

Deel 18: Vermogen meten

MAES Frank

0476501034

Frank.maes6@telenet.be

Inleiding

- Als we een **luidspreker** willen aankopen, dan moeten we natuurlijk weten **welk vermogen we nodig hebben** ?
- Daarvoor gaan we eerst naar de **versterker** moeten gaan kijken, wat er **vermeld staat** hoeveel **vermogen** die geeft en op welke **impedantie** dit is ?
- Omdat versterkers moeten verkopen, gebruiken de fabrikanten **verschillende normen** om dit **vermogen aan te geven**.
- Vandaar het grote belang om het vermogen te kunnen **omrekenen** naar het **RMS vermogen**, omdat de fabrikanten van luidsprekers ook meestal het vermogen van hun luidsprekers opgeven in **RMS, MAAR** er zijn ook uitzonderingen, dus best eens de data opvragen en informeren naar het **RMS** vermogen, om te kunnen vergelijken.
- Wat dat **RMS** vermogen is ga ik straks proberen uit te leggen.

De Wet van Ohm

- Om verdere berekeningen te kunnen uitleggen moet ik eerst “**de wet van Ohm**” uitleggen, dit is de eerste formule die een techniker moet kennen.

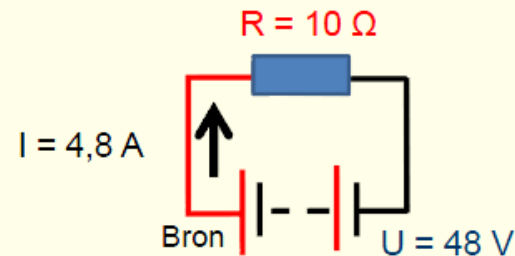
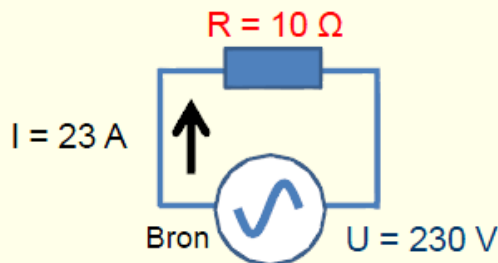
Spanning = Stroom x **Weerstand** in V (volt)

of dus

$$U \text{ (spanning)} = I \times R \text{ in V (volt)}$$

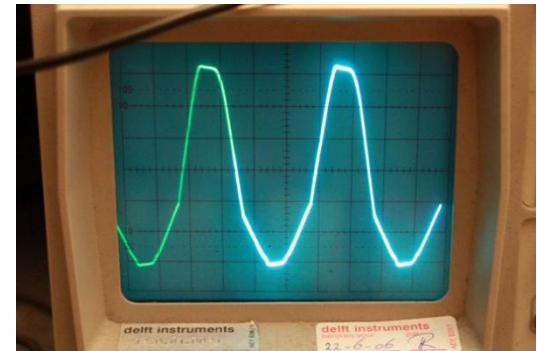
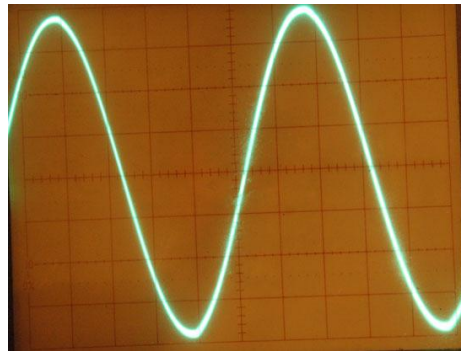
$$I \text{ (stroom)} = \frac{U}{R} \text{ in A (ampère)}$$

