.3 Analizzare le distorsioni con e senza filtri

Attraverso i grafici forniti da LTSpice saremo in grado di analizzare la differenza tra le sinusoidi in ingresso e quelle in uscita del circuito. Riusciremo inoltre a percepire come il segnale audio in ingresso venga modificato in seguito all'elaborazione del filtro.

2. Metodo Proposto

2.1 Simulazione attraverso LTSpice



Tra tutti i simulatori circuitali che esistono sul web, LTSpice è il più usato, non solo per la qualità e funzionalità, ma anche per la politica adottata per la sua diffusione, che prevede la disponibilità in rete di una versione gratuita utilizzabile per scopi educativi.

Il motivo per cui LTSpice è così diffuso è perché non ha restrizioni di sorta quali: limite di nodi, componenti o sotto circuiti.

LTSpice ha una un'interfaccia dove è possibile inserire una riproduzione digitale dei componenti elettronici in cui tutti i parametri possono essere variati.

Dopo aver costruito il circuito si può effettivamente lanciare una simulazione e si aprirà un'interfaccia che ha la funzione di visualizzatore di forme d'onda.

Una volta lanciata la simulazione il puntatore si trasformerà in una sonda che, una volta collocata nei rami/componenti del circuito, ci mostrerà nell'interfaccia grafica la corrente o la tensione relativa.

LTSpice è usato in moltissimi campi tra cui:

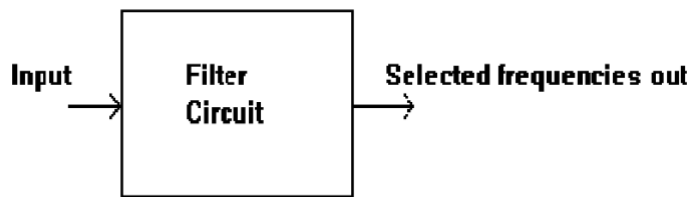
- Elettronica delle Radio frequenze
- Audio elettronica

2.2 Realizzazione di filtro passa basso e filtro passa alto

Un filtro è un circuito elettrico selettivo nei confronti della frequenza dei segnali applicati in ingresso. I parametri caratteristici che descrivono il funzionamento del filtro sono:

- Banda Passante, che rappresenta la banda di frequenze in cui il rapporto tra la tensione in uscita e quella in entrata è quasi costante (tale rapporto è il modulo di guadagno di tensione);

- Frequenza di taglio, ossia la frequenza che separa la Banda Passante (o Banda Chiara) dalla Banda Attenuata (o Banda Scura). Rappresenta la frequenza che, a seconda della tipologia di filtro, sarà il valore massimo o il valore minimo delle frequenze del segnale in uscita.



L'immagine rappresenta lo schema a blocchi di un generico filtro che ha in ingresso un generico segnale e in uscita il segnale modificato a seconda della frequenza.

Esistono varie tipologie di filtri e in questo progetto ne analizzeremo esclusivamente due:

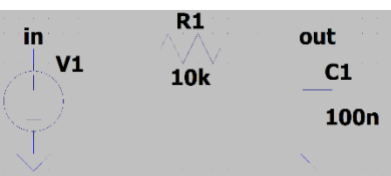
- Filtro passivo passa-basso
- Filtro passivo passa-alto

Questi circuiti si dicono passivi in quanto non vi sono componenti attivi al loro interno; di fatto si formano solo con: resistore, condensatore e induttore. Questi dispositivi sono definiti passivi in quanto restituiscono al circuito meno energia di quanta esso ne riceva; l'energia perduta viene quindi trasformata in energia termica, che tende a surriscaldare il componente.

All'interno del circuito, induttore e condensatore hanno due effetti opposti; il primo blocca i segnali ad alta frequenza e conduce quelli a bassa frequenza; il secondo blocca i segnali a bassa frequenza e conduce quelli ad alta frequenza.

