

11 Elektrodynamiche weergevers voor hybride systemen en subwoofers

In dit hoofdstuk worden vier dynamische weergevers besproken, die in combinatie met een ESL worden gebruikt. Voor deze luidsprekers is met behulp van het CAD- programma (Computer Aided Design) Boxcalc V.2 een basreflex- behuizing ontworpen.

De basreflex is afgestemd volgens Hoges. Een basreflex heeft als voordeel dat bij een betrekkelijk bescheid en boxvolume, voor lage frequenties toch een redelijk hoge geluidsdruk kan worden bereikt. De kwaliteit van de laagweergave kan bij een goed ontworpen systeem bijzonder goed zijn.

Omdat de basreflex is berekend met behulp van het programma Boxcalc zullen we eerst ingaan op de dit programma.

Het CAD- programma Boxcalc V.2

Boxcalc V.2 is ontwikkeld door de firma Audio Components uit Oss. Het berekenen en afstemmen van luidsprekers was tot voor kort voorbehouden aan enkele luidsprekerfabrikanten. Men maakte daarbij vaak gebruik van speciale programma's, die op mainframes (grote computers dus) draaiden.

Eén van de eerste programma's die op een gewone PC XT of AT draaiden was het Amerikaanse CASD- programma (Computer Aided Speaker Design). Momenteel zijn soortgelijke programma's goed verkrijgbaar voor betrekkelijk weinig geld.

Eén van de programma's die in Nederland ontwikkeld zijn, is Boxcalc V.2. Ondanks de Nederlandse oorsprong is dit programma geheel Engelstalig opgezet. Dit in verband met de gebruikte begrippen, die bijna alle uit de Engelse en Amerikaanse literatuur afkomstig zijn.

Het programma is een nieuwe versie van het al eerder verschenen programma Boxcalc V.1 en heeft diverse extra's zoals de mogelijkheid om voor een luidspreker een bandpass-afstemming te berekenen, het berekenen van impedantie- compensatieschakelingen zoals Zobel en notch- schakelingen, en een sterk uitgebreide databank voor luidsprekers.

Het programma stelt verder weinig eisen aan de computer en printer, elke PC kan er mee werken en een coprocessor of harde schijf zijn niet nodig. De grafieken en schema's kunnen worden afgedrukt met een Epson compatibele printer.

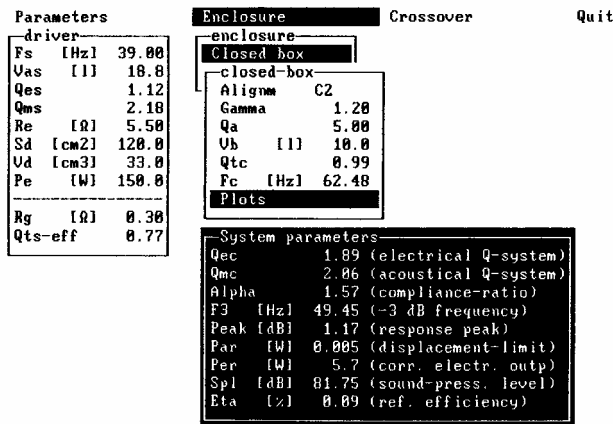
Via het hoofdmenu (figuur 11.1) kunnen we kiezen uit verschillende opties, die kunnen worden geselecteerd met de cursortoetsen of door het intikken van de eerste letter van het desbetreffende woord. Uit een databank (bibliotheek) kan gekozen worden uit meer dan 40 merken luidsprekers met meer dan 1000 luidsprekers (woofers). Via de optie 'parameters' kan een luidspreker worden geselecteerd uit de bibliotheek, waarbij de parameters van de luidspreker worden weergegeven in een kader.

De parameters zijn de essentiële gegevens, waaruit de meeste andere parameters kunnen worden afgeleid. De parameters van een geselecteerde luidspreker kunnen ook veranderd worden. Er kunnen ook nieuwe merken en nieuwe luidsprekers van een in de bibliotheek aanwezig merk worden toegevoegd.

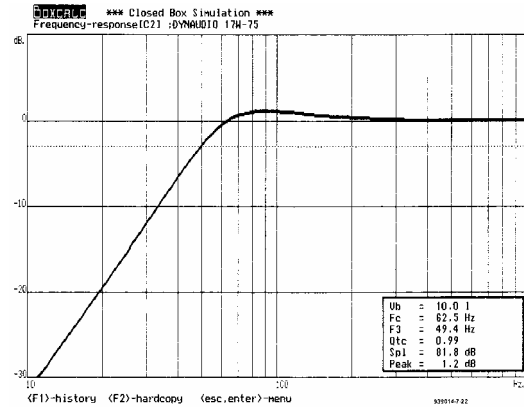
Een tweede optie uit het hoofdmenu, 'Enclosure', biedt de mogelijkheid om voor een reeds geselecteerde luidspreker (of meerdere identieke luidsprekers in serie of parallel) een geschikte behuizing te berekenen. Men kan daarbij kiezen uit een gesloten behuizing, een basreflex- of een bandpass- behuizing, Bij de gesloten behuizing kan gekozen worden uit vier standaard afstemmingen of het zelf dimensioneren van de behuizing. Bij de basreflex kan gekozen worden uit vier afstemmingen: Hoges, QB3, BB4 en C4. Ook is het mogelijk om een basreflex- behuizing te berekenen volgens eigen ingevoerde parameters, bijvoorbeeld de kastinhoud.

Bij de bandpass kan eveneens gekozen worden uit een aantal vaste afstemmingen, of voor de invoer van zelf bepaalde parameters. Als voor een bepaalde afstemming is gekozen, verschijnt onder in het beeld een lijst met de bij de afstemming behorende parameters. Een aantal van deze parameters kan grafisch zichtbaar worden gemaakt met behulp van de optie 'Plots'. Zo kan de frequentierespons van de ingebouwde weergever zichtbaar worden gemaakt, bijvoorbeeld de respons bij een toegevoerd vermogen van 1 W op 1 meter (SPL), of de frequentierespons ten opzichte van een referentiedruk (0 dB) (zie figuur 11.2). Andere mogelijkheden zijn de weergave van het impulsgedrag van de in gebouwde weergever (zie figuur 11.3), de belastbaarheid, de maximale geluidsdruk, en de impedantie- en fasecurve. De schaalverdeling kan bij de weergave van de parameters met behulp van een submenu ingesteld worden.

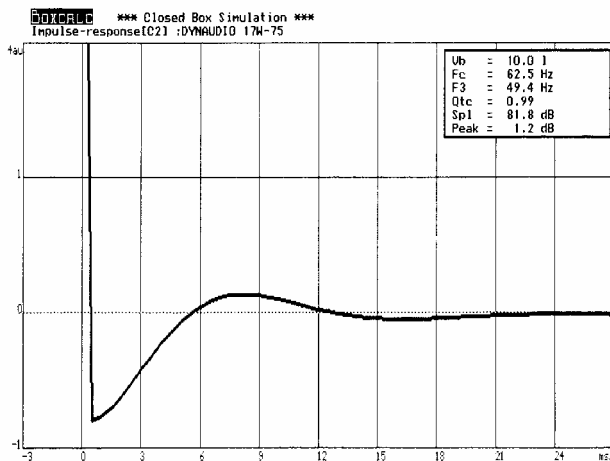
Ook is het mogelijk om een van de systeemparemeters van maximaal zes verschillende weergevers te vergelijken. Zo kan bijvoorbeeld de frequentierespons van zes verschillende weergevers met elkaar vergeleken worden in een grafische weergave.