$$R \text{ (weerstand)} = \frac{U}{I} \text{ in } \Omega \text{ (ohm)}$$



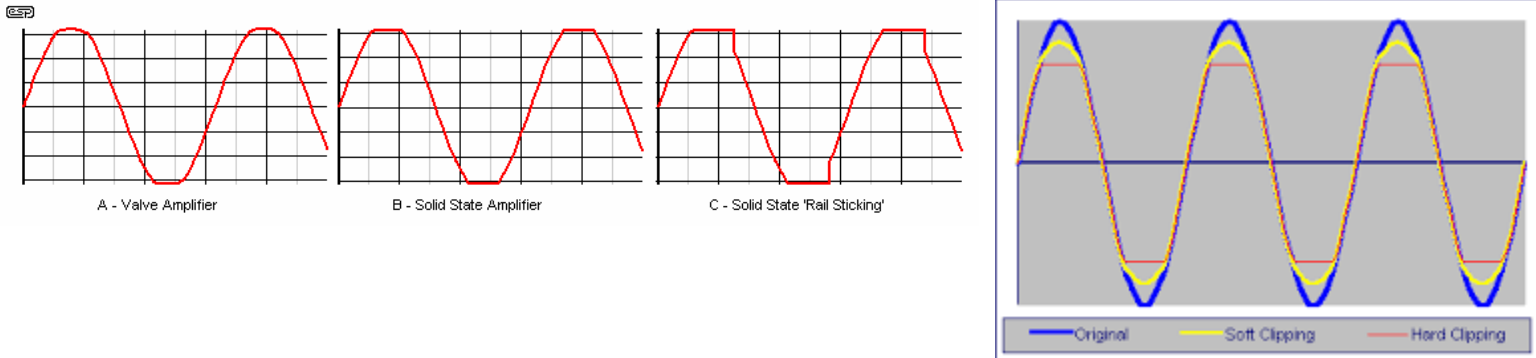
De Spanning U in Volt

- De spanning U is hier nu **het grote probleem** !!
- U meet je in **Volt** 's zoals we weten, maar bij een **SINUSSPANNING** hebben we verschillende manieren om die spanning U te gaan meten, en hierdoor verkrijgen we verschillende aanduidingen van het **Vermogen** in **Watt**
- Ik ga me hier beperken tot een muzieksignaal dat bestaat uit een **zuivere sinus**, wanneer we onze muziek gaan oversturen, beschikken we niet meer over een **zuiver Sinus**, maar eerder een **Blokgolf**, en dan is het nog veel moeilijker om U op de **juiste manier** te gaan meten

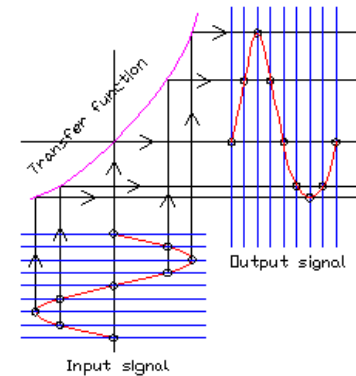


Vervormde spanning

- Wanneer we onze sinus gaan oversturen bekommen we **verschillen vormen van spanningen** :

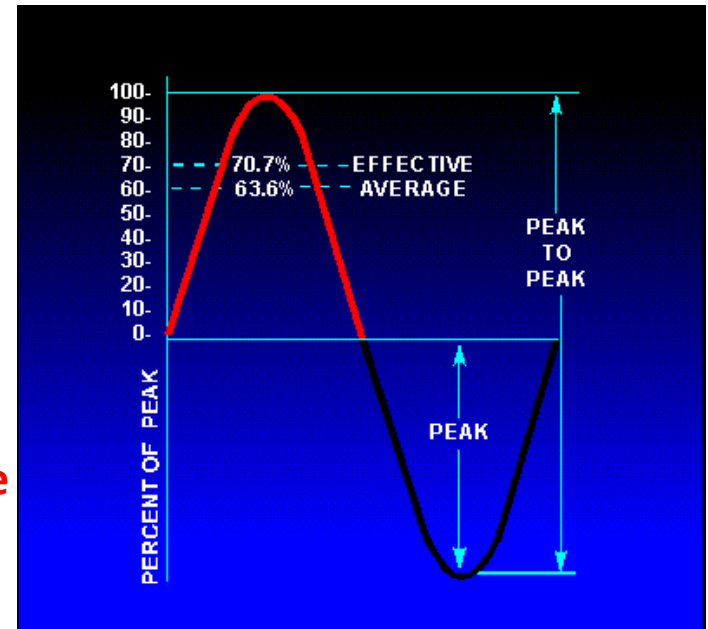


- In de figuur hierboven zien we hier direct al de vermelding dat bij een **buizen versterker A** we meestal een **mooi sinusspanning** overhouden, terwijl we bij een **transistor versterker B en C** vlugger een **afgeplatte sinus** zullen verkrijgen bij oversturing.
- Ik wil hier wel de opmerking meegeven dat bij een buizen versterker de sinus wel gaat vervormen, maar **niet gaat afvlakken**.



