

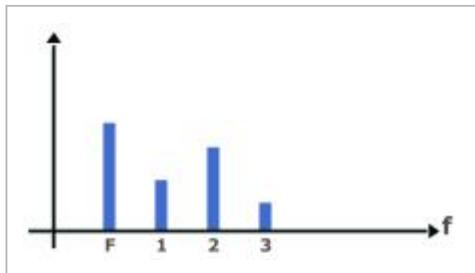
(THD- Total Harmonic Distorsion)

Questa grandezza misura l'introduzione di un rumore ad opera di un dispositivo su un segnale audio che transita al suo interno. Ciò avviene principalmente perché il dispositivo, non riproducendo esattamente l'andamento del segnale di ingresso, modifica in alcuni punti la pendenza (principalmente introducendo una saturazione) del segnale alterandone il contenuto in frequenza. Questo genera delle nuove frequenze che non erano presenti nel segnale iniziale e che dunque vengono considerate come rumore. Il THD è una grandezza da tenere in gran conto nella valutazione della qualità di un dispositivo in cui vorremmo che le frequenze presenti sul segnale di uscita fossero esattamente le stesse di quelle del segnale di ingresso. Per proseguire facciamo riferimento ad un segnale audio composto da una singola frequenza, l'estensione al segnale complesso è immediata. La distorsione armonica di un dispositivo viene calcolata utilizzando il procedimento seguente. All'ingresso del dispositivo viene mandato un segnale composto da una singola frequenza di riferimento di 1KHz ad una determinata ampiezza e viene misurato il relativo segnale di uscita. Questo ripresenterà la frequenza di un 1KHz (eventualmente amplificata o attenuata) più una serie di armoniche che avranno ampiezza molto minore di quella della frequenza iniziale ma che sono la causa della distorsione che stiamo esaminando. L'ampiezza diminuisce all'aumentare dell'ordine dell'armonica e, già dopo la terza, diventa tale da essere trascurabile. Il valore che fornisce la misura della distorsione armonica si chiama THD, Total Harmonic Distorsion (distorsione armonica totale) e viene calcolato in base alla seguente formula:

Equazione 16.1. Calcolo del THD

$$THD = \sqrt{\{2^a \text{armonica}\}^2 + \{3^a \text{armonica}\}^2 + \dots + \{n^a \text{armonica}\}^2}$$

Prendiamo un caso concreto. Supponiamo di trovare all'uscita di un dispositivo un segnale con la seguente composizione in frequenza:



Spettro di un segnale amplificato con introduzione di distorsione

Supponiamo che le ampiezze delle armoniche rispetto alla fondamentale siano:

- ① Seconda armonica: 0.01%
- ② Terza armonica: 0.02%
- ③ Quarta armonica: 0.005%

Dunque la Distorsione Armonica Totale sarà:

Equazione 16.2. Calcolo del THD in decibel

$$THD = \sqrt{(0.01)^2 + (0.02)^2 + (0.005)^2} = 0.023\%$$

Generalmente sulle specifiche che accompagnano un dispositivo, l'ampiezza della fondamentale viene indicata. In caso contrario si considera come ampiezza lo $0V_u$. Valori per il THD oltre il 3% vengono considerati assolutamente inaccettabili.

Spesso il valore del THD viene espresso in dB utilizzando le formule:

- ① potenza:

$$dB = 10 \log \left(\frac{THD\%}{100} \right)$$

- ② altro:

$$dB = 20 \log \left(\frac{THD\%}{100} \right)$$

Se consideriamo un THD = 3% (caso limite), calcoliamo il valore in dB ottenendo un risultato di -30dB; questo significa che la distorsione armonica totale ha un'ampiezza di 30dB inferiore rispetto alla fondamentale. Una differenza di 30 dB tra due suoni è chiaramente percepibile ed è per questo che tali valori di distorsione sono da considerarsi inaccettabili.

Esempio 16.1. Esercizio: Si considerino due amplificatori le cui specifiche siano le seguenti:

1. Alla Freq. Fondamentale di 1KHz, $0V_u$ si è ottenuto: THD=0.01%

2. Alla Freq. Fondamentale di 1KHz, 0V_u si è ottenuto: $THD_{dB} = -70dB$

Qual'è il migliore?

Facendo qualche calcolo si scopre che è migliore il primo.

Suggerimento

Convertire uno dei due THD nella stessa unità di misura dell'altro utilizzando le formule di conversione sopracitate.

A volte nelle specifiche vengono riportati i THD delle singole armoniche p.es:

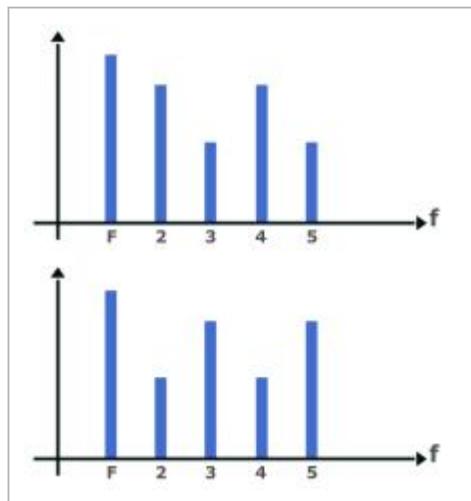
- ① Seconda armonica= -70dB
- ② Terza armonica= -80dB
- ③ Quarta armonica = -90dB

In questo caso per calcolare il THD complessivo possiamo usare la formula per sommare i dB:

Equazione 16.3. Calcolo del THD

$$THD = 10\log(10^{\frac{dB1}{10}} + 10^{\frac{dB2}{10}} + \dots + 10^{\frac{dBn}{10}}) = 10\log(10^{-7} + 10^{-8} + 10^{-9}) = -70dB$$

Un ulteriore aspetto del THD viene evidenziato confrontando le seguenti figure:



Confronto tra due risposte diverse che danno lo stesso valore di THD

In questo caso i due dispositivi hanno lo stesso valore di THD ma il primo è migliore comunque perché l'armonica con ampiezza maggiore è la seconda cioè un'ottava sopra la fondamentale e dunque trattasi della stessa nota. Il secondo presenta una terza armonica con ampiezza elevata che sarà chiaramente distinguibile essendo una nota diversa dalla fondamentale.

Il THD di un apparecchio viene sempre riportato sul foglio che ne descrive le caratteristiche tecniche fornito dal costruttore (data sheet). Gli ordini di grandezza del THD variano a seconda del contesto lavorativo dell'apparecchio. Per esempio da un amplificatore da 10 W è lecito attendersi un valore di THD attorno allo 0.01% mentre un amplificatore da 200 W può avere valori di THD dell'ordine dello 0.1%. Questo perché aumentando la potenza del segnale da manipolare diminuisce anche la precisione del componente elettronico in esame (potenza e precisione sono due caratteristiche antitetiche). In campo digitale possiamo contare su valori di THD decisamente più bassi. Il THD dichiarato da un sistema ProTools nella sua configurazione standard è di 0.004%.

Con questo abbiamo passato in rassegna le principali fonti di rumore ed abbiamo indicato una grandezza per la misura del rumore dovuto alle distorsioni armoniche. La prossima sezione sarà più allegra perché vedremo come intervenire sul segnale per ridurre il rumore con tecniche più o meno sofisticate.