Figuur 11.1. Het hoofdmenu van Boxcalc.



Figuur 11.2. Frequentiecurve bij de in figuur 11.1 zichtbare luidsprekerselectie.



Figuur 11.3. Impulsgedrag van de geselecteerde luidspreker in een kastje van 10 liter.

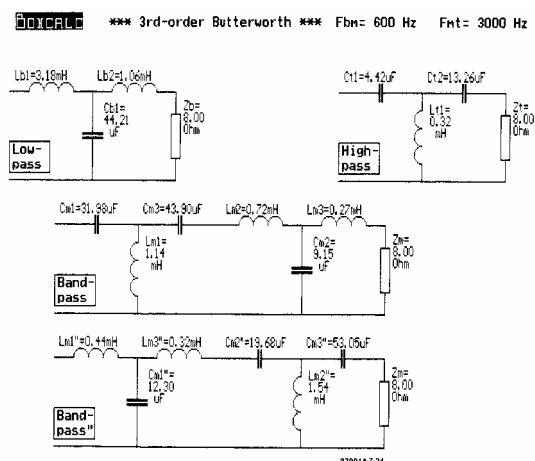
Een derde optie uit het hoofdmenu, 'Crossover', brengt ons bij een aantal filter- configuraties, waarbij de gebruiker kan kiezen uit twee- en driewegsystemen, Butterworth- filters (eerste, tweede en derde orde) en Linkwitz- filters (tweede en vierde orde). Het gaat hier uiteraard om theoretische filters, waarbij men de DC-weerstand en de zelfinductie van de componenten kan invoeren. Vervolgens verschijnen de waarden van de filtercomponenten en er is zelfs een grafische weergave van het filter mogelijk (figuur 11.4).

Figuur 11.4. Het door Boxcalc berekende scheidingfilter.

Ook kun je het frequentie- en fasegedrag van het filter grafisch weergeven. Als laatste biedt Boxcalc de mogelijkheid om verzwakkingnetwerken (L-pads) en impedantie-correctieschakelingen (Zobel, notch) te berekenen. De hamvraag is natuurlijk in hoeverre de door het programma berekende waarden voor een bepaalde behuizing overeenstemmen met de gemeten waarden. Als voorbeeld noemen we hier de gemeten (parameters) waarden voor de resonantiefrequentie en de frequentierespons van de in dit hoofdstuk behandelde Davis-weergever 20 KLV 8A.

De gemeten waarden bleken exact overeen te komen met de berekende waarden die met Boxcalc werden gemaakt.

Het gebruik van een CAD- programma als Boxcalc V.2 is door de grote overeenkomst tussen berekende en gemeten waarden een zeer bruikbaar hulpmiddel bij het ontwerpen van behuizingen voor elektrodynamische luidsprekers.



Dynamische weergevers in combinatie met een ESL

Zoals we hebben gezien hebben de meeste elektrostaten voor huiskamergebruik een redelijke basweergave. De kwaliteit van de laagweergave is zeer hoog. Toch zijn er muzikliefhebbers die prijs stellen op een verder doorlopende laagweergave. Dan is een elektrostatische of dynamische sub-basweergever nodig. Een elektrostatische sub-basweergever heeft als nadeel dat vaak meerdere ESL-subwoofer- modulen nodig zijn. Alleen met een sterk vergroot membraanoppervlak kunnen dan ook de laagste frequenties met een hoge geluidsdruk worden weergegeven. Deze modulen nemen uiteraard veel ruimte in beslag.

Een dynamische sub-basweergever is dan een betere oplossing. Bij een betrekkelijk bescheiden volume kan zo'n weergever bij lage frequenties al een relatief hoge geluidsdruk produceren.

Een sub-basweergever kan als bas- ondersteuning bij twee full-range ESL's toegepast worden, bijvoorbeeld de ontwerpen van Peerless of Philips uit dit hoofdstuk beschreven. Men kan daarbij kiezen voor een centrale subwoofer (som- bas) of één sub- bas per kanaal.

Een dynamische weergever kan behalve voor sub- basweergave ook ingezet worden als laagweergever bij hybride systemen. Het voordeel van een hybride combinatie is dat het ESL-element een kleiner frequentiegebied weergeeft, wat een hoger rendement oplevert. Een hybride weergever heeft dan ook in principe een hoger rendement dan een breedband-ESL. De kwaliteit van de dynamische weergever dient zeer hoog te zijn in verband met het feit dat die tot 2... 3 kHz nog een ongekleurde weergave dient te hebben, bijvoorbeeld Scanspeak of Davis, elders in dit hoofdstuk. De behuizing voor deze weergever dient voor het bereiken van een goede geluidskwaliteit zeer goed berekend en afgestemd te worden. Tevens is het van belang dat bij een hybride combinatie het (actieve) filter exact is afgestemd op de weergevers. Een goed berekende en afgestemde hybride weergever kan dan een geluidskwaliteit produceren, die weinig onder doet

die van een breedband-ESL. De laagweergave van een dergelijke combinatie kan ver naar beneden doorlopen, afhankelijk van de toegepaste luidspreker en behuizing. In principe is het veel moeilijker om een goede hybride ESL te ontwerpen dan een full-range ESL. Bij een full-range ESL zijn de uiteindelijke resultaten meestal goed voorspelbaar, in tegenstelling tot een hybride systeem.

Bij het ontwerp van een hybride systeem moet men rekening houden met een groot aantal parameters zoals die van de dynamische weergever in ingebouwde toestand, de behuizing, het filter, de ESL, en de verschillende afstralingpatronen van de twee verschillende weergevers. Dit grote aantal parameters maakt het uiteindelijke resultaat dan ook minder goed voorspelbaar. De exacte afstemming van een hybride ESL zal dan ook in de praktijk moeten plaatsvinden.

Voor vier dynamische weergevers is een optimaal berekende basreflex- behuizing ontworpen. De weergevers van Scanspeak en Davis zijn speciaal ontworpen voor een hybride systeem. De laagweergave van deze twee ontwerpen is zeer goed, kwalitatief en kwantitatief. Deze weergevers kunnen door de uitstekende laagweergave ook als subbas worden ingezet.