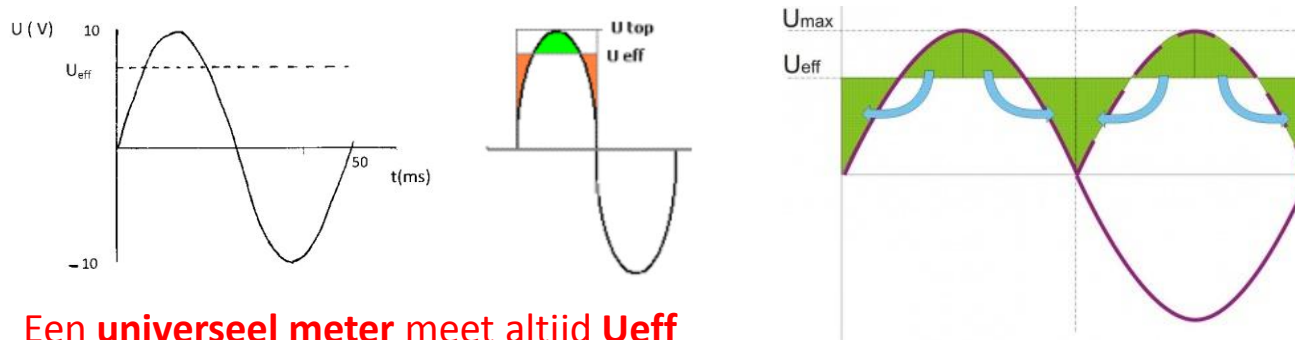
Soorten spanningen op een Sinus

- **PEAK spanning** : O.a. te meten met een scoop
Is de helft van de Peak to Peak spanning, of de helft van de Top tot Top spanning
- **EFFECTIVE spanning** : Dit is de spanning die we meten met een gewone meter. Deze spanning is =
 $U_{eff} = \text{Piekspanning} * 0.707$
Wanneer we te doen hebben met één sinusspanning dan is $U_{eff.} = U_{RMS}$ **RMS=Root Mean Square**
- **AVERAGE spanning** : Dit is de gemiddelde spanning. deze waarde wordt zelden gebruikt.
- **PEAK TO PEAK** : Dit is de Top tot Top spanning
- **Vergelijken met netspanning op 230V stopcontact :**
 - 230 V effectieve spanning en 230 V RMS spanning
 - 324 V piek spanning
 - 648 V Piek tot Piek spanning