Il resistore non ha la proprietà di selezionare le frequenze ma è aggiunto al circuito per determinare le costanti di tempo del circuito stesso.

2.2.1 Filtro passivo passa-basso



Il condensatore fornisce un percorso verso terra che provoca un'attenuazione dei segnali a bassa frequenza, minore rispetto all'attenuazione dei segnali ad alta frequenza.

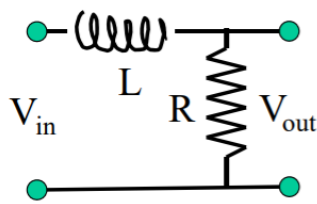
Il filtro passa basso fa passare in uscita solo i segnali aventi frequenza più bassa della frequenza prefissata. Tale frequenza prefissata è la Frequenza di Taglio che indicheremo con F_t .

Il condensatore è posto in parallelo all'uscita; le alte frequenze vengono quindi messe in corto circuito dal condensatore verso massa, e non si ritrovano in uscita, dove arrivano invece le basse frequenze.

Per calcolare la frequenza di taglio si usa la formula:

$$F_t = \frac{1}{2\pi RC}$$

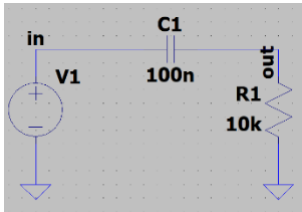
Nel caso in cui si voglia usare un induttore, costruiremo il circuito in modo tale che il segnale passi attraverso di esso.



In questo caso, la formula della frequenza di taglio sarà:

$$F_t = \frac{R}{2\pi L}$$

2.2.2 Filtro passivo passa alto



Il segnale passa attraverso il condensatore e il filtro presenterà un'attenuazione per i segnali ad alta frequenza minore rispetto all'attenuazione per i segnali a bassa frequenza.

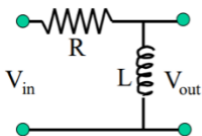
Si definisce passa alto un circuito che fa passare in uscita solo le frequenze più alte della frequenza di taglio F_t . Il condensatore conduce molto bene le alte frequenze mentre attenua o non fa passare del tutto le basse frequenze.

Nel filtro passa alto il condensatore è messo in serie tra ingresso e uscita; le alte frequenze vengono quindi messe in cortocircuito dal condensatore e le ritroviamo in uscita.

Per le basse frequenze il condensatore si comporta invece come un circuito aperto ed esse non riescono a passare.

La frequenza di taglio si calcola come

$$F_t = \frac{1}{2\pi RC}$$



Nel caso in cui si voglia utilizzare un induttore, costruiremo il circuito in modo tale che presenti un percorso a terra attraverso l'induttore

La frequenza di taglio si calcola come

$$F_t = \frac{R}{2\pi L}$$

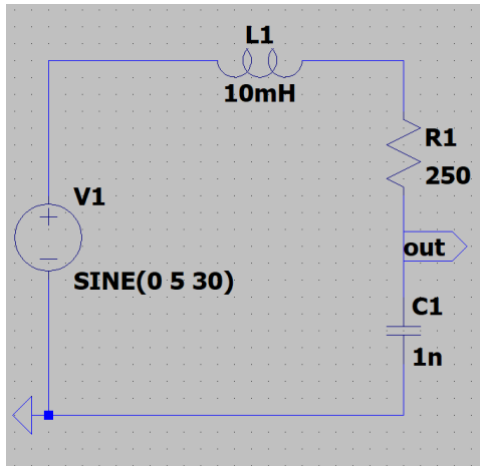
2.3 Considerazioni sulle variazioni tra il suono in ingresso e quello in uscita

È importante puntare l'attenzione sul fatto che, nel caso del filtro passa basso, il segnale filtrato non presenterà una totale cancellazione quando le frequenze sono superiori alla frequenza di taglio; avremo una attenuazione di tali frequenze, arrivando quindi ad una frequenza massima pari alla frequenza di taglio. In maniera analoga il discorso può essere reiterato per il filtro passa alto, in questo caso però il segnale presenterà una frequenza minima pari alla frequenza di taglio.