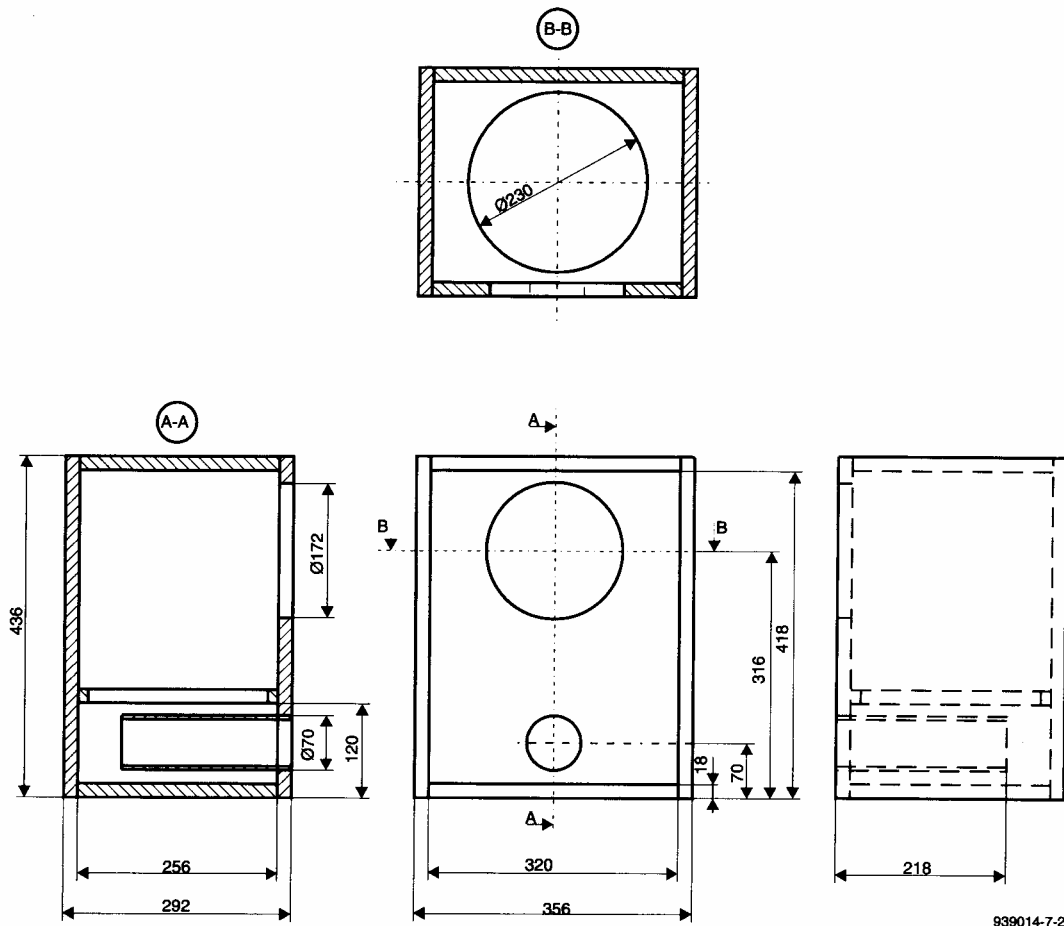
De ontwerpen van Peerless en Philips kunnen het beste worden ingezet als sub-basweergever. Ze kunnen bij lage frequenties een zeer hoge geluidsdruk produceren. Voor hybride systemen zijn deze weergevers minder geschikt omdat luidsprekers van dit formaat (30 cm) niet in staat zijn om een ongekleurde weergave te verzorgen tot 2... 3 kHz.

11.1 Scanspeak

Voor de Scanspeak 21 W I 8554 kevlar is met behulp van Boxcalc een basreflex herrekend. De behuizing heeft een netto inhoud van 32,5 l (figuur 11.5). De 20-cm woofer heeft een lichtmetalen gegoten frame en een kevlar conus, die een ongekleurde weergave tot circa 3 kHz mogelijk maakt. Deze weergever kan dienst doen als laagweergever in een hybride systeem en als sub-basweergever. In verband met de rendement aanpassing aan de ESL kan het beste gebruik worden gemaakt van een actief filter.

De systeemp parameters van de weergever in ingebouwde toestand zijn weergegeven in figuur 11.6. De geluidsdruk voor 1 W / 1 meter is 89,4 dB (figuur 11.7). De geluidsdruk ten opzichte van een referentiedruk (0 dB) is weergegeven in figuur 11.8.

Het -3dB-punt ligt op 43,5 Hz.



939014-7-25

Figuur 11.5. Bouwtekening Scanspeak.

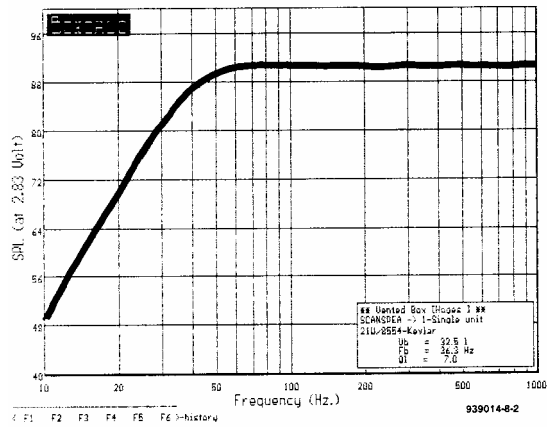
```

*****
----- BOXCALC ----- Vented Box [Hoges] ----- BOXCALC -----
*****
Fb [Hz] 36.27      Vvent [l] 32.5      Alpha 3.54
G1 7.00
Dv [cm] 7.00      Lv [cm] 21.75      Sv [cm2] 38.48
Peak [dB] 0.01    F3 [Hz] 43.44
Spl [dB] 89.40    Eta [%] 0.55
*****
SCANSPEA 21W/8554-Kevlar -> 1-Single unit
Fs [Hz] 25.00     Vas [l] 115.0
Gts 0.27         Ges 0.33         Qms 1.72
Re [ohm] 5.50    Sd [cm2] 200.0   Vd [cm3] 130.0
Pe [W] 110.0     Rg [ohm] 0.50
*****

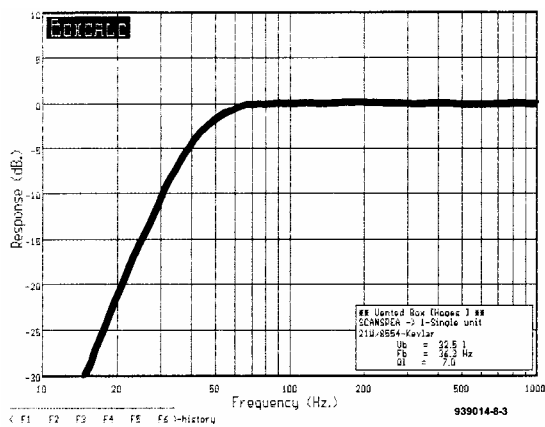
```

Figuur 11.6. Scanspeak. Systemparameters.

Het opvallende bij deze weergever is dat bij een zeer bescheiden kastinhoud de laagweergave vrij ver doorloopt. De impulsweergave, (de respons van de ingebouwde weergever op een naald vormige puls) is zeer goed te noemen (figuur 11.9), In figuur 11.10 is de belastbaarheid van de ingebouwde weergever te zien, Uit deze figuur blijkt dat er voor frequenties lager dan 30 Hz weinig vermogen nodig is om de luidspreker volledig uit te sturen. Om deze reden is het opnemen van een akoestisch filter, een zogenaamd Briggs-filter dan ook zinvol. Dit filter (een stukje gaatjesboard) zorgt er voor dat de luidspreker ook onder de resonantiefrequentie, bij zeer grote uitslagen van de conus nog een zekere weerstand ziet. Het filter voorkomt zo dat bij lage frequenties de luidspreker tot over de grenzen van zijn mechanische belastbaarheid wordt uitgestuurd.



Figuur 11.7. Scanspeak. Geluidsdruk (SPL/ 1W / 1m).

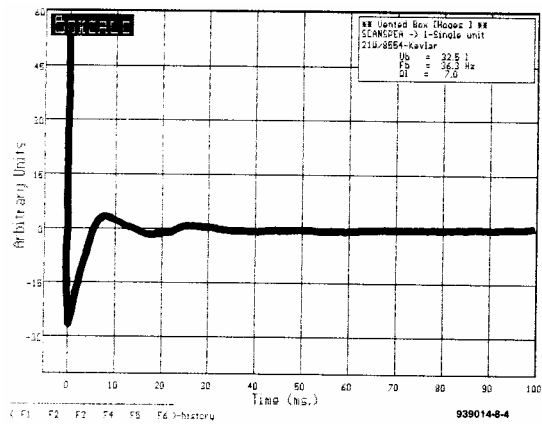


Figuur 11.8. Scanspeak. Referentie geluidsdruk.