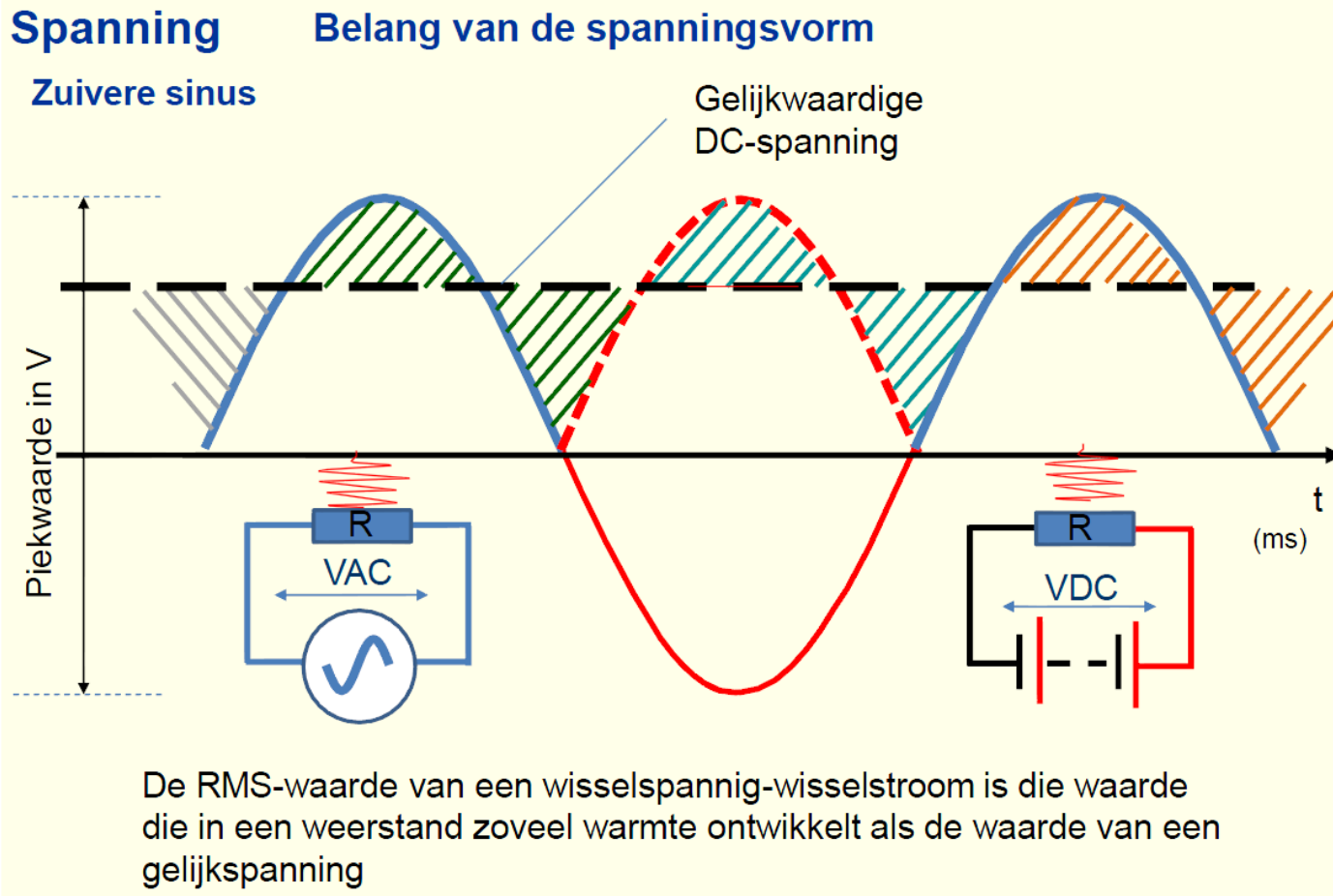
Sinus Spanning

- Bij een sinus kennen we vooral de **Top waarde** en de **Effectieve waarde**



- Een **universeel meter** meet altijd **U_{eff}**
- Als we over **vermogen** gaan spreken, dan hebben we **U_{eff}** of de **RMS spanning** nodig, omdat we echt **de energie nodig hebben** die op dat moment **in onze sinus aanwezig** is.
- De **Topspanning U_{top}** hebben we enkel nodig om te bepalen tegen welke minimale **werkspanning** bv. onze condensator zal moeten kunnen weerstaan. Daarom kan je soms vermeld zien op een condensator : bv. 250V AC, dan wil dat zeggen dat je deze condensator kan gebruiken op één gelijkspanning van $(250 * 1.41 =) 352\text{ V DC } (=U_{\text{top}})$
- Voor **gloeilampen, en ander gebruiksvoorwerpen** geeft men altijd **U_{eff}** aan als werkspanning

RMS spanningning samenvatting



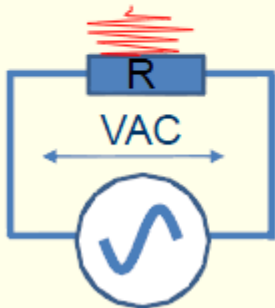
Vermogen P in Watt

- Eenheid : **watt**
- Symbool: **P**
- **Vermogen is een grootheid voor energie (arbeid) per tijdseenheid**

$$P = \frac{E}{t} \text{ (W)}$$

P: Elektrisch vermogen in watt of W
E: Elektrische energie in joule of J
t: tijd = seconde of s

Als men een weerstand aansluit op een spanningsbron dan zal er een stroom vloeien.
Deze stroom warmt de weerstand op en produceert dus vermogen. (warmte).



Bijvoorbeeld:

$R = 10 \Omega$ & $U = 63 \text{ V}$

=> De stroom is dan :

Wet van Ohm

$$I = \frac{U}{R} = \frac{63 \text{ V}}{10 \Omega} = 6,3 \text{ A}$$

Het vermogen is : $I^2 \times R = 6,3^2 \text{ A} \times 10 \Omega = 396,9 \text{ W}$ of $396,9 \text{ J/s}$

Vermogen P in Formule

Vermogen = Spanning x **Stroom** in W (watt)

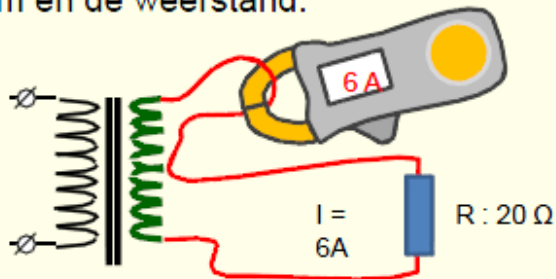
of dus

$$P = U \times I \text{ in W (watt)}$$

$$P = U \times \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R} \text{ in W (watt)}$$

$$P = (I \times R) \times I = I^2 \times R \text{ in W (watt)}$$

Om een vermogen te meten moet men de spanning niet kennen, wel de waarde van de stroom en de weerstand.