3. Risultati Ottenuti

I risultati ottenuti sono in linea con i risultati che ci saremmo attesi.

3.1 Suono identificativo di un circuito



Per analizzare questo fenomeno abbiamo deciso di simulare un circuito che presenta i famosi tre componenti passivi: R, L e C. Quando la corrente passa per essi si generano delle forze, tra questa la più “evidente” è la forza elettrodinamica. Essa è causata dal movimento di una carica che crea un campo magnetico circolare. La maggior parte degli altoparlanti si fonda effettivamente su questo principio; sono realizzati in modo tale da fissare un forte magnete permanente e la bobina si sposta, il che a sua volta sposta il centro del cono dell’altoparlante. La stessa cosa accade in qualsiasi induttore. Ogni pezzo di filo con corrente passante subisce una certa forza a causa del campo magnetico complessivo. Andando a modificare la frequenza che il generatore di tensione immette nel circuito si può rivelare una variazione del suono in uscita.

POTETE TROVARE IL SUONO DI QUESTO CIRCUITO NELLA CARTELLA DRIVE IL CUI COLLEGAMENTO SI TROVA A FINE DEL DOCUMENTO. MA VI AVVERTIAMO NON È GRADEVOLISSIMO.

3.2 Funzionamento filtri passa alto e passa basso

Per rendere più evidente il funzionamento dei filtri da noi realizzati le simulazioni sono state fatte mettendo in entrata due segnali audio tra di loro opposti:

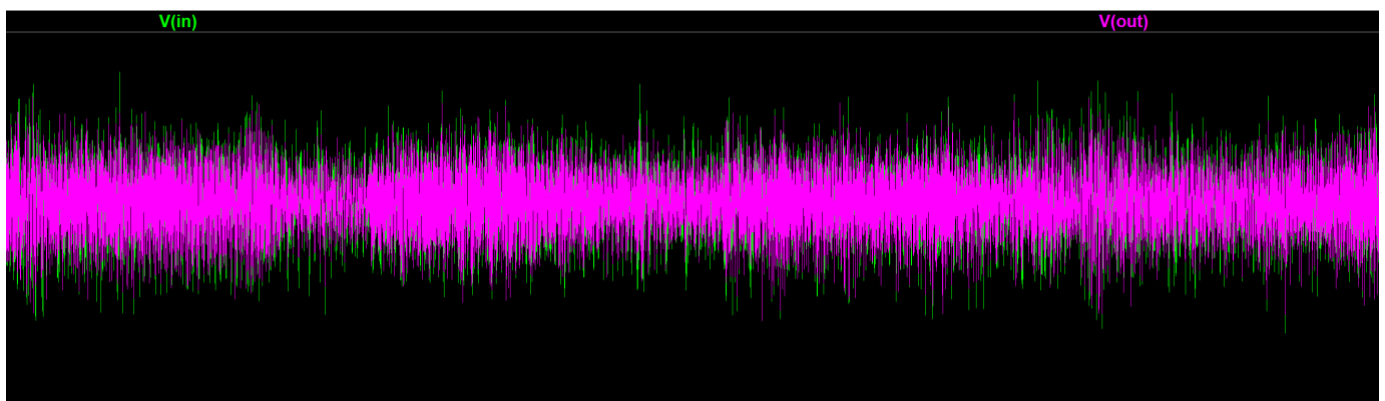
- Un estratto della traccia della sigla dell’anime “Attack on Titans”, che presenta frequenze elevate
- Un estratto della traccia della canzone “Bud Guy – Billy Eilish”, il cui gioco forza è la forte presenza di bassi.