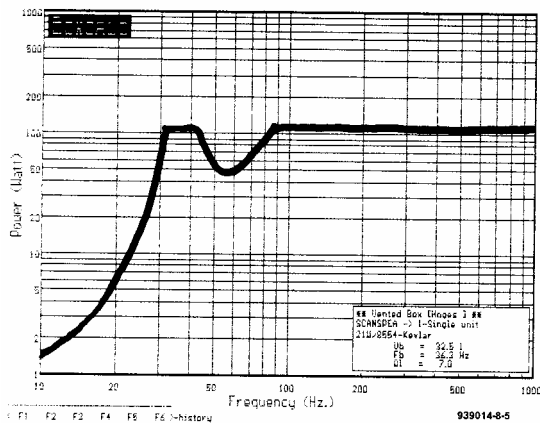
De geluidsdruk bij een maximale elektrische belasting van de weergever is in figuur 11.11 weergegeven. De geluidsdruk ligt voor deze weergever tot een frequentie van 40 Hz nog altijd boven 105 dB.

De impedantie- en fasekrommen zijn weergegeven in figuur 11.12.

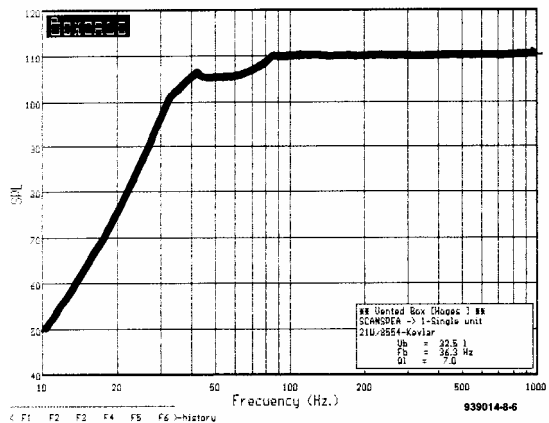
De behuizing van deze weergever bestaat uit 18 mm spaanplaat of MDF. Binnen de behuizing is een verstevigingpaneel opgenomen dat er voor zorgt dat de kastpanelen niet meetrillen. Op dit paneel wordt tevens het Briggs-filter (gaatjesboard) aangebracht. Bij een basreflex- behuizing worden gewoonlijk alleen de wanden gedempt. Geschikte materialen hiervoor zijn BAF, pritex, steenwol of glaswol.



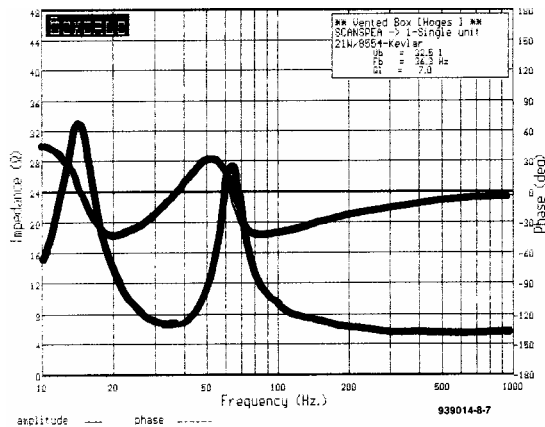
Figuur 11.9. Scanspeak. Impulsweergave.



Figuur 11.10. Scanspeak. Belastbaarheid



Figuur 11.11. Scanspeak. Geluidsdruk (SPL) bij maximale belasting.



Benodigheden (voor één weergever)

1 luidspreker Scanspeak 21 W / 8554 kevlar

Hout (afmetingen in mm)

Spaanplaat of MDF 18 mm:

2 x 436 x 292

2 x 436 x 320

3 x 320 x 256

Gaatjesboard 3mm

1 x 320 x 256

basrelex pijp: $d = 70$; $l = 218$

Figuur 11.12. Scanspeak. Impedantie: grootte en fase.

11.2 Davis

Het merk Davis is in Nederland betrekkelijk kort op de markt. Het meest opvallende aan de weergevers uit het Davis programma is de hoge kwaliteit van de luidsprekers en de bijzondere conusmaterialen. Er zijn 20 cm- luidsprekers in het programma met een conus vervaardigd uit koolstofvezel, glasvezel en kevlar. De hier gebruikte luidspreker is de 20 KLV 8A, Deze heeft een gegoten magnesium frame en een kevlar membraan dat is voorzien van een (kleverige) coating. De coating dempt de bij hogere frequenties optredende membraanresonanties. Deze weergever kan tot 2...3 kHz een ongekleurde weergave produceren.



Figuur 11.14. De Davis basweergever.

Voor deze weergever is met Boxcalc een basreflex- behuizing ontworpen met een netto inhoud van 53,6 l (figuur 11.13 en 11.14). In figuur 11.15 zijn de systeemp parameters van de ingebouwde luidspreker weergegeven.

Net als de Scanspeak 21 W /8554 kan ook deze weergever worden ingezet voor zowel hybride systemen als voor sub- basweergave. Beide toepassingen zijn uitgebreid beproefd en geven op het gehoor uitstekende resultaten.

De frequentierespons bij 1 W / 1 meter is weergegeven in figuur 11.16.

Het rendement van de ingebouwde weergever is hoog, 91,8 dB.

De geluidsdruk ten opzichte van een referentie niveau (0 dB) is

weergegeven in figuur 11.17. Het -3dB-punt voor de ingebouwde weergever bedraagt 41 Hz.

In figuur 11.18 is de impulsrespons te zien. Deze is voor een weergever in een basreflex-systeem zeer goed.

De belastbaarheid van e ingebouwde luidspreker is weergegeven in figuur 11.19. De belastbaarheid bij 65 en 40 Hz is gering. Bij 65 Hz is 9 W en bij 35 Hz slechts 5 W nodig om de luidspreker volledig uit te sturen.

Het opnemen van een Briggs-filter in de kast is, gezien de geringe belastbaarheid bij genoemde frequenties, zinvol.

Figuur 11.20 laat zien dat de maximale geluidsdruk bij volle uitsturing tot 40 Hz hoger is dan 100 dB.

De impedantie- en fasekromme zijn weergegeven in figuur 11.21.

De behuizing bestaat uit spaanplaat of MDF met een dikte van 18 mm. In de behuizing is een verstevigingspaneel opgenomen, waarop het Briggs-filter wordt gelijmd. De wanden dienen gedempt te worden met een geschikt dempingmateriaal zoals BAF, pritex, glaswol of steenwol.

Benodigheden (voor één weergever)

1 luidspreker Davis 20 KLV 8A kevlar

Hout (afmetingen in mm):

Spaanplaat of MDF 18 mm:

2 x 511 x 340

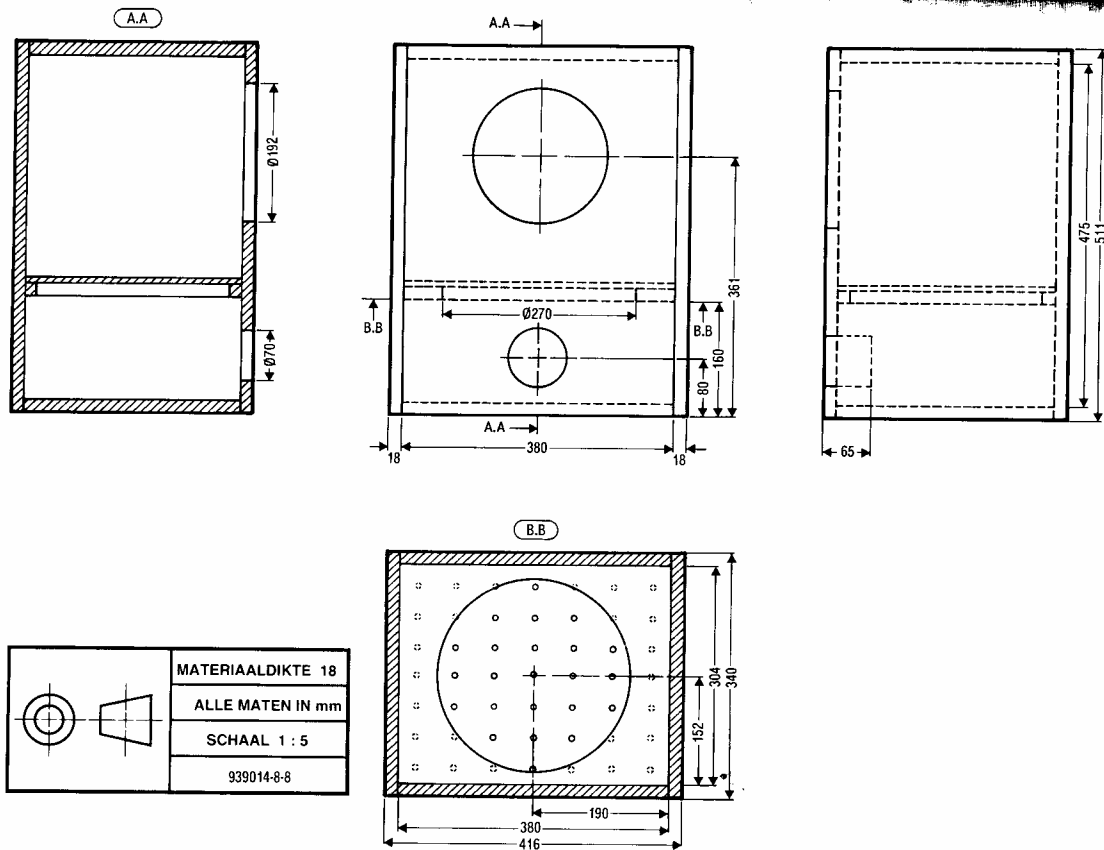
2 x 511 x 380

3 x 380 x 304

Gaatjesboard 3mm:

1 x 380 x 304

basreflexpijp: $d = 70$; $l = 65$



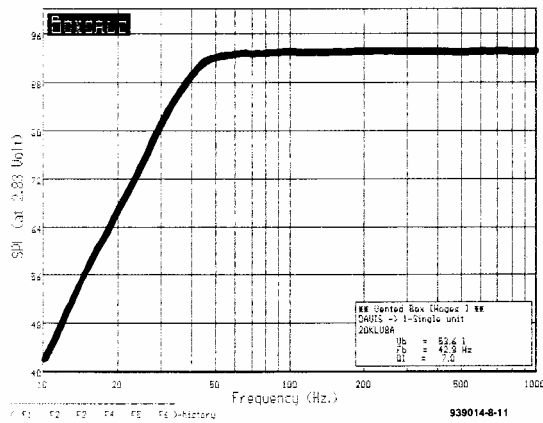
Figuur 11.13. Bouwtekening Davis.

```

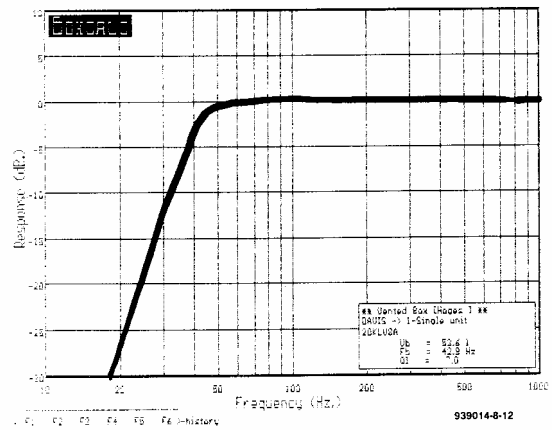
*****
----- BOXCALC ----- Vented Box [Hoges] ----- BOXCALC -----
*****
Fb [Hz] 42.95 Vvent [l] 53.6 Alpha 0.84
Ql 7.00
Dv [cm] 7.00 Lv [cm] 6.49 Sv [cm2] 38.48
Peak [dB] 0.00 F3 [Hz] 40.91
Spl [dB] 91.84 Eta [%] 0.96
*****
DAVIS 20KLV8A -> 1-Single unit
Fs [Hz] 45.00 Vas [l] 45.0
Qts 0.43 Qes 0.43 Qms 999.00
Re [ohm] 5.50 Sd [cm2] 208.0 Vd [cm3] 60.0
Pe [W] 80.0 Rg [Ohm] 0.50
*****

```

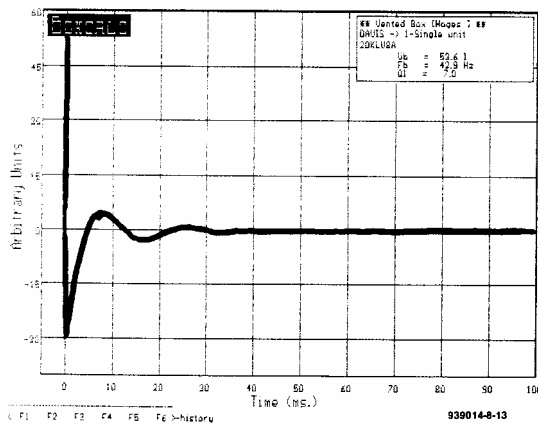
Figuur 11.14. Davis. Systemparameters.



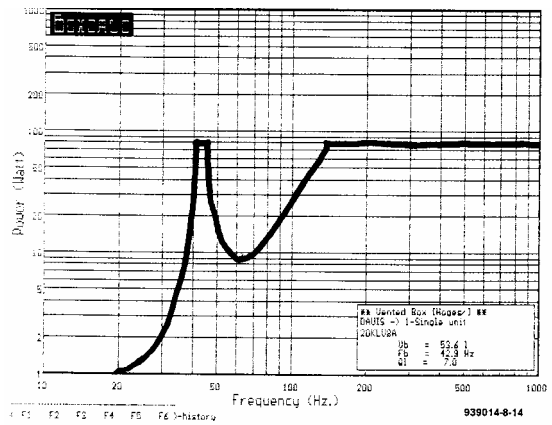
Figuur 11.16. Davis. Geluidsdruk (SPL/1W/1m).



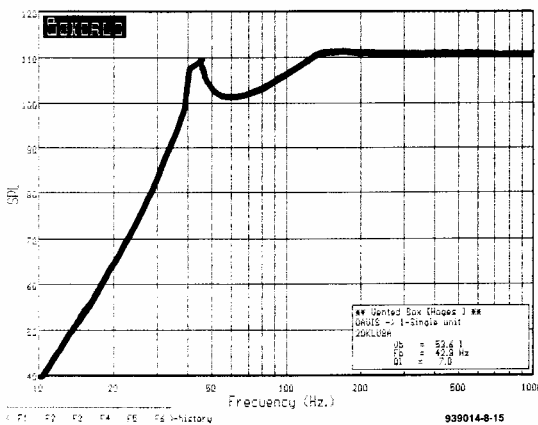
Figuur 11.17. Davis. Referentie geluidsdruk.