$$P = I^2 \times R =$$

$$6^2 \text{ A} \times 20 \, \Omega =$$

$$36 \text{ A} \times 20 \, \Omega = \mathbf{720 \text{ W}}$$

Formule P

- De algemene formule om het vermogen uit te rekenen is :

$$P = U * I$$

➤ **P = Vermogen in Watt**

➤ **U = Spanning in Volt**

➤ **I = Stroom in Ampere**

- We kunnen deze formule wat praktischer maken : **$P = (I * R) * R = I^2 R$**

- Of beter nog : **$P = U * (U/R) = U^2/R$**

➤ **R = de weerstand of impedantie in Ohm Ω**

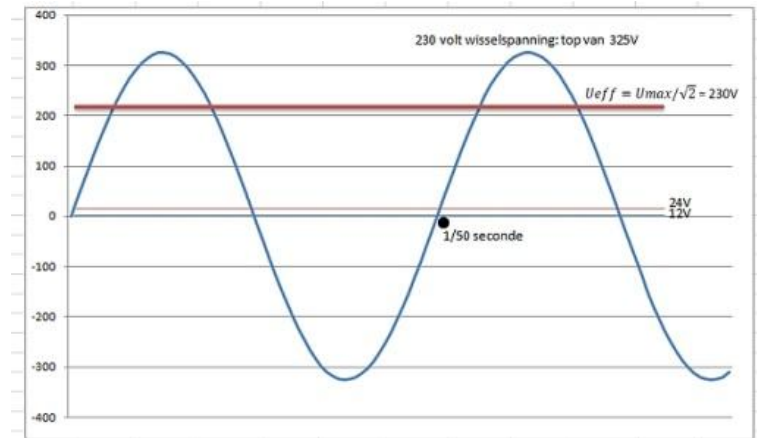
- **R = Z van de luidspreker, meestal 4 of 8 of 16 Ω**

Soorten vermogens (om te verkopen !!)

- **RMS vermogen of Sinusvermogen of Continu vermogen:** Hiervoor hebben we de eff. Spanning nodig of de RMS spanning: Is het vermogen dat de versterker maximaal **constant kan leveren** bij 1000 Hz.
RMS staat daarbij voor het **veilige vermogen** dat zowel de versterker als de speakers gedurende lange tijd kan verwerken zonder schade aan de onderdelen op te lopen. **RMS is het continuevermogen**, dus het vermogen die de set écht kan waarmaken. **RMS** wordt gemeten aan de hand van een constant ruissignaal en **valt lager uit dan muziekvermogen omdat de spoel van de speaker niet kan afkoelen**.
- **Muziekvermogen of Piekvermogen :** Hiervoor hebben we de **Piekspanning nodig** :Maximaal piek- uitgangsvermogen van een eindversterker . Dit is bijna net zo'n onzin als de fabrikant niet opgeeft hoelang de versterker in staat is om het vermogen te leveren ? Een versterker van bijvoorbeeld 100 Watt gedurende 1 seconde 150 Watt kan leveren vanuit de reserve buffer van de voeding, zonder schade op te lopen. Het piekvermogen is een onzinwaarde.
- **DIN vermogen :** Staat toe dat aan de grenzen van het frequentiebereik (20 – 20.000 Hz of minder) maar de helft van het vermogen beschikbaar is ten opzichte van 1000 Hertz, de middenfrequentie waarop gemeten wordt, vaak zonder daar opgave van te doen.
- **PMPO vermogen :** is een verzinsel van marketing afdelingen en slaat nergens op. Het absolute piek vermogen dat een versterker kan leveren voor **enkele microseconden, zonder stuk te gaan**.

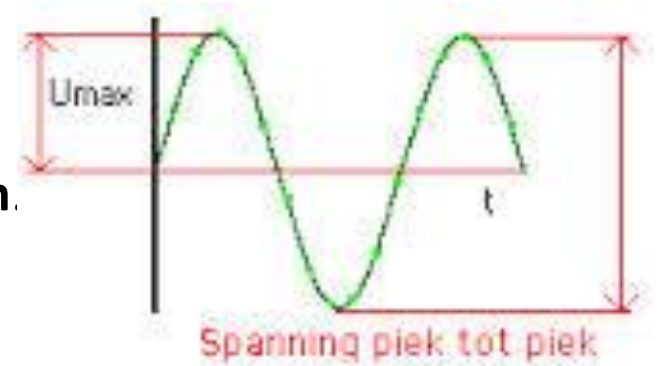
Sinus = RMS = Continu vermogen meten

- Om **het RMS** vermogen te meten over een weerstand of speaker moeten we de **effectieve spanning U_{eff}** gaan meten. Wanneer we de topspanning of U_{max} gaan meten moeten we die delen door **1.41**
- **$U_{eff} = U_{rms} = U_{max} / 1.41$**
- **$P_{rms} = (U_{eff})^2$ of $(U_{rms}^2) / Z$ luidspreker**
- **$P_{rms} = U_{eff} * I_{eff}$**
- Vb. De spanning op een **transistorversterker** is **+/-40V DC** en de luidspreker is **8 Ohm**
 U_{eff} = we verliezen nog **1V** over de transistor in geleiding dus **$39V * 0.707 = 27V_{eff/rms}$**
 $P_{rms} = (27)^2 / 8 = 729 / 8 = 91 \text{ Watt Rms}$ (Of 180 Watt Muziekvermogen)