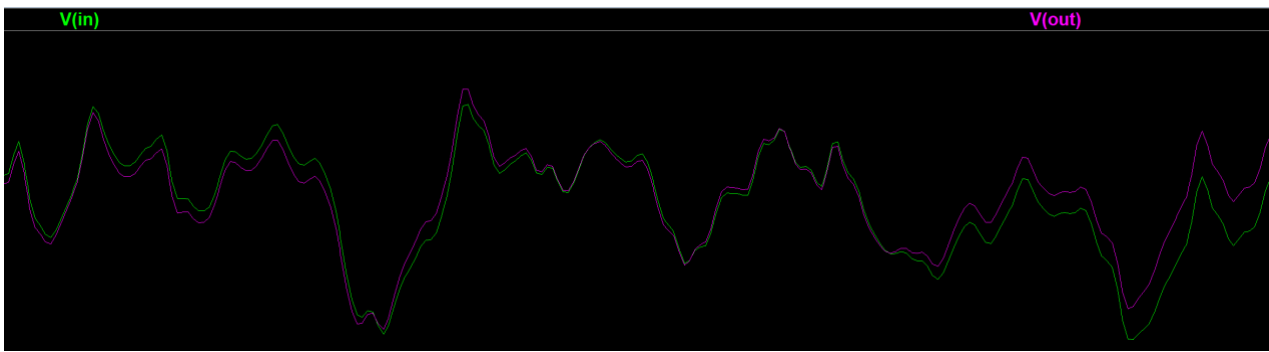
3.3 FREQUENZA DI TAGLIO 160HZ ATTACK ON TITANS

Per ottenere una frequenza di taglio pari a 160 Hz abbiamo impostato i valori caratteristici dei componenti a $C=100\text{ nF}$ e $R=10\text{ k}\Omega$