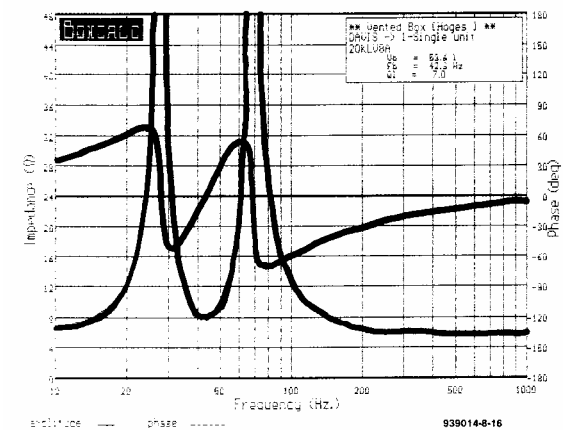
Figuur 11.18. Davis. Impulsweergave.



Figuur 11.19. Davis. Belastbaarheid.



Figuur 11.20. Davis. Geluidsdruk (SPL) bij maximale belasting.



Figuur 11.21. Davis. Impedantie: grootte en fase.

11.3 Peerless

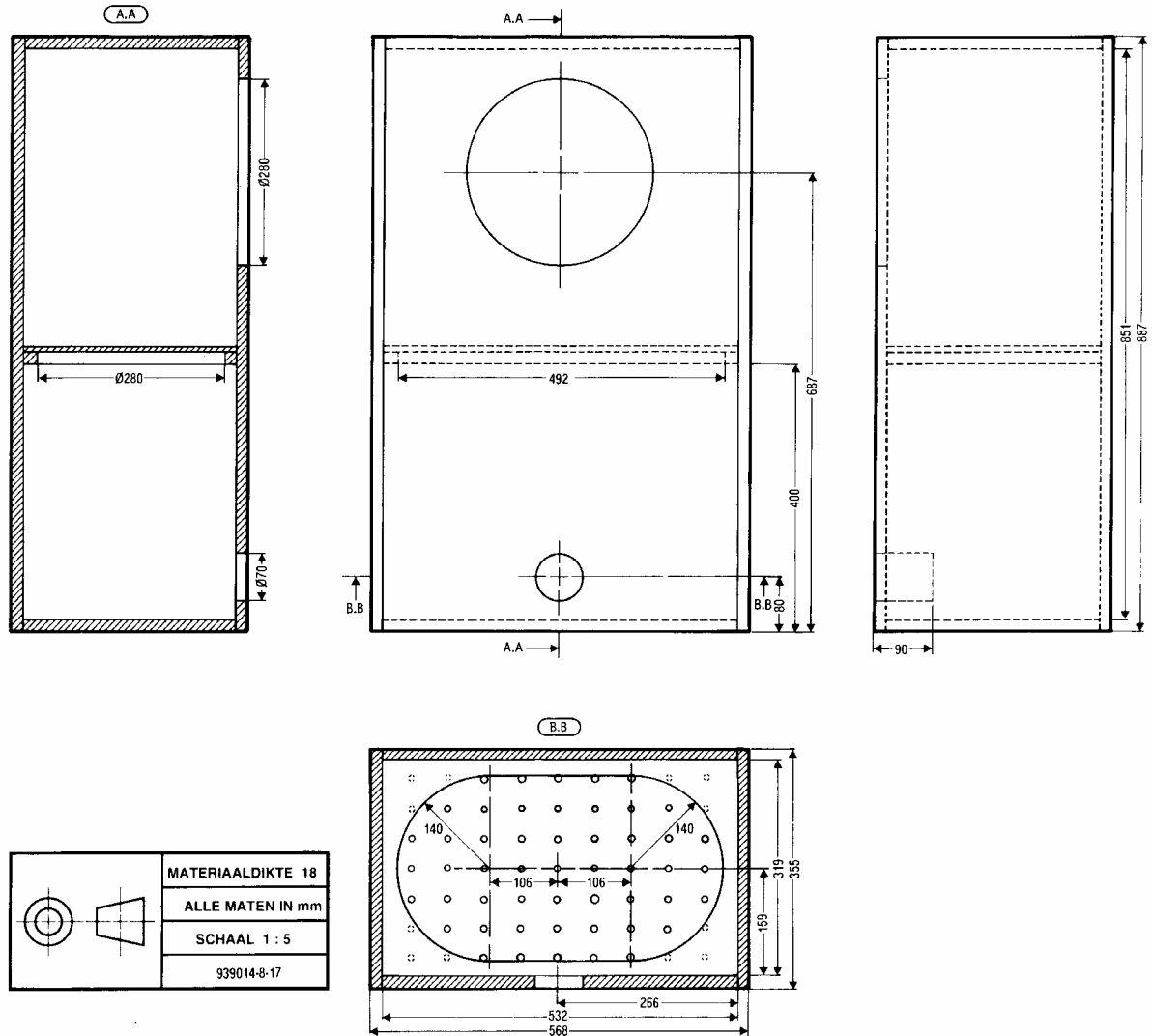
De Peerless CC 315 30-cm weergever is een van de meest recente ontwikkelingen van deze bekende firma. Hij is met behulp van CAD- systemen ontworpen en is van een uitstekende kwaliteit. Deze woofer heeft een gegoten frame en een polipropyleen conus.

Voor deze woofer is een basreflex- behuizing ontworpen met een netto inhoud van maar liefst 142,5 l (figuur 11.22). Dankzij deze grote kastinhoud is deze weergever in staat om bij lage frequenties een zeer hoge geluidsdruk te produceren. Ook de meest verwendde orgelliefhebber zal bij de weergave van de laagste registers tevreden worden gesteld.

De voortreffelijke basweergave maakt deze weergever bij uitstek geschikt om toegepast te worden als laag- ondersteuning bij twee ESL- full-range- weergevers.

In figuur 11.23 zij de systeemp parameters weergegeven. Het rendement van de ingebouwde weergever is voor 1 W / 1 meter 90 dB (figuur 11.24).

In figuur 11.25 kunnen we zien dat het -3dB-punt van de ingebouwde weergever 27 Hz is !.