Muziekvermogen of Piekvermogen

- Om het **Muziekvermogen** te meten over een weerstand of Z speaker moeten we **de top spanning Utop of Umax. gaan meten.** Wanneer we **Ueff** meten met onze **LF Voltmeter** moeten we nog vermenigvuldigen met **1.41**



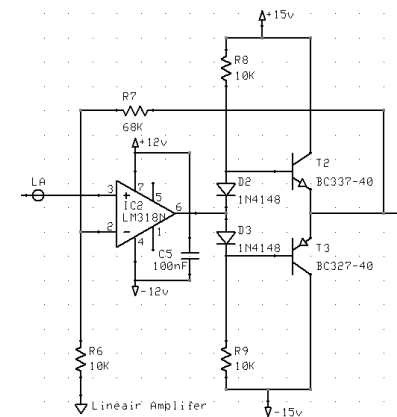
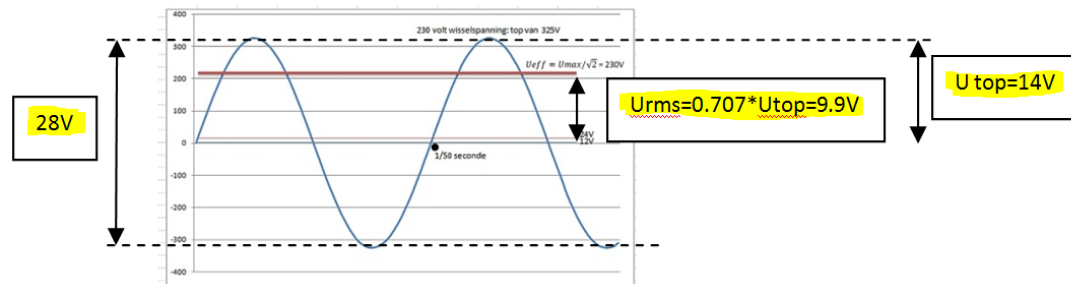
- **$U_{top} \text{ of } U_{max.} = U_{eff} * 1.41$**
- **$P_{top} = (U_{top})^2 / Z \text{ luidspreker } (\Omega)$**
- Vb.: De voedingsspanning van een transistorversterker is **+/-40V DC** en de luidsprekerimpedantie Z is **8 Ohm**

Utop = we verliezen nog 1V over de transistors in geleiding, dus **39V**

Ppiek = $(39)^2 / 8 = 1521 / 8 = \mathbf{190 \text{ Watt Muziek vermogen of 190 Watt Piekvermogen (was 91Watt RMS)}}$

Vermogen inschatten bij Transistor versterker

- Wanneer we beschikken over een **transistor eindversterker**, dan kunnen we zeer vlug het **uitgangsvermogen gaan berekenen**, door gewoon de **DC voedingsspanning** te gaan meten.
- Hier in ons vb. hebben we een eindversterker die werkt op **+15 V en -15 V DC**, dus hebben we een totale spanning van **30V DC**.
- Daar we over T2 en T3 ongeveer 1V verliezen, hebben we nog **nog +14V en -14V ter beschikking**.



- $R = 4 \text{ Ohm}$ (opgegeven fabrikant)
- $P = U^2 / R = (9.9)^2 / 4 = 98 / 4 = \mathbf{24.5W \text{ RMS}}$
- **Besluit** : Als we het schema zien, en we weten hoeveel de voedingsspanning is (hier +/-15V), dan kunnen we direct uitrekenen hoeveel **RMS** die versterker **max. kan geven** .

Vermogen inschatten bij Buizen versterker

- Wanneer we op dezelfde manier als bij transistoren willen gaan werken door de voedingsspanning te gaan meten willen toepassen, dan word dit een complexe opgave, omdat we bij een **buizen versterker** met o.a. een **uitgangstransfo** nodig hebben met onbekende details, enz....
- Eigenlijk als het voor een **brute schatting** is om het **vermogen** van een **luidspreker** te bepalen, zou ik me richten naar **de gebruikte eindlampen**. Afhankelijk van de **schakeling** halen bepaalde type 's méér vermogen uit bv. een 6L6 dan andere schakelingen, omdat ze die buizen extra zwaar durven belasten, waardoor ze natuurlijk ook snel verouderen en later minder vermogen gaan afgeven ! Bij transistoren heb je dat probleem niet, hier heb je altijd het opgegeven vermogen, **terwijl een buis ondergeven is aan verouderingsverschijnselen !**