3.3.1 PASSA ALTO

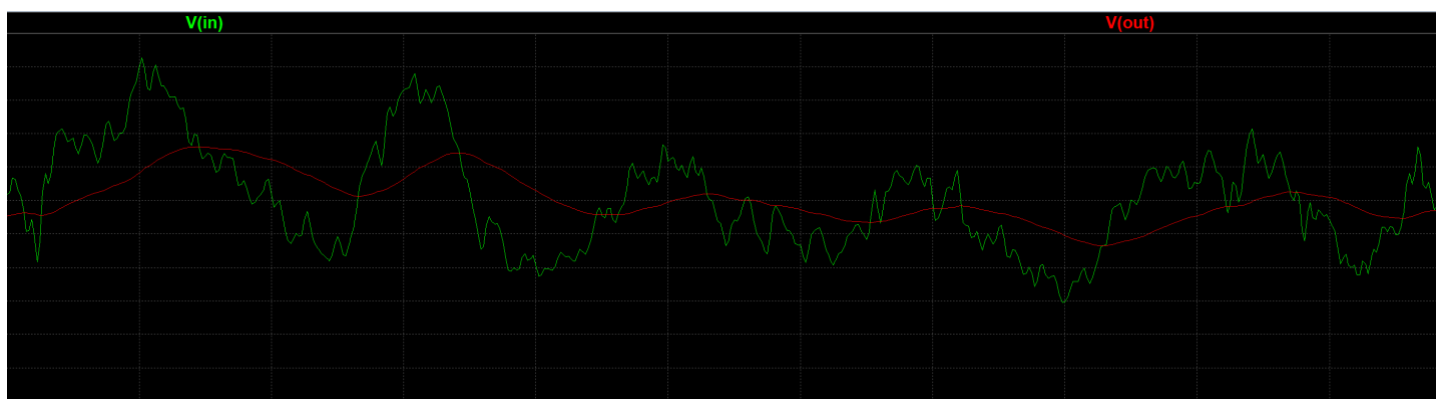
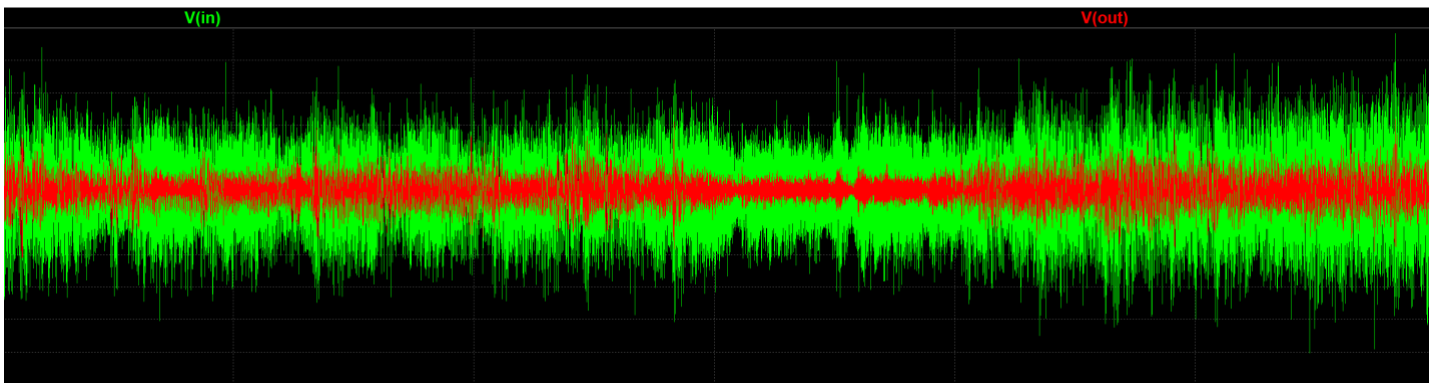
Per un occhio esperto non è facile comprendere dal grafico come effettivamente ha agito il sistema da noi simulato ma si nota come effettivamente il segnale in ingresso sia molto simile a quello in entrata; ciò ci permette di asserire che il file audio originale presenti per lo più frequenze al di sopra la frequenza di taglio. Per rendere il tutto più evidente ci rifacciamo all’analisi del file audio, il quale già ad un primo ascolto risulterà modificato. Di fatti ascolteremo come in uscita i suoni a frequenze basse, pur essendo pochi, vengano ovattati a favore dei suoni a frequenza maggiore della frequenza di taglio, i quali risulteranno immutati.