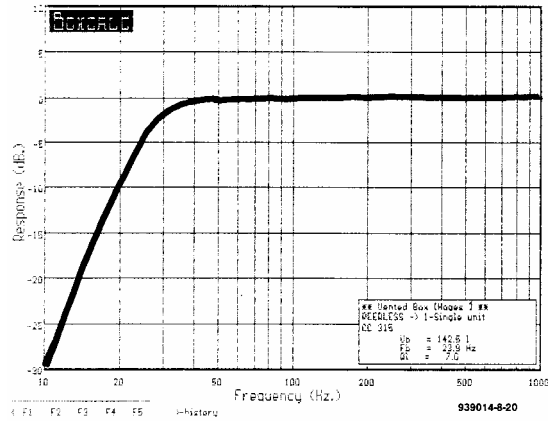
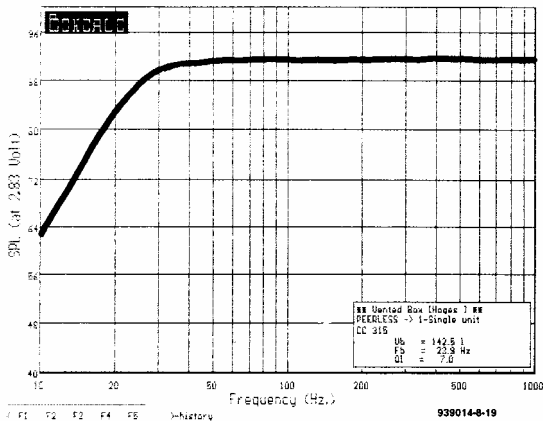
Figuur 11.22. Peerless. Bouwtekening.

```

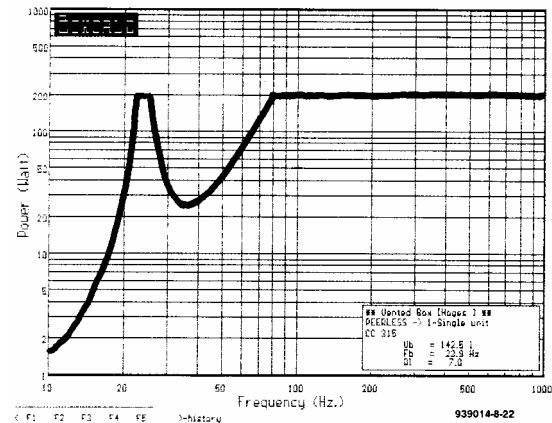
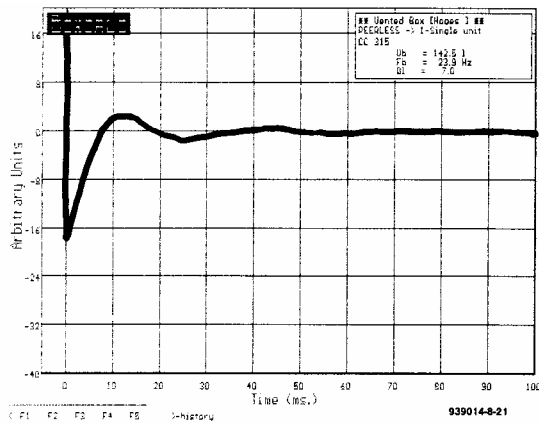
*****
----- BOXCALC ----- Vented Box [Hoges ] ----- BOXCALC -----
*****
Fb [Hz] 23.90      Vvent [l] 142.5      Alpha      2.61
Ql          7.00
Dv [cm]  7.00      Lv [cm]  8.97      Sv [cm2]  38.48
Peak [dB]  0.00    F3 [Hz]  27.18
Spl [dB]  90.22    Eta [%]  0.66
*****
PEERLESS CC 315 -> 1-Single unit
Fs [Hz]  18.00    Vas [l]  372.5      Qms        3.83
Qts      0.30     Qes      0.33
Re [ohm]  5.50    Sd [cm2] 484.3      Vd [cm3]  242.2
Pe [W]    200.0    Rg [Ohm]  0.50
*****

```

Figuur 11.23. Peerless. Systeemparameters.

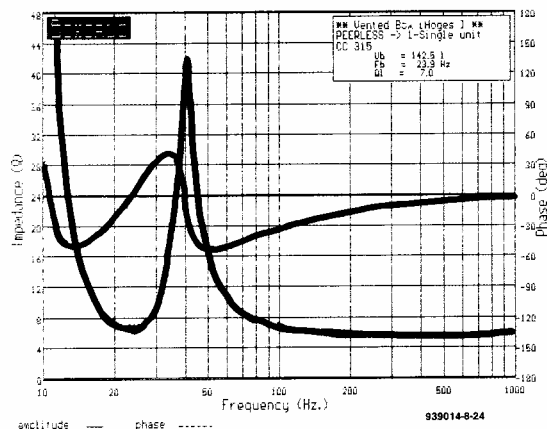
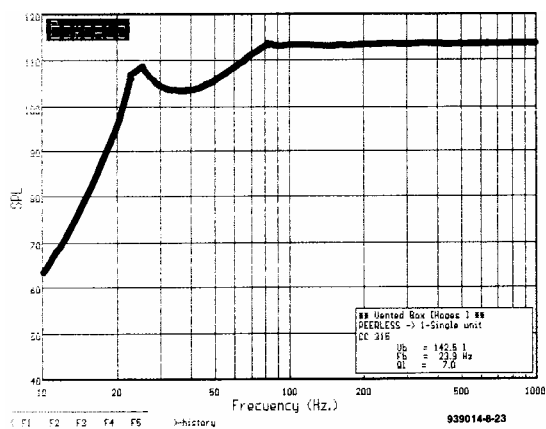


Figuur 11.24. Peerless. Geluidsdruk (SPL/1W/1m). Figuur 11.25. Peerless. Referentie geluidsdruk.



Figuur 11.26. Peerless. Impulsweergave.

Figuur 11.27. Peerless. Belastbaarheid.



Figuur 11.28. Peerless. Geluidsdruk (SPL) bij maximale belasting

Figuur 11.29. Peerless. Impedantie: grootte en fase.

De impulsrespons is weergegeven in figuur 11.26. Deze is voor een weergever van dit formaat in een basreflex- behuizing zeer goed.

De belastbaarheids curve (figuur 11.27) laat zien dat de belastbaarheid bij 20 Hz en 35 Hz afneemt tot 25 W. In verband daarmee is het aan te bevelen om een Briggs-filter in de behuizing op te nemen.

De geluidsdruk bij volledige uitsturing van deze luidspreker is weergegeven in figuur 11.28. Tot 20 Hz is deze luidspreker in staat om een geluidsdruk te produceren van meer dan 100 dB.

De impedantie- en fasekromme staan in figuur 11.29.

De behuizing bestaat uit 18 mm spaanplaat of MDF. In de behuizing is een verstevigingspaneel opgenomen, waarop het akoestisch filter kan worden aangebracht. Bij een basreflex- behuizing dienen alleen de wanden gedempt te worden. Geschikte materialen daarvoor zijn pritex, BAF, glaswol of steenwol

Benodigheden (één weergever)

1 luidspreker Peerless CC 315

Hout (afmetingen in mm):

Spaanplaat of MDF 18 mm:

2 x 887 x 355

2 x 887 x 532

3 x 532 x 319

Gaatjesboard 3 mm:

1 x 532 x 319

basreflexpijp: $d = 70$; $l = 90$

11.4 Philips

De woofer AD 12250 W8 van Philips is een oude bekende in luidsprekerland en is al jaren in het programma opgenomen, Deze luidspreker heeft een stevig gestanst frame en een conus die vervaardigd is uit celluloseweefsel. De sterke punten van deze weergever zijn de hoge belastbaarheid bij zeer lage frequenties en de uitstekende geluidswaergave. Deze kwaliteiten maken deze luidspreker bij uitstek geschikt als sub-basweergever bij full-range ESL-weergevers.

Met Boxcalc is een basreflex- behuizing ontworpen met een netto kastinhoud van 111,6 l (figuur 11.30).

De systeemp parameters zijn weergegeven in figuur 11.31.

In figuur 11.32 kunnen we zien dat het rendement van de ingebouwde luidspreker 90,6 dB is, wat voor een weergever van dit formaat zeker goed is te noemen. Het

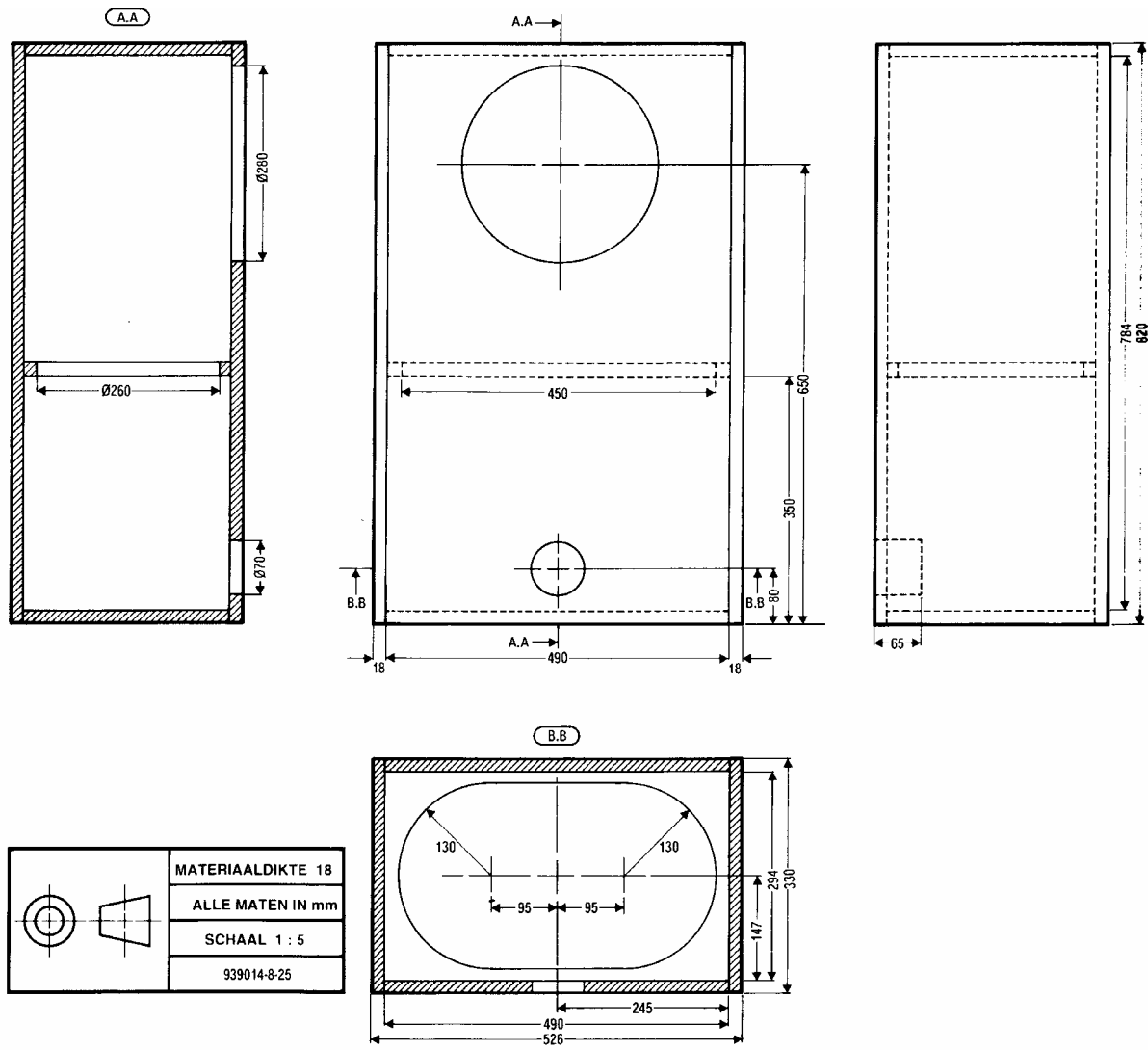
-3 dB- punt ligt op 31,7 Hz. (zie figuur 11.33.)

De impulsweergave is te zien in figuur 11.34. Deze is voor een 30 cm- woofer in een basreflex- behuizing uitstekend. De belastbaarheidcurve in figuur 11.35 laat zien dat deze weergever tot 20 Hz belast kan worden met 180 W muziekvermogen en 120 W sinusvermogen. Gezien de zeer hoge belastbaarheid tot 20 Hz is het niet zinvol een akoestisch filter in de behuizing op te nemen.

De maximaal bereikbare geluidsdruk bij vol vermogen is weergegeven in figuur 11.36. De geluidsdrukcurve laat zien dat deze weergever in staat is om tot 40 Hz een geluidsdruk te produceren van meer dan 110 dB.

De impedantie- en fasecurve zijn weergegeven in figuur 11.37.

De behuizing bestaat uit 18 mm spaanplaat of MDF. In de behuizing is een verstevigingspaneel opgenomen om kast- trillingen te voorkomen. De kastwanden dienen aan de binnenkant gedempt te worden met dempingmaterialen als BAF, pritex, glaswol of steenwol.



Figuur 11.30. Philips. Bouwtekening.

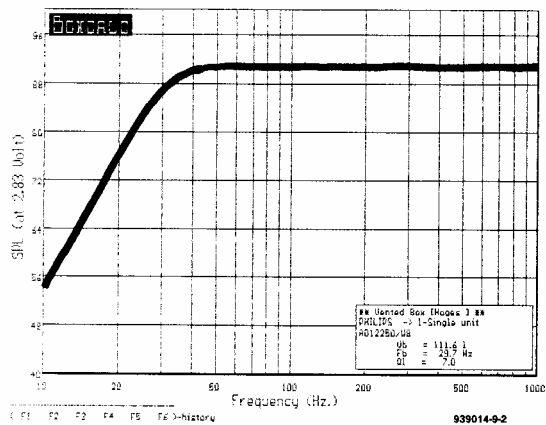
```

*****
----- BOXCALC ----- Vented Box [Hoges 1] ----- BOXCALC -----
*****
Fb [Hz] 29.74      Vvent [l] 111.6      Alpha 1.79
Ql      7.00
Dv [cm] 7.00      Lv [cm] 6.50      Sv [cm2] 38.48
Peak [dB] 0.00    F3 [Hz] 31.78
Sp1 [dB] 90.63    Eta [%] 0.73
*****
PHILIPS AD12250/W8 -> 1-Single unit
Fs [Hz] 25.00     Vas [l] 200.0
Qts 0.34         Qes 0.43         Qms 1.60
Re [ohm] 7.00    Sd [cm2] 530.0   Vd [cm3] 850.0
Pe [W] 180.0     Rg [ohm] 0.50
*****

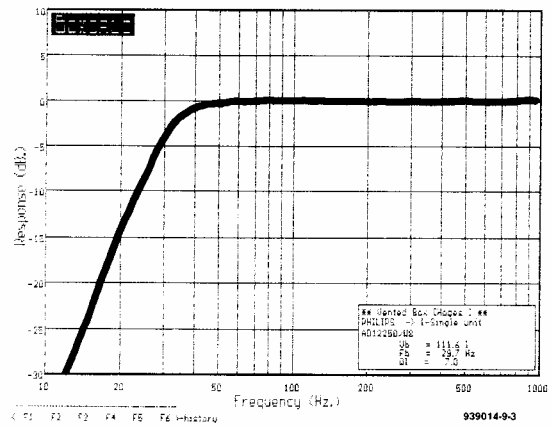
```

Figuur 11.31. Philips. Systemparameters.

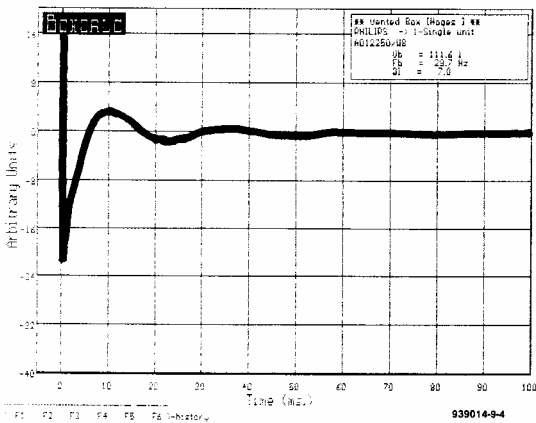
- Benodigheden (voor één weergever)**
- 1 luidspreker Philips AD 12250 W8
 - Spaanplaat of MDF 18 mm:
 - 2 x 820 x 490 mm
 - 2 x 820 x 330 mm
 - 3