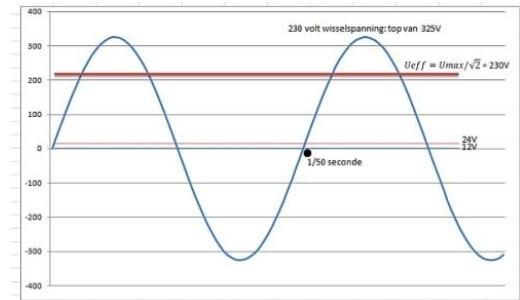
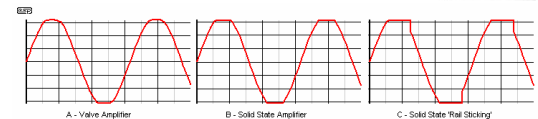
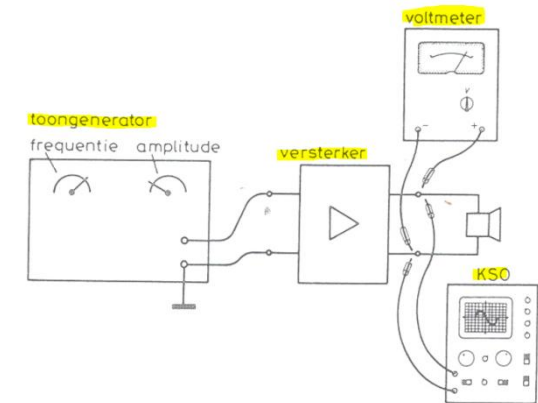
- Bv. Fender Junior met 2*EL84: **12Wrms**
- Bv. Fender 5F1 met 1*6V6 : **12Wrms**
- Bv. Fender Rev. Deluxe met 2*6V6 : **24Wrms**
- Bv. Marshall MJT45 met 2* 5881 : **40Wrms**
- Bv. Fender Blues deluxe met 2*6L6 : **36Wrms**
- Bv. Hot Rot De Ville met 2*6L6GT : **60Wrms**

Soort	Europa Type	Amerika Type	Inwendige weerstand Ri	Uitgangs vermogen Watt	Anode impedantie KΩ
Pentode	EL84	6BQ5	34K	6	5,2
	EL34		15K	15	2
		6L6	22,5K	18	2,5
		6V6	50K	12	5
		5881	30K	20	2,5
		KT66	22,5K	22	2,2

- Dus volgens het gebruikte **type eindlampen** kan je een relatief een goeie inschatting maken tegen hoeveel **RMS vermogen** je luidspreker zal moeten kunnen, een beetje reserve kan nooit geen kwaad, vandaar dat Fender meestal standaard een **50W speaker** gebruikt bij al zijn versterkers !

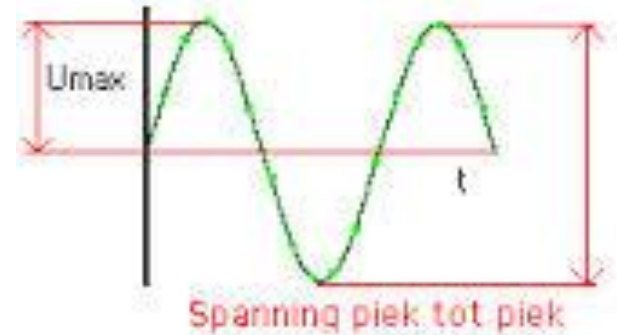
Vermogen meten van versterker

- Om het uitgangsvermogen te kunnen meten van een versterker hebben we een **sinus generator** nodig en een **luidspreker of weerstand Z** als belasting. Daarnaast een **LF Voltmeter** en of een **Scoop**.
- De **scoop** dient om te kijken of we de versterker niet oversturen (we hebben een zuivere sinus nodig)
- De **LF Voltmeter** dient om de **Effectieve spanning** die uit de versterker komt en over die **weerstand** staan te kunnen meten. Met een gewone LF voltmeter meten we altijd de **effectieve spanning of RMS spanning** (bij zuivere sinus)



Vermogen berekenen bij bv.: 14.1Vpiek of 10Vrms en 4Ω speaker

- **$P = U^2/R$**
- **25 W** (100/4) sinusvermogen of **RMS**
- **50 W** (199/4) muziekvermogen of
piekvermogen
- **100 W** Piekmuziekvermogen = 2 * muziekvermogen
- Zo zal je bv. bij **Philips** meestal het **rms** vermogen terug vinden bij een stereo installatie, bv. 2*25W (25W per kanaal), maar diezelfde versterker kunnen ze ook verkopen als een 200W versterker (2*100W Piekvermogen per kanaal), dat klinkt soms aantrekkelijker, en verkoopt beter !



Samenvatting Voorbeeld

• <http://blog.knudde.be/Wat%20is%20watt%3F>

- 1) Een **stereoversterker** die op elk kanaal maximaal **10 W**, of : **2 * 10W sinusvermogen** of **continu** of **RMS** levert.
 - 2) Kan gedurende **korte tijd** kan elk van de beide versterkers bijvoorbeeld dan: **2 * 15 W (RMS*1.41) muziekvermogen** of **Maximum vermogen**
 - 3) Het **piekvermogen** is tweemaal zo groot als het **sinusvermogen of RMS**, dus **20W piekvermogen** of hier : **2 * 20 W piekvermogen**
 - 4) Het **piek-muziekvermogen**, dat tweemaal het **muziekvermogen** bedraagt, **30W**, of in ons voorbeeld : **2 * 30W piek-muziekvermogen**
 - 5) Het **totale piekvermogen** tweemaal het **piekvermogen** van één kanaal dus **40W totaal piekvermogen per kanaal**
 - 6) Het **totale piek-muziekvermogen** is zelfs **tweemaal 30 W**, dus **60 W**.
- Er zijn dus **6 manieren** om van één en dezelfde stereoversterker het vermogen op te geven.

Zanginstallatie bespreken

- **1) PA**

http://www.yamahaproaudio.com/global/en/products/pasystems/stagepas_400i600i/specifications.jsp

Model		STAGEPAS 400i	STAGEPAS 600i
Built-in Amplifiers	Power Rating (Dynamic)	400W (200W + 200W)	680W (340W + 340W)
	Power Rating (Continuous)	360W (180W + 180W)	560W (280W + 280W)

- **Zang versterker met actieve boxen**
- We hebben hier te doen met een stereo 400 Watt versterker een 600 Watt versterker
- Of 2 mono kanalen van elk 200 Watt elk 300 Watt
- Of 2 mono kanalen van elk 180 Watt Continu = RMS elk 280 Watt RMS
- Verschil in vermogen per kanaal = $280/180=1.5$
- Verschil in vermogen per kanaal = $1.5 = 10 \log 1.5 = 10 * 0,176 = 1.76 \text{ dB}$
- Een verschil van **1.76 dB** kan je nooit horen
- Een gitaarversterker met 2*6L6 geeft ongeveer 40 Watt RMS, en klinkt dus :
 $180/40=4.5$ $10 \log 4.5 = 6.5 \text{ dB}$ (dat verschil ga je horen) $280/40=7$ $10 \log 7 = 8.4 \text{ dB}$
- Met je zang zal je iets boven de gitaar zitten hier nog ietsje sterker

Zanginstallatie bespreken

- **2) speakers**

- http://www.yamahaproaudio.com/global/en/products/pasystems/stagepas_400i600i/specifications.jsp

Model	STAGEPAS 400i	STAGEPAS 600i
System Type	Powered mixer with 2 passive speakers	
Maximum SPL (*Maximum SPL)	125dB SPL / speaker	129dB SPL / speaker
Type	Two-way bass-reflex speakers	
Transducers	LF: 8" (20cm) cone, HF: 1" (2.54cm) voice coil compression driver	LF: 10" (25cm) cone, HF: 1.4" (3.56cm) voice coil compression driver

- Naast het feit dat bij de 600W versie de speaker hier een 10" is i.p.v. een 8" (méér Bassen), heeft de 10" speaker ook 4 dB méér geluidsdruk.
- Besluit: We hebben al een verschil van **1.76 dB**, komt daarbij nog een verschil van **4 dB**, dat geeft ons een "geluidsdruk-verschil" van een kleine 6 dB, en dat verschil ga je horen .
- **Omgerekend geeft dit dus een verschil weer in "geluidsdruk" van 4 keer (6dB = 4 keer) in vermogen. Daar het stereo is zal dit in beide speakers hetzelfde resultaat zijn !**

Stroom door de luidspreker kabels

1) Piekstroom : $I = U/R$

- $I_{\text{piek}} = U_{\text{top}} / Z \text{ luidspreker}$
- $I_{\text{piek}} = 39 / 8 = 4.87 \text{ A piekstroom}$

2) RMS stroom

- $I_{\text{rms}} = U_{\text{rms}} / Z \text{ luidspreker}$
- $I_{\text{rms}} = 27 / 8 = 3.37 \text{ A rms stroom}$

3) Zekering

- Als we deze luidspreker willen beveiligen dan hebben we een zekering nodig dit tegen de RMS stroom kan dus 4A zou voldoende moeten zijn.

4) Verlies

- In dit simpel voorbeeld van een 91 Wrms (39Vrms) versterker zien we dat er toch flinke stromen van 3.37Arms in de luidspreker kabel zullen vloeien, waardoor we best een voldoende diameter nemen om het kabelverlies te beperken (min $2 \times 1.5 \text{ mm}^2$)