3.3.2 PASSO BASSO

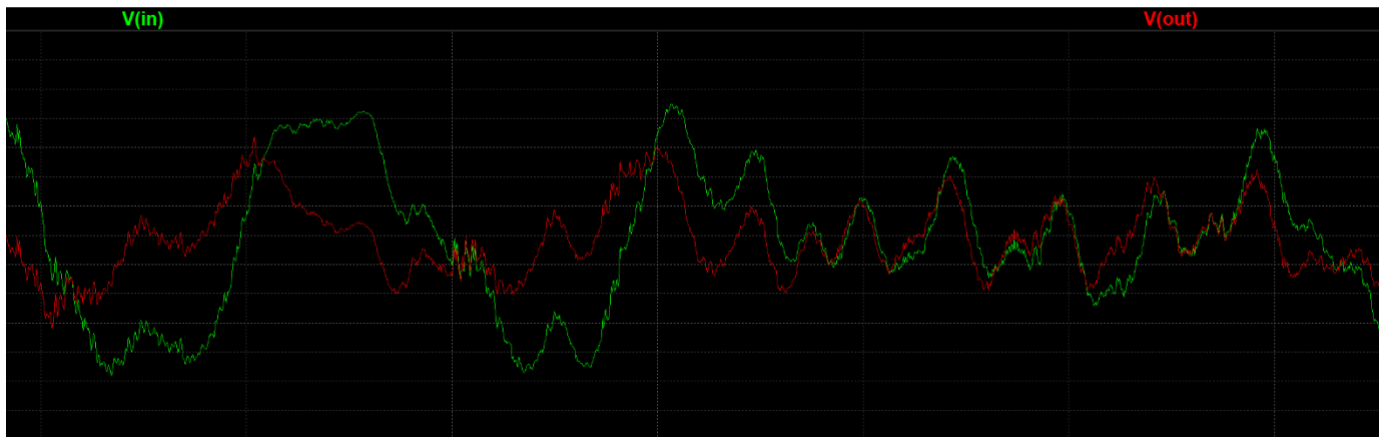
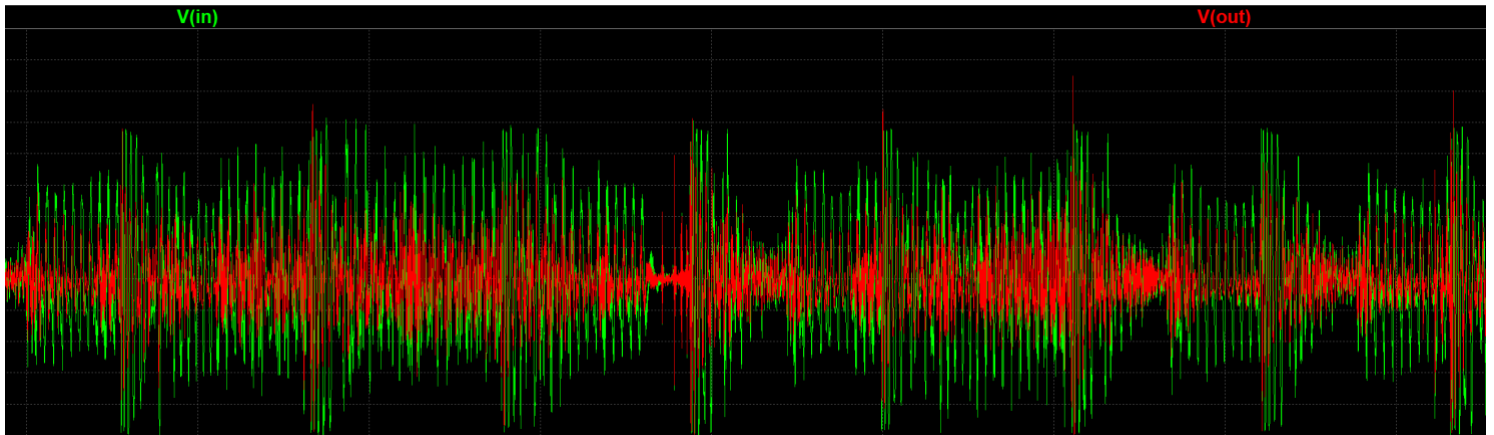
Il grafico ottenuto ci permette subito di confermare che le frequenze del file originale si aggirassero per lo più a valori maggiori rispetto a suddetta frequenza di taglio; vediamo infatti che in questo caso il segnale in uscita è molto diverso a quello in entrata. Dal punto di vista uditivo l'audio in uscita attenuerà tutti i suoni che sono a frequenza elevata causando, dato l'elevata presenza di tali frequenze, un'apparente sensazione di abbassamento del volume.



3.4 FREQUENZA DI TAGLIO 160HZ BAD GUY

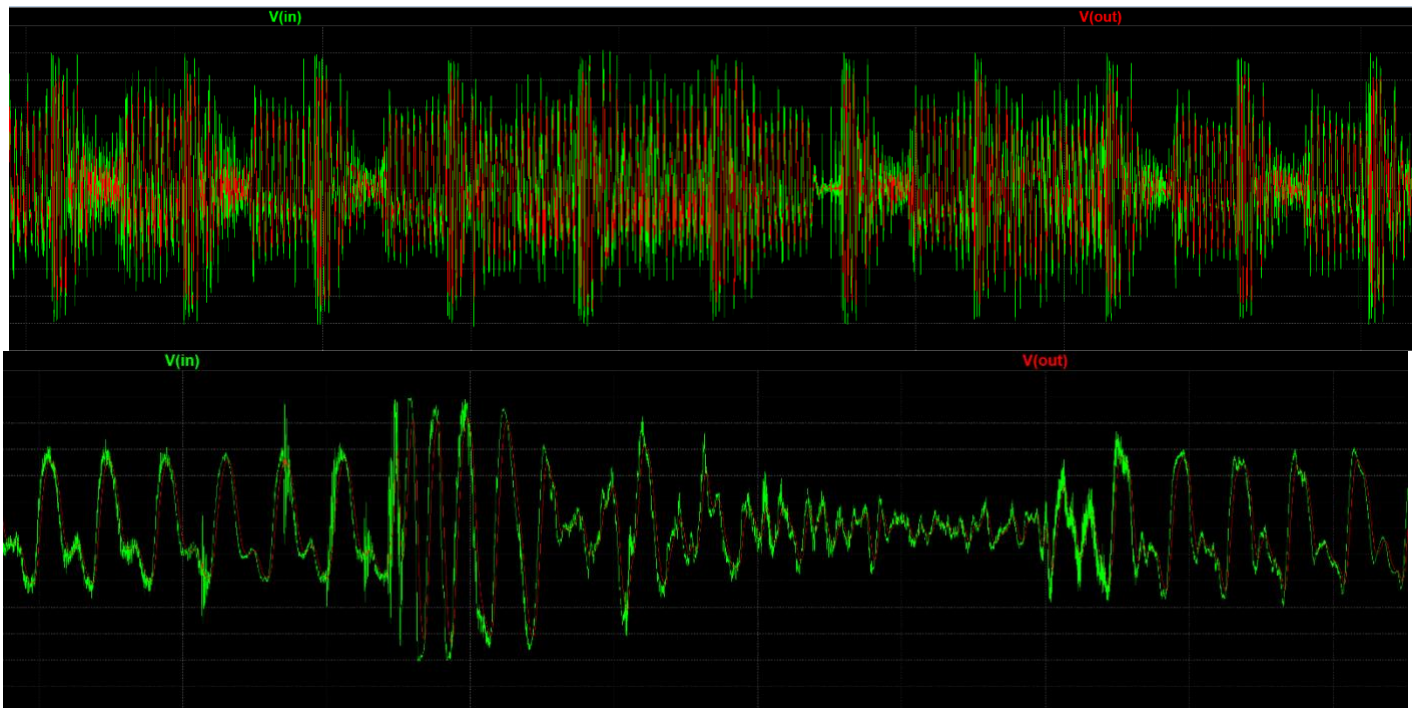
Per ottenere una frequenza di taglio pari a 160 Hz abbiamo impostato i valori caratteristici dei componenti a $C=100\text{ nF}$ e $R=10\text{ k}\Omega$

3.4.1 PASSA ALTO



La canzone presenta per lo più basse frequenze, quindi quando andremo ad applicare un filtro passa alto vedremo una differenza abbastanza evidente tra il segnale in ingresso e quello in uscita. Dall'audio noteremo che la modifica più eclatante è la quasi totale scomparsa dei bassi.

3.4.2 PASSA BASSO



Come ci aspettavamo, al contrario della traccia precedente, in questo caso il segnale in uscita è molto più simile al segnale in ingresso dopo essere passato da un filtro passa basso rispetto che ad un passa alto. Nell'audio oltre all'attenuazione del volume possiamo renderci conto, prestando attenzione, a come sia stato attenuato in maniera importante il suono degli sciocchi di dita.

PER ASCOLTARE LE TRACCE AUDIO CHE ABBIAMO OTTENUTO POTETE CLICCARE [QUI](#) OPPURE APRIRE QUESTO LINK:

<https://drive.google.com/drive/folders/1W1FxpH1I7ekXGJQcvW3VQ5JHlvW58AgV?usp=sharing>