

Deel 28: Praktische IM metingen bij Gitaarversterkers

Maes Frank

frank.maes6@telenet.be

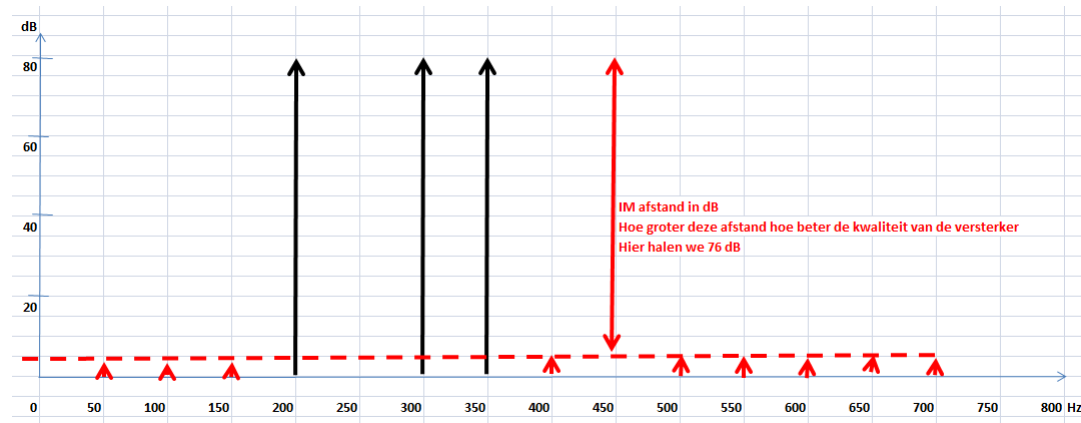
0476501034

Intermodulatie

- Wanneer een **versterker** gaat **vervormen**, maken we **intermodulatie IM**.
- Een **HiFi versterker** is zo ontworpen dat hij eigenlijk bijna **geen IM kan maken**, enkel in extreme gevallen van **“oversturing”** kan dit wel gebeuren.
- Een **Gitaarversterker** is de **slechtste HiFi versterker** die er is, want hij maakt **altijd IM**, hoe meer soms, hoe liever we het hebben.
- Ik ga me bij gitaarversterkers beperken tot **IM van de 2° orde en IM van de 3° orde**
- IM van de **2° orde** noemen we **IM2**
- IM van de **3° orde** noemen we **IM3**
- Het zijn deze **IM dragers** die in samenspraak met onze **klank uit onze gitaar** voor de sound zorgen die uit onze speaker zal komen.
- Voor een **“Bluesklank”** hebben we hoofdzakelijk **IM2 nodig, maar ook IM3**
- Voor een **“Rock”** klank hebben we hoofdzakelijk **IM3 nodig, maar ook IM2**
- Door het aanpassen naar de juiste verhouding en amplitude van de IM2 en IM3 dragers kunnen we onze sound bepalen die uit onze gitaarversterker zal komen.

IM Meten

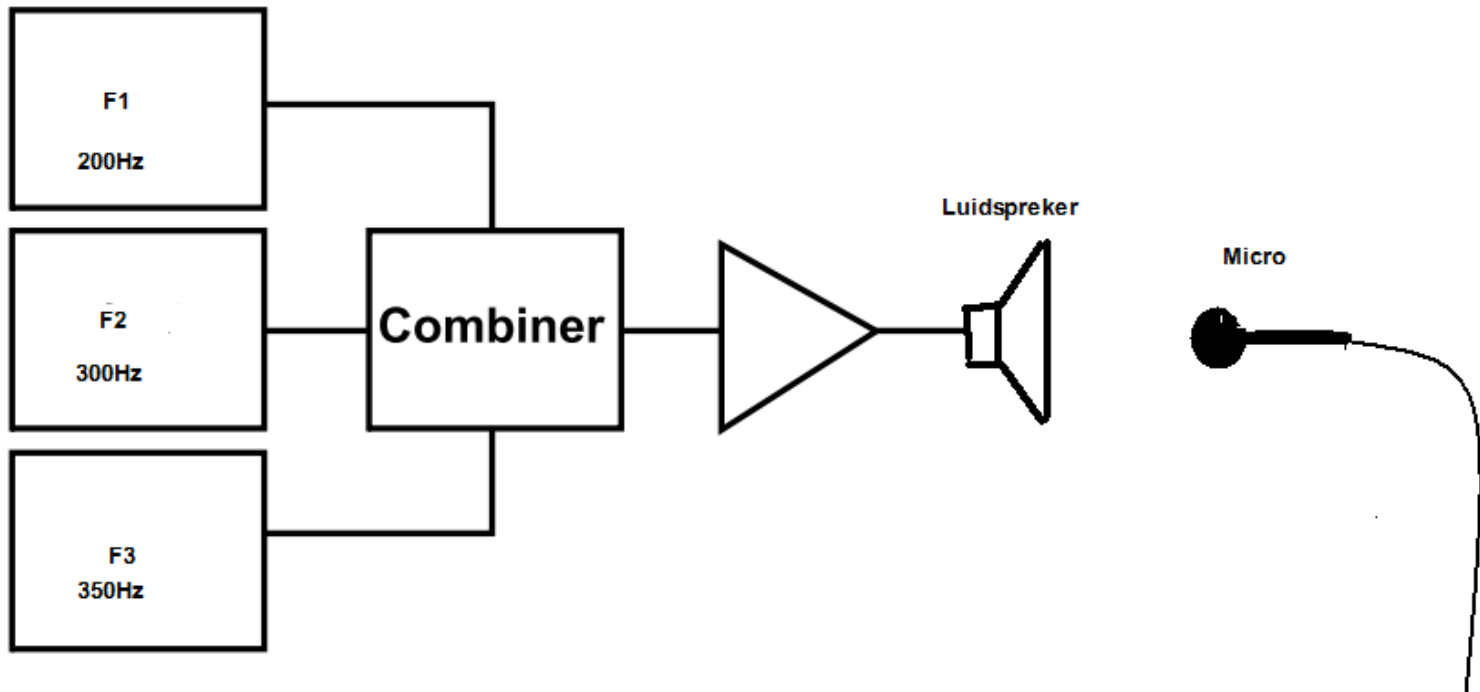
- Door **IM** te meten bepalen we de **geluidskwaliteit** van onze **versterker**.
- Bij een **HiFi versterker** mogen we geen **IM dragers** terug vinden omdat deze versterkers eigenlijk geen vervorming mogen af geven



- We sturen voor deze meting **3 tonen van gelijke sterkte** in de versterker en meten op de speaker wat er allemaal uit komt aan tonen
- Bij deze HiFi versterker halen we een IM afstand van ***/- 76 dB**, dit wil zeggen dat alle IM producten **> 76 dB** lager zitten, en dus **niet meer hoorbaar** zullen zijn

Meetopstelling

- Ik ga **3 toongeneratoren** gebruiken die ingesteld staan op **F1, F2 en F3**
- Voor de luidspreker plaats ik een Microfoon die naar de sound kaart van een PC gaat
- Op 1m afstand plaats ik ook een dBA meter om de geluidsterkte te meten per versterker



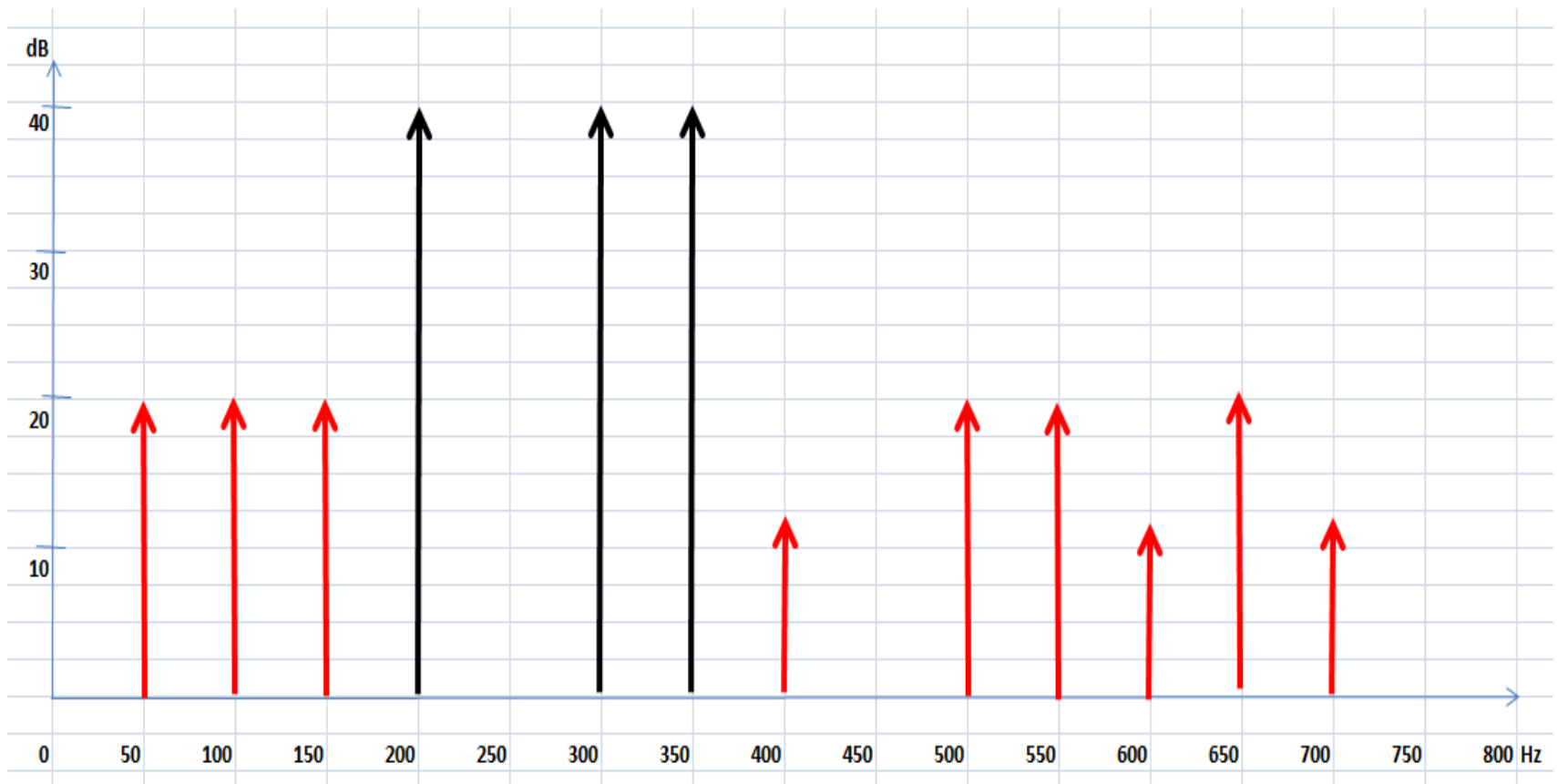
IM2 Berekenen

- **Kombinatie frequenties : $F1 +/- F2$ en $F1 +/- F3$ en $F2 +/- F3$**
- **Freq. IM2 die er ook zijn, maar 6 dB lager zitten : $2F1$ en $2F2$ en $2F3$ (deze noemen we ook de 2^{de}- harmonischen)**
- **Besluit: we steken 3 dragers in onze versterker , en we krijgen er 9 dragers bij om zo aan een totaal van 12 dragers te komen!**
- **Het aantal IM2 dragers Z = :**
 - **$M =$ aantal tonen ($F1, F2, F3, \dots$)**
 - **$Z = M * (M - 1)$**
 - **$Z = 3 * (3 - 1)$**
 - **$Z = 3 * 2 = 6$**
 - **Over de 2^o Harmonische frequenties spreekt men hier niet, maar ze zijn er toch, maar wel 6 dB lager.**

		IM2
F1+F2	$200+300$	500
F1+F3	$200+350$	550
F2+F3	$300+350$	650
F2-F1	$300-200$	100
F3-F1	$350-200$	150
F3-F2	$350-300$	50
2F1	$200+200$	400
2F2	$300+300$	600
2F3	$350+350$	700

IM2 in de praktijk

- 3 Draggers op de ingang en 12 draggers op de uitgang t.g.v. het IM2 gedrag van de versterker



IM3 berekenen

- 19 IM3 Combinatie frequenties :

- 2F1+/- F2 en 2F1+/- F3 en 2F2+/- F3 en 2F2+/-F3 en 2F2 +/- F1 en 2F3+/- F1 en 2F3 +/- F3

- F1 +/- F2 en F1 +/- F3 en F2 +/- F3

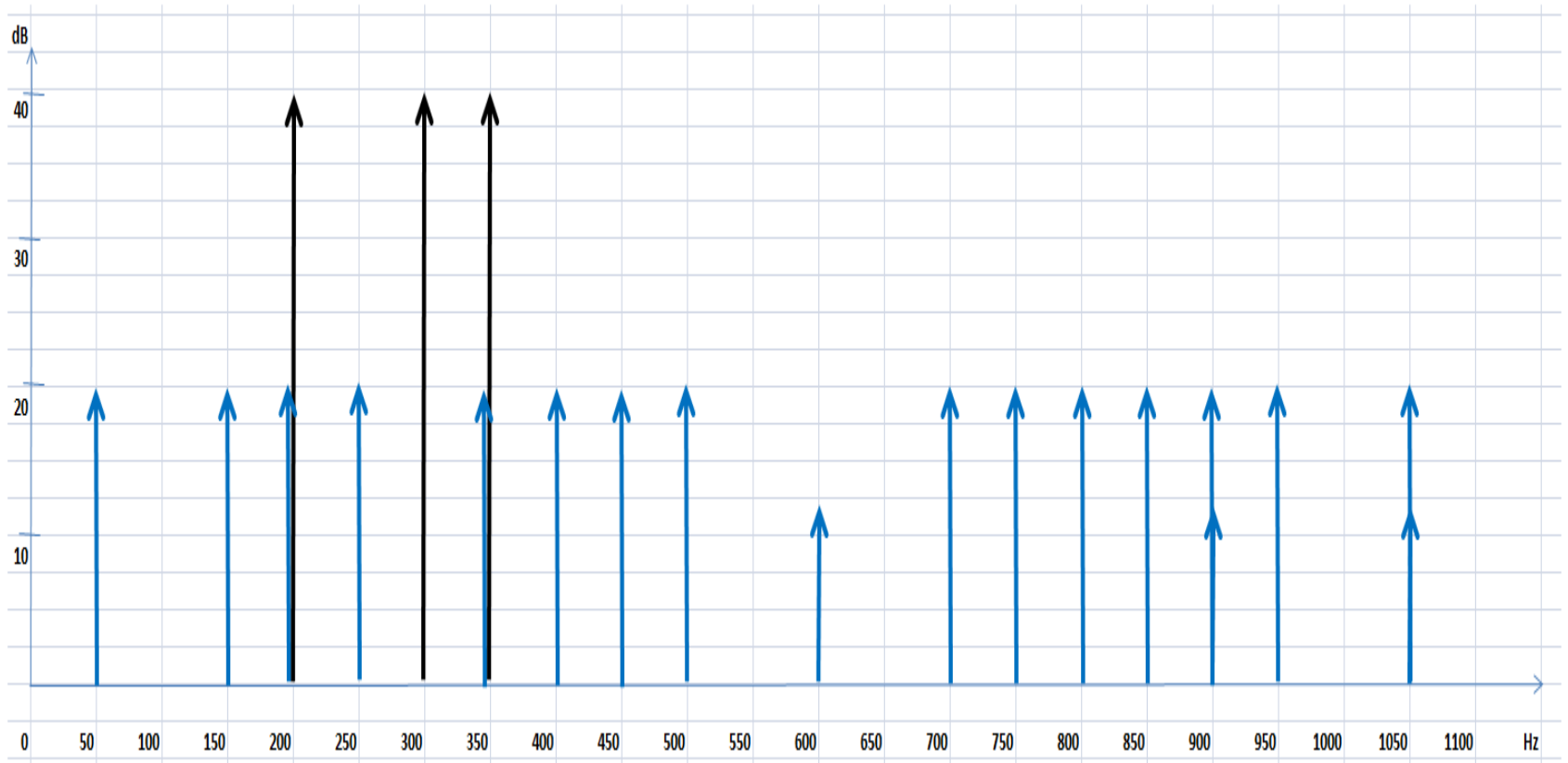
- F1+/- F2 +/- F

- <http://www.arcticpeak.com/radiopages/intermodulationproducts.htm>

		IM3
3F1	200+200+200	600
3F2	300+300+300	900
3F3	350+350+350	1050
2F1+F2	200+200+300	700
2F1-F2	200+200-200	200
2F1+F3	200+200+350	750
2F1-F3	200+200-350	50
2F2+F3	300+300+350	950
2F2-F3	300+300-350	250
2F2+F1	300+300+200	800
2F2-F1	300+300-200	400
2F3+F1	350+350+200	900
2F3-F1	350+350-200	500
2F3+F3	350+350+350	1050
2F3-F3	350+350-350	350
F1+F2+F3	200+300+350	850
F1+F2-F3	200+300-350	150
F1-F2+F3	200-300+350	250
F2+F3-F1	300+350-200	450

IM3 in de praktijk

- 3 dragers op de ingang kunnen tot 19 dragers geven op de uitgang t.g.v. het IM3 gedrag

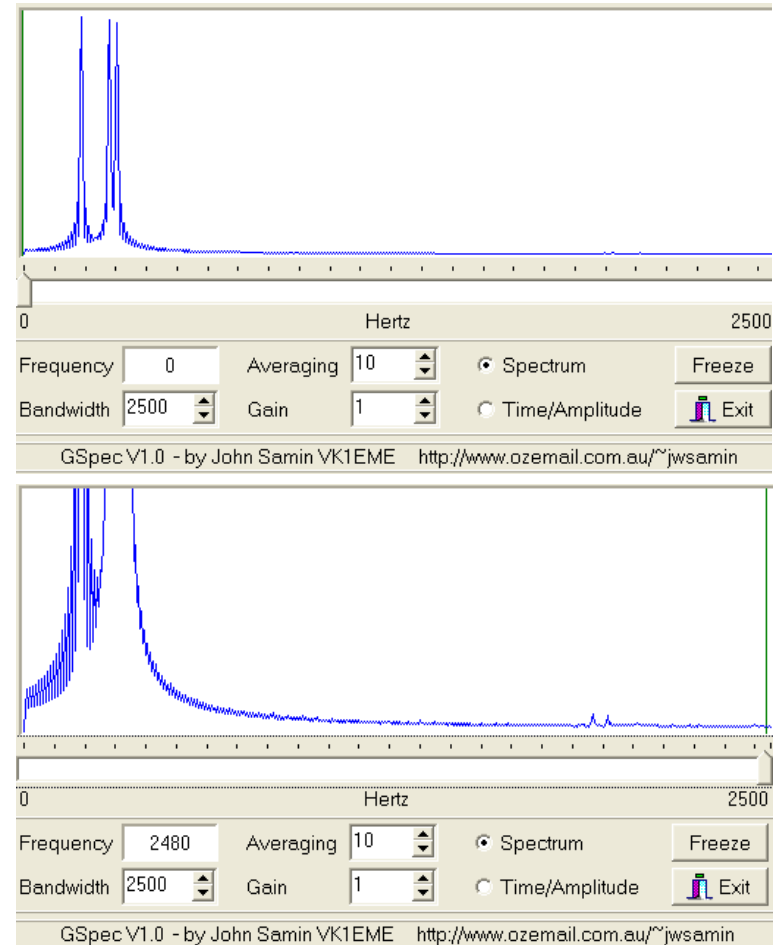


BESLUIT

- Door het niet “vlak gedrag” of door het afwijken van een ideale HiFi versterker zullen er IM producten ontstaan in de versterker, waardoor er veel meer “tonen” of “frequenties” uit de luidspreker zullen komen, dan wat we er gaan insturen.
- Dit zal een groot gevolg hebben op de sound van de versterker
- Een Hifi versterker zal niet bruikbaar zijn als gitaarversterker
- Een Buizen versterker zal méér IM2 geven, waardoor hij aangenamer warmer zal klinken.
- Een Transistor versterker zal méér IM3 geven, waardoor hij harder zal klinken.
- Om dit in de praktijk aan te tonen heb ik hiervoor een meetopstelling gemaakt, waardoor de aanwezigheid van deze IM dragers aangetoond kan worden. In de volgende presentaties ga ik deze praktijk metingen dan uitvoerig bespreken

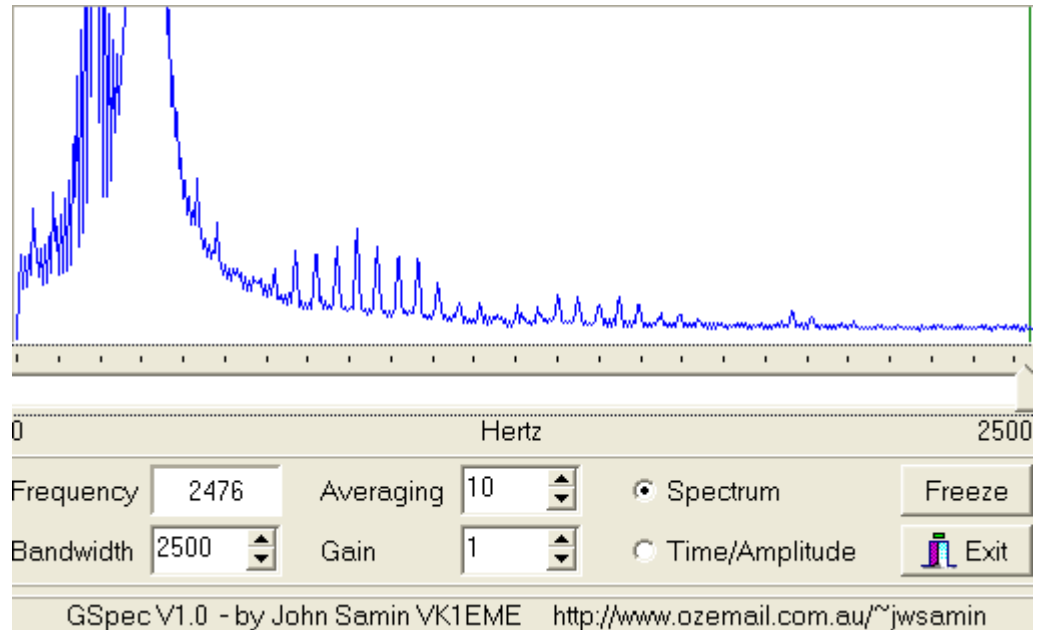
Meting op één Hifi versterker

- We zien hier enkel onze 3 dragers terug op de uitgang, dus geen IM2 of IM3 aanwezig
- Hier verhogen we het signaal tot we een op de uitgang een toon horen van **90dBa**.
- We zien nog altijd **geen IM2 of IM3**
- Onze Hifi versterker doet zijn best !



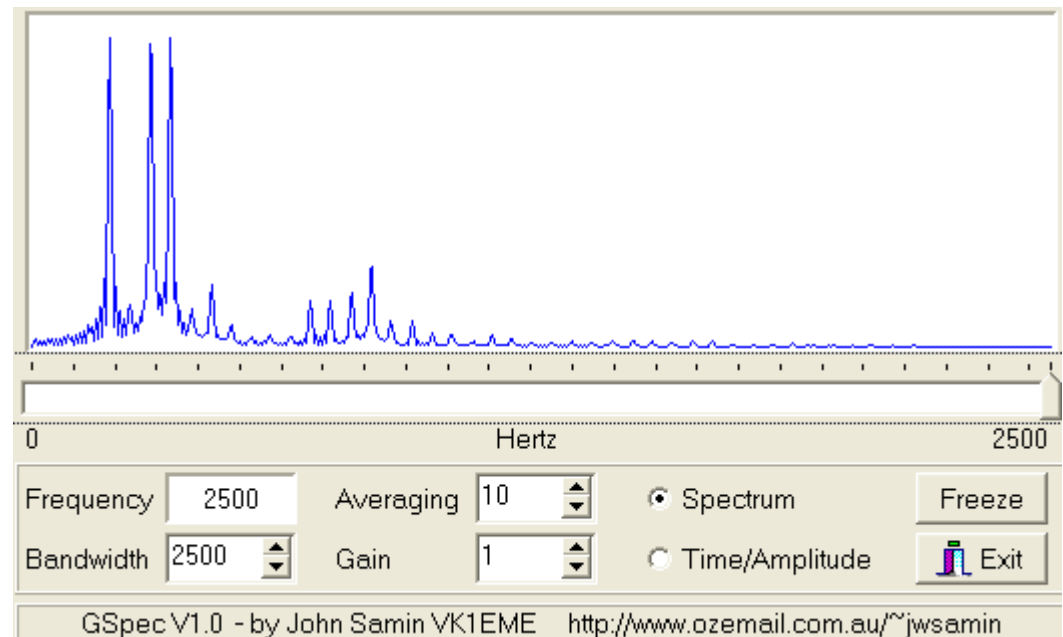
Meting op Hifi versterker

- Wanneer we de toon verhogen tot **100 dBa** op de uitgang zien we dat we onze HiFi versterker aan het oversturen zijn, waardoor er IM ontstaat !
- Dit noemt men het **oversturen van een versterker** , want dergelijke IM dragers verwachten we niet bij een HiFi versterker. Alles heeft immers zijn grenzen !!



Metingen op : Epiphone Valve junior

- We zien hier al direct, in tegenstelling tot de WiFi versterker dat deze versterker **niet vrij is van IM**, terwijl hij zeker nog niet overstuurd is ! Het afgegeven geluidsniveau is hier ongeveer 60 dBa.

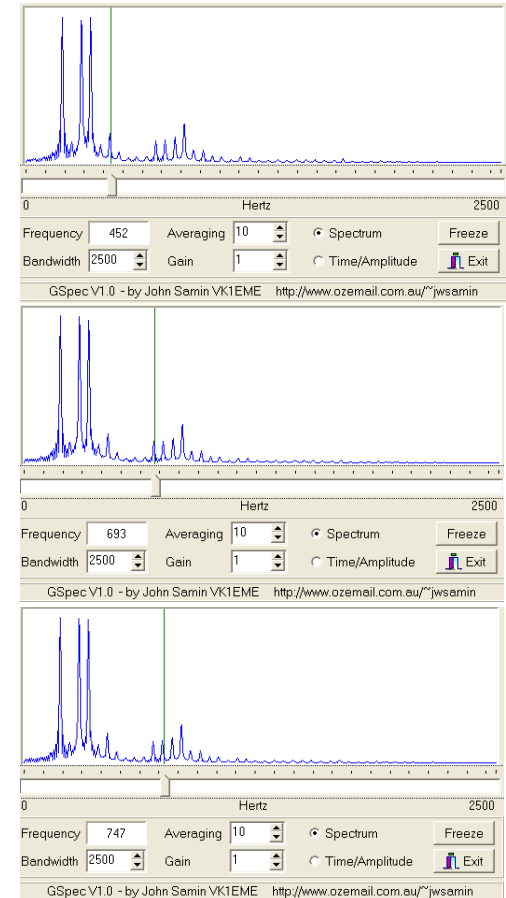


Bespreking Epiphone

➤ 450 Hz : IM3

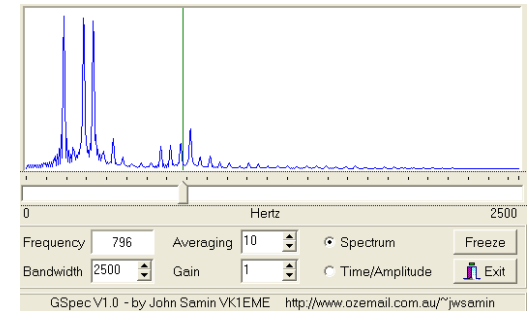
➤ 700 Hz : IM3 of IM2

➤ 750 Hz : IM3

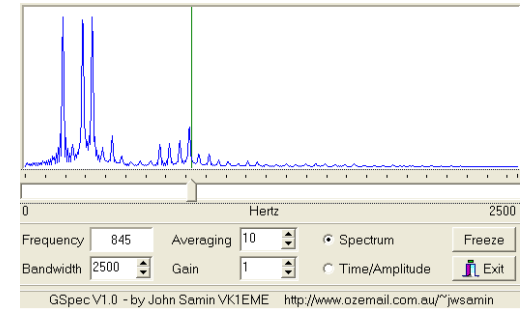


Bespreking Epiphone

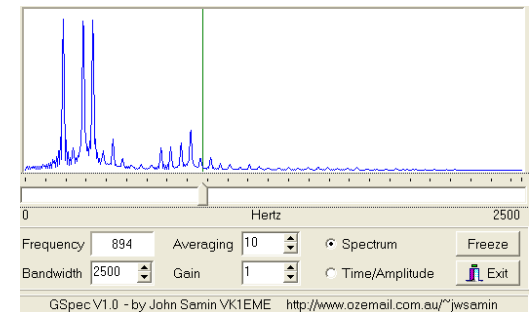
➤ 800 Hz : IM3



➤ 850 Hz : IM3

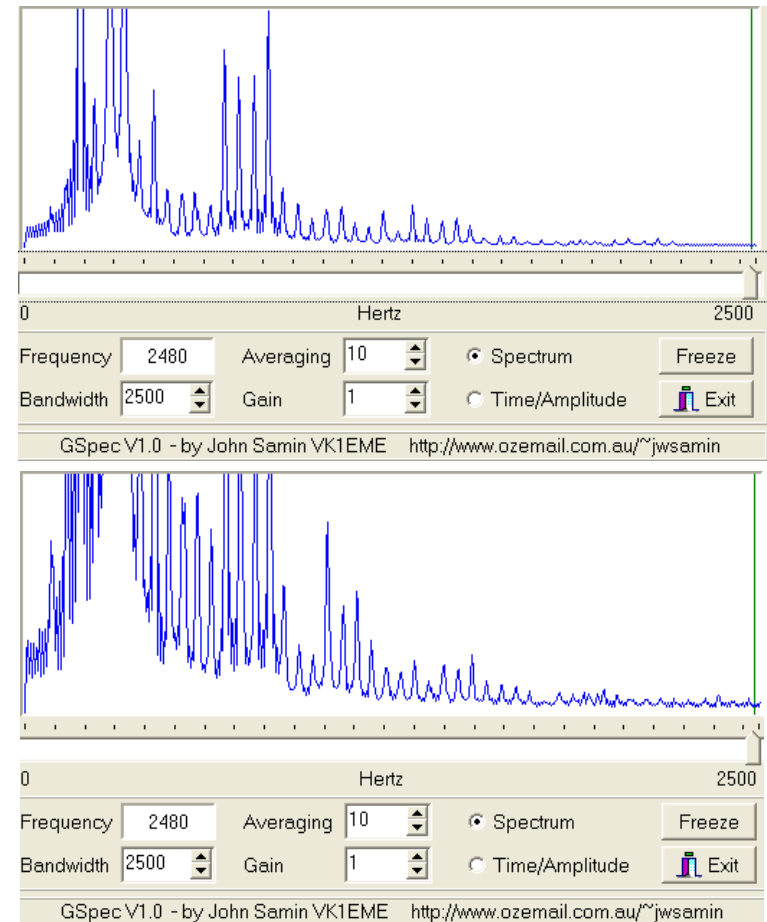


➤ 900 Hz : IM3



Epiphone op 90 & 100 dBA

- Naast de bestaande IM3 dragers (vooral beneden de 800Hz) zien we nu ook een pak IM2 dragers verschijnen.
- Het is in deze “volume zone “ dat onze buizen versterker de mooiste Bluesklank zal afgeven
- Naarmate we het uitgangsvermogen verhogen zien we naast de IM3 dragers ook veel sterke IM2 dragers ontstaan.
- In deze “volume zone” zal deze kleine buizen versterker niet geschikt zijn om Blues op te spelen

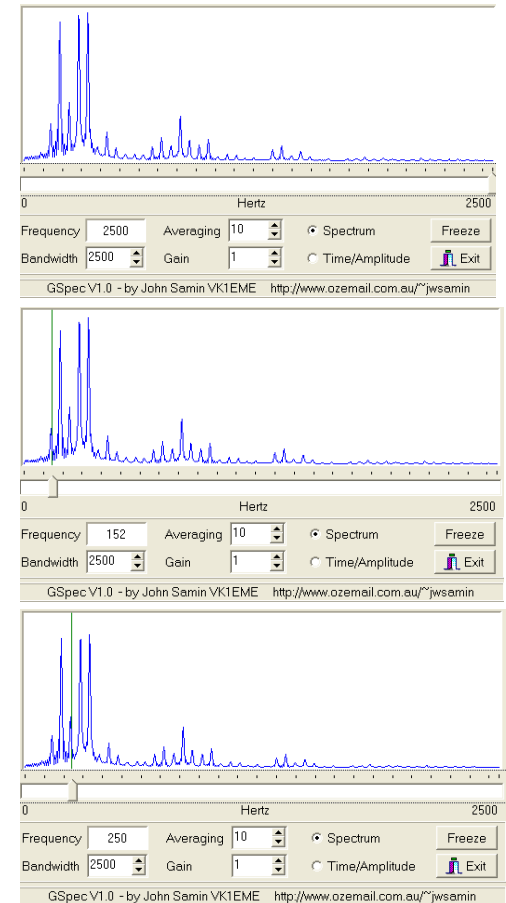


Metingen op: Fender Bronco Transistoren

- Wanneer we deze versterker bij een laag uitgangsniveau gaan beluisteren zien we ook direct dat we hier niet te doen hebben met een HiFi versterker, maar wel met een gitaarversterker die voor een sound moet zorgen !

➤ 150 Hz : IM2

➤ 250 Hz : IM3

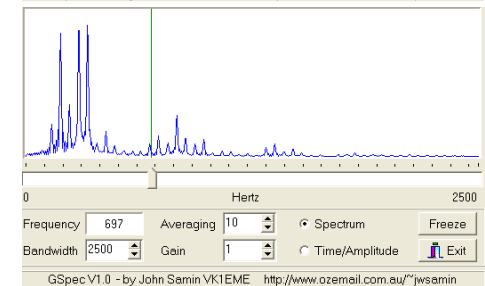
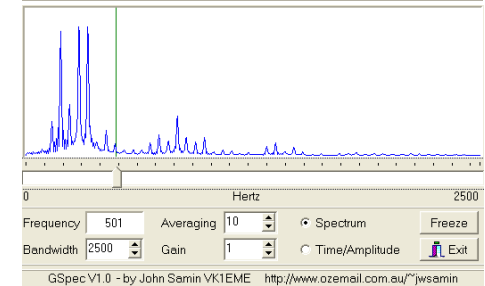
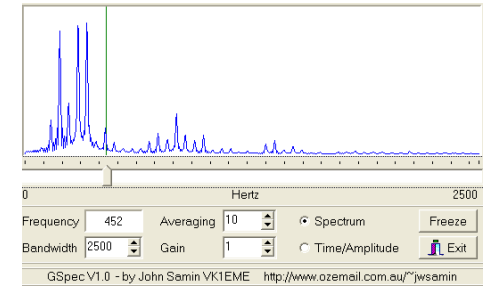


Metingen op: Fender Bronco Transistoren

➤ 450 Hz : IM3

➤ 500 Hz : IM3

➤ 700 Hz : IM3

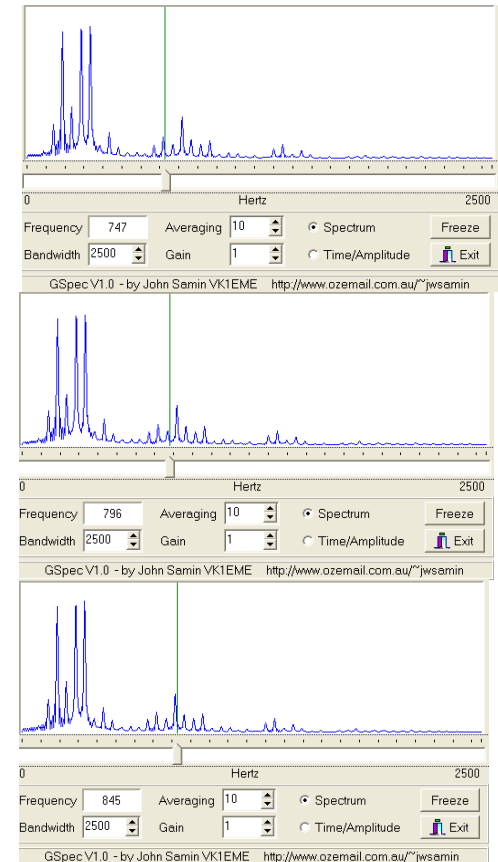


Metingen op: Fender Bronco Transistoren

➤ 750 Hz : IM3

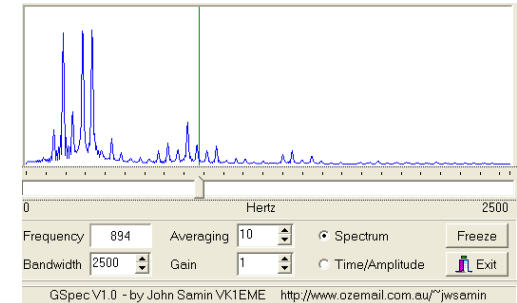
➤ 800 Hz : IM3

➤ 850 Hz : IM3

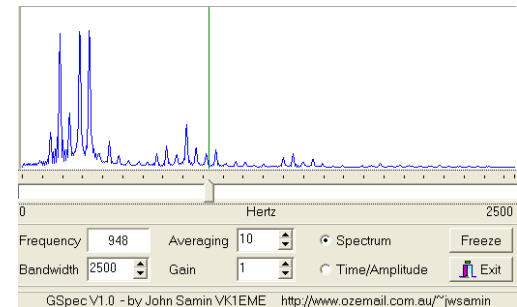


Metingen op: Fender Bronco Transistoren

➤ 900 Hz : IM3



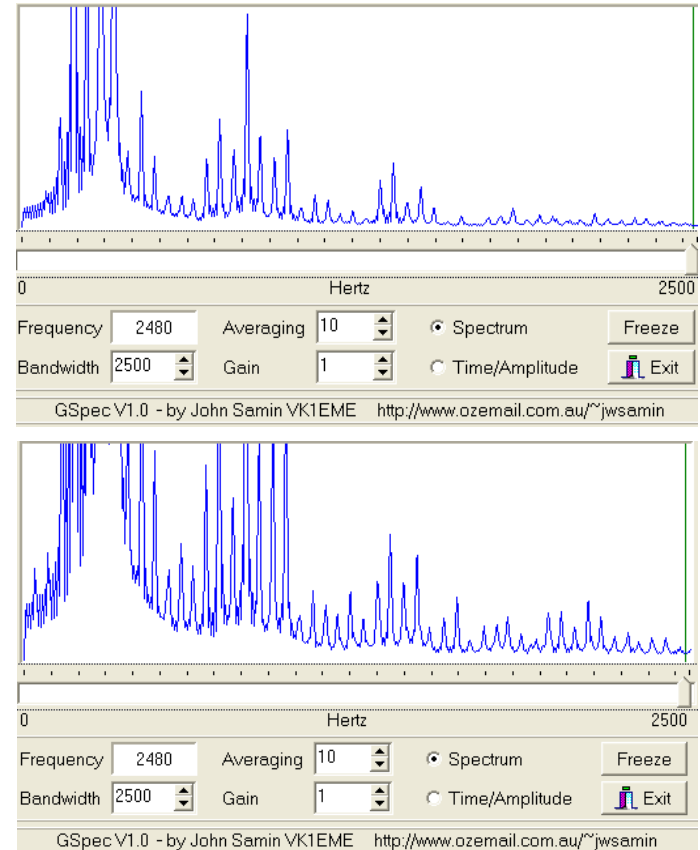
➤ 950 Hz : IM3



Bronco op 90 & 100 dBA

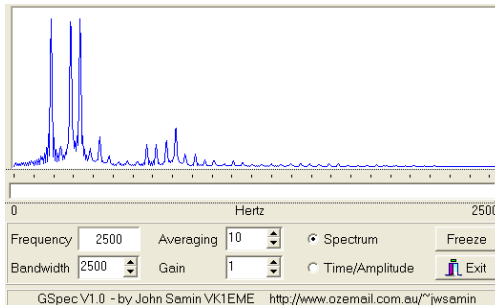
- Bij het verhogen van het uitgangsvolume naar 90 dBA zien we ook de IM3 dragers vergroten.
- Het zijn hier vooral de **IM3 dragers boven de 800Hz** die de harde sound gaan bepalen

- Wanneer we kijken wat er gebeurd bij 100 dBA, dan zien we dat er een pak IM bij komen, je zou de indruk krijgen dat we de versterker aan het oversturen zijn ? Enfin, dit oversturen kan de bedoeling hebben om een “harde” sound te bekomen ?

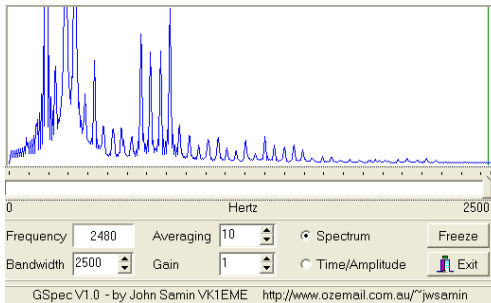


Vergelijkingsbeelden IM gedrag

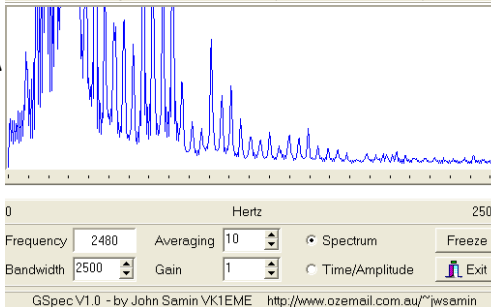
Buizen



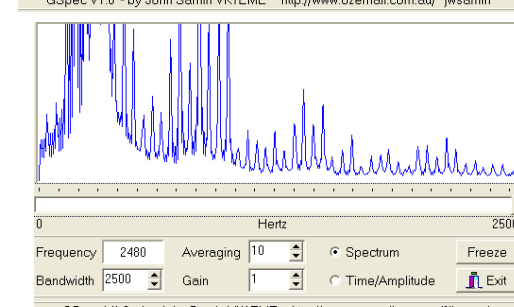
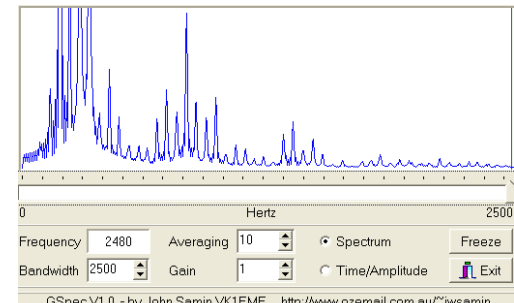
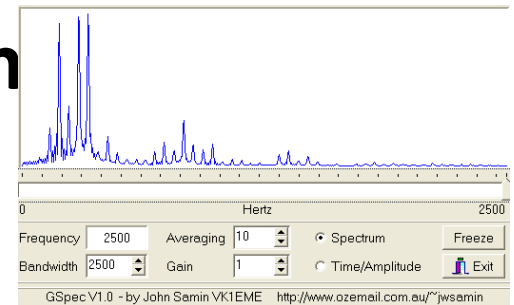
➤ 90 dBA



➤ 100 dBA



Transistoren



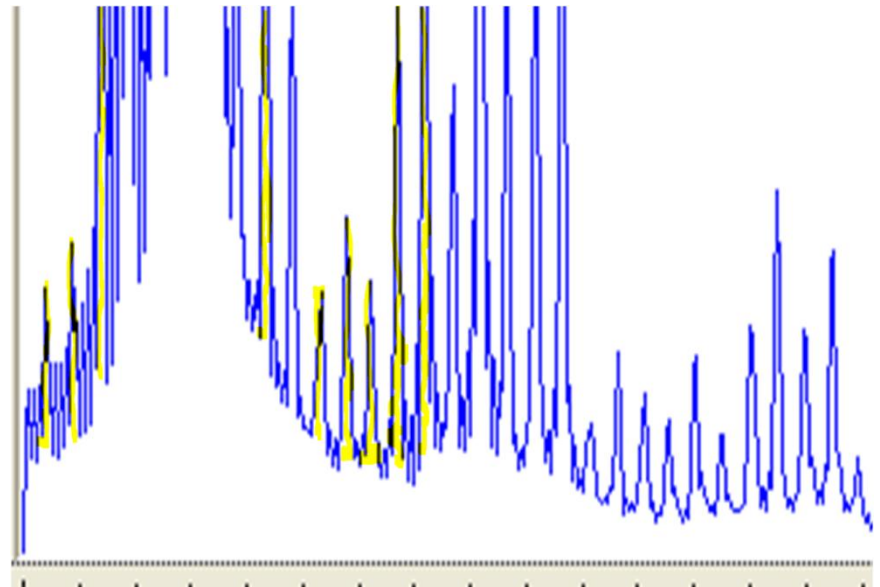
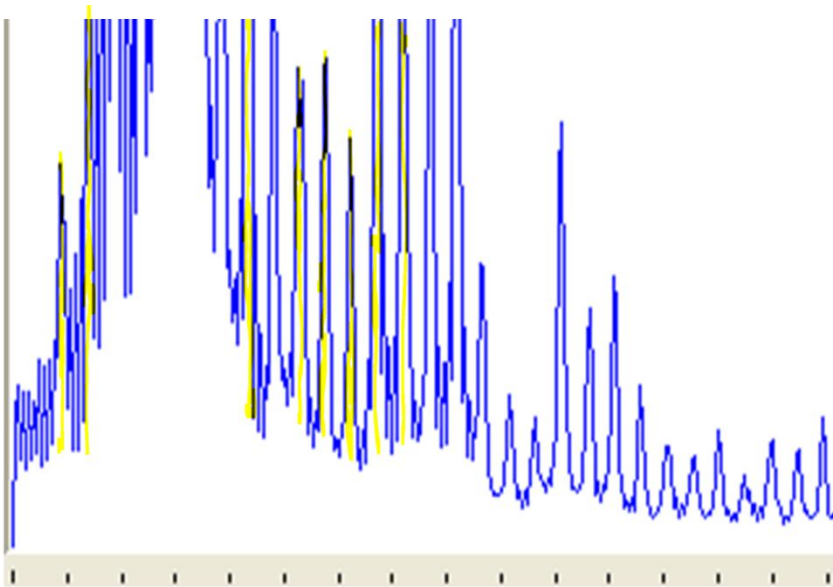
Vergelijking IM2 “Blues Klank”

- Ehiphon (Buizen)

- We zien duidelijk dat de IM2 dragers hier sterker zijn in amplitude.

Bronco (Transistoren)

Hier zijn de IM2 dragers veel lager in amplitude, maar ook bij Transistoren hebben we IM2, vandaar dat het soms zeer moeilijk is om het verschil te horen tussen beide modellen



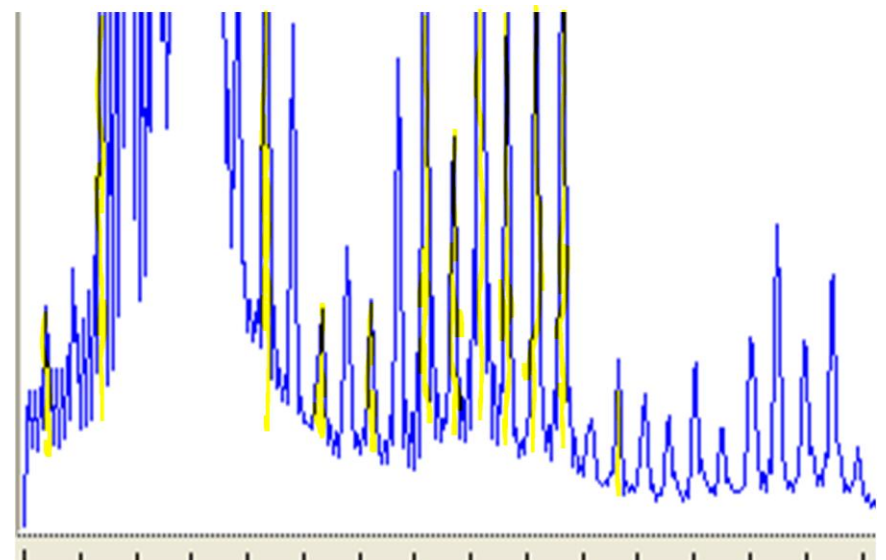
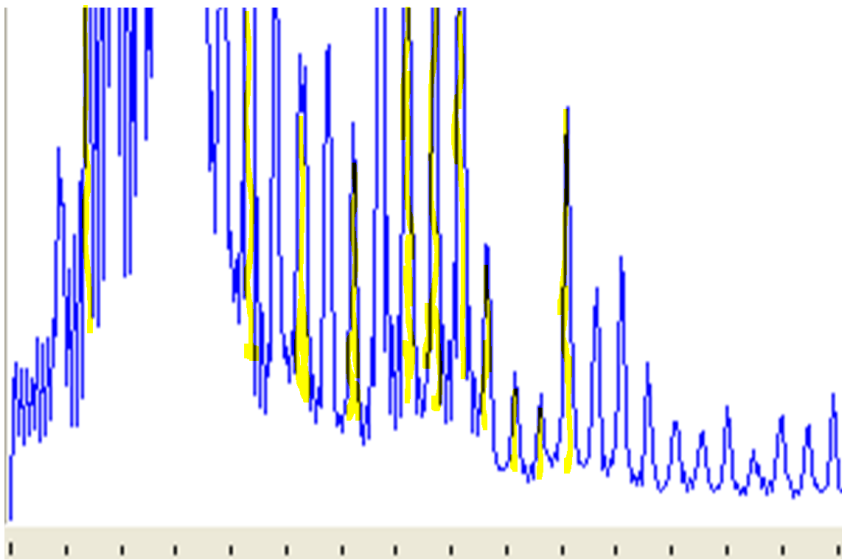
Vergelijking IM3 “Hardrock klank”

- Ehiphon (Buizen)

- We zien dat er ook **IM3** dragers zijn.
- De meeste IM3 zit **beneden de 800Hz** waardoor ze minder hard klinken.

Bronco (Transistoren)

- Hier zien we duidelijk **de sterkere IM3** dragers
Hier zitten de sterkste **IM3** dragers **boven de 800 Hz** waardoor ze scherper klinken



Besluit

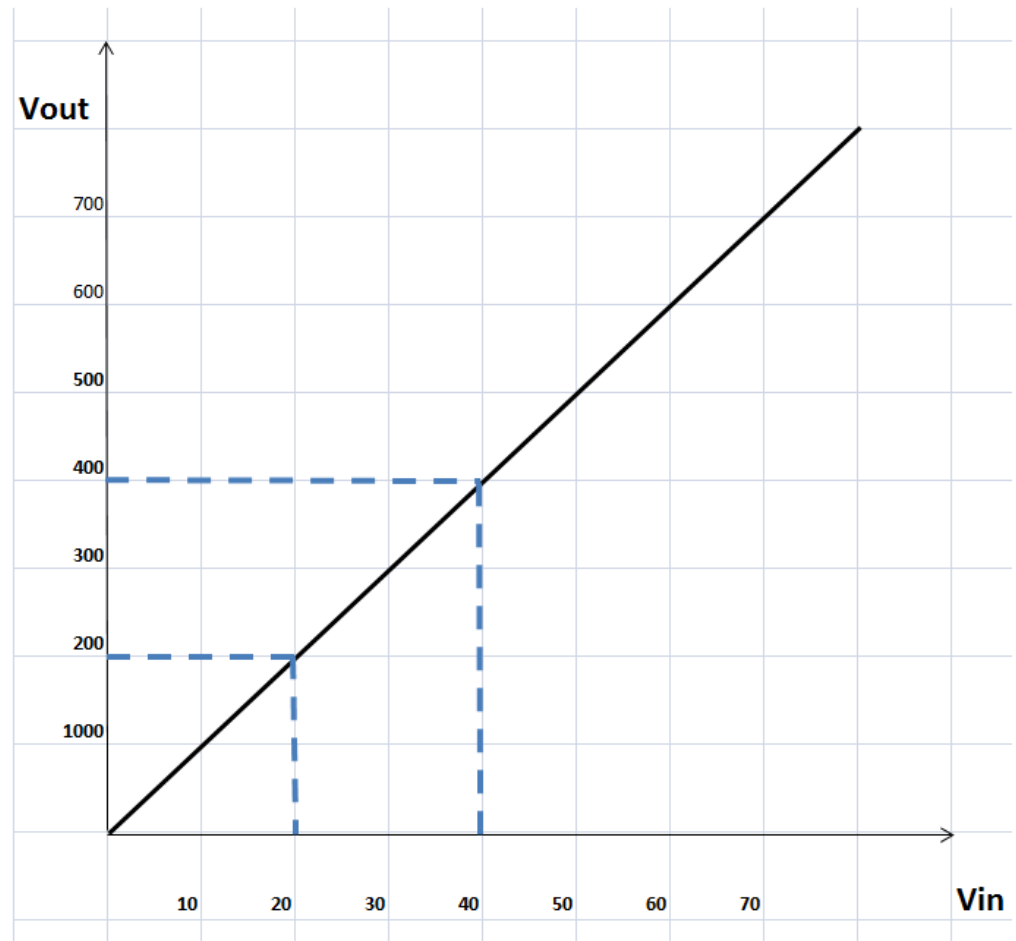
- Om onze sound te maken hebben we een versterker nodig die **IM** maakt, vandaar dat een **HiFi versterker** als gitaarversterker **onbruikbaar** is.
- Een **Hifi versterker** is een ideale **zangversterker** en ook bruikbaar als PA versterker
- Wanneer we een “zachte” en “vettige” **Blues** klank willen dan hebben we **veel IM2** dragers nodig en ook IM3 dragers beneden de 800 Hz. Hiervoor is een Buizen versterker de beste Keuze, maar een goeie transistor versterker die voor deze doelgroep ontworpen is kan deze klank bijna evenaren tegenwoordig, ook door het gebruik van de moderne FED 's.
- Wanneer we een “Harde” en “scherpe” **Rock** klank willen dan hebben we veel **IM3** dragers nodig vooral boven de 800 Hz. Hiervoor is en gewone transistor gitaarversterker de beste oplossing.
- Natuurlijk kan je vooraleer je gaat versterken, eerst een “pedaaltje “ gaan gebruiken die de nodige IM2 en IM3 producten zal afleveren op het gewenste niveau om zo mede de sound te bepalen die uit de speaker zal komen

Gedrag vergelijken tussen IM2 en IM3 dragers

- Om volledig te zijn, moet ik nog eens vlog het gedrag van die IM2 en die IM3 dragers onderling gaan vergelijken.
- Deze vergelijking gaat nadien veel dingen verklaren die de meeste muzikanten onder ons wel al eens gaan ondervonden hebben tijdens het testen van een versterker zonder hiervoor een antwoord op te vinden.
- Ik ga het zeer oppervlakkig bespreken, voor ons is het eindresultaat en de sound die er uit komt veel belangrijker.

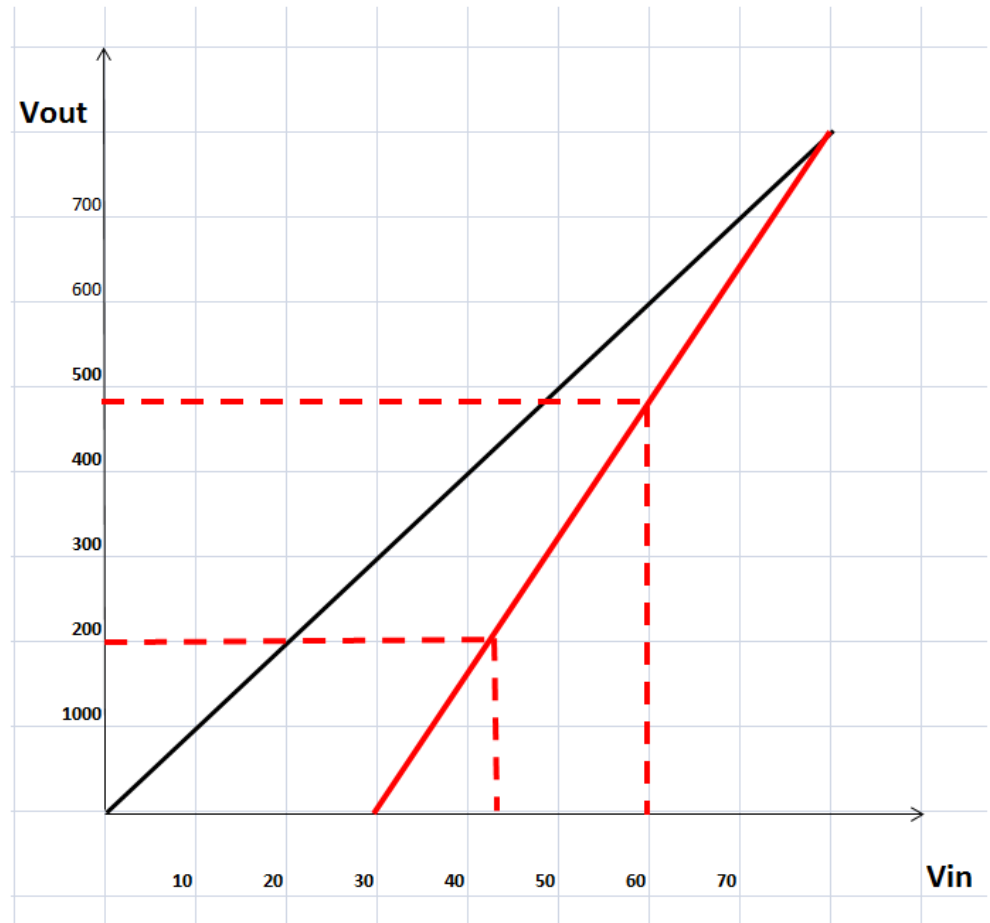
Lineaar gedrag

- Dit is het gedrag van een ideale HiFi versterker



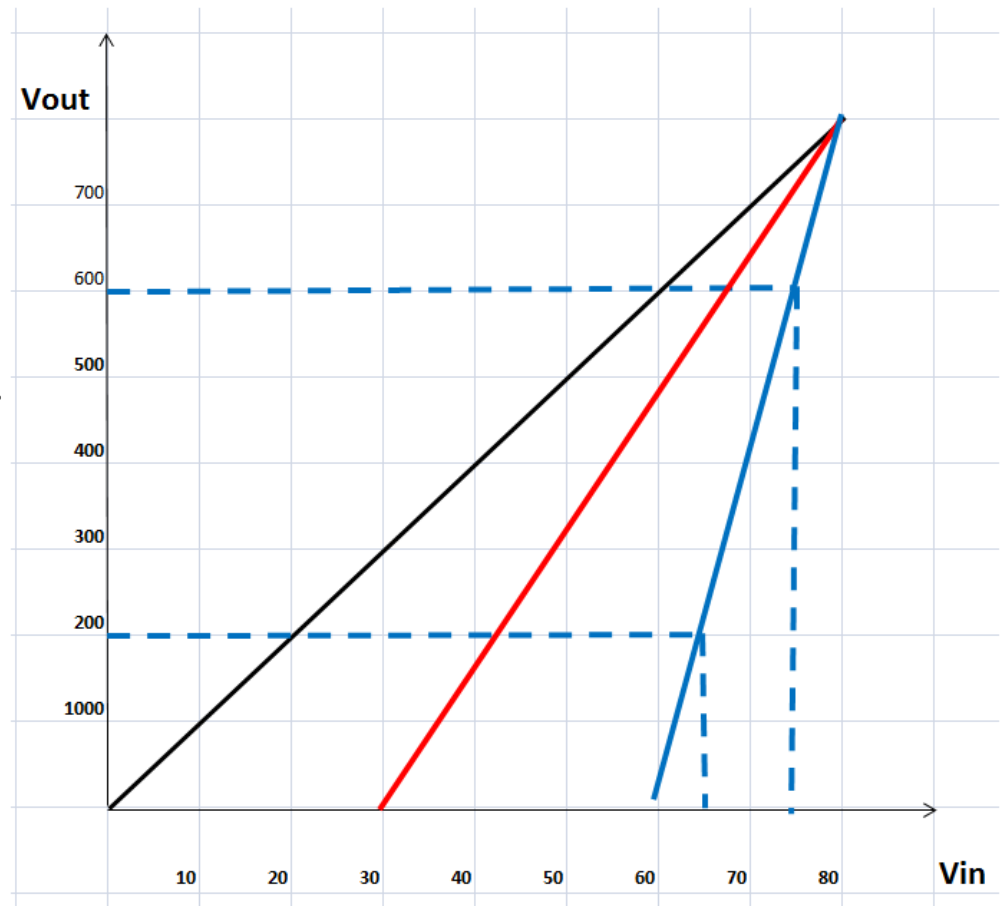
IM2 gedrag

- We zien hier dat we pas IM2 maken vanaf 30mV ingangsspanning.
- Daarna gaat ons IM2 gedrag van deze versterker geleidelijk groter worden



IM3 gedrag

- We zien hier dat we pas IM3 maken vanaf 60 mV ingangsspanning.
- Daarna gaat ons IM3 gedrag van deze versterker zeer snel groter worden.
- Dit is o.a. wat er gebeurt bij het oversturen van onze HiFi versterker.
- Tot 90dBA gebeurt er niets, en daarboven heb je **plots** een pak IM 3 dragers.



Besluit gedrag

- Op het internet kan je dan bv. dergelijke tekeningen over het IM gedrag van een versterker terug vinden.
- Hier spreekt men dan van een:
 - Second-order Intercept
 - Third-order Intercept
- Wat je ook ziet is dat naar boven toe onze volle lijnen over gaan in stippellijnen. Dit wil zeggen dat we in de praktijk deze waarden nooit kunnen bereiken, omdat onze versterker dan al zal vastgelopen zijn van de IM dragers, waardoor hij niet meer bruikbaar is als gitaarversterker !
- Hieruit kan je ook afleiden dat net dat ietsje meer spanning uit je gitaar plotseling een totaal andere sound kan produceren, omdat dan pas je versterker IM2 en of IM3 gaat produceren. Een klein verschil in versterking van de voorversterker kan een groot verschil in sound hoorbaar maken ! Alles hangt een beetje van de constructie af en de gebruikte componenten. Zo kan het vervangen van een 12AX7 soms wonderen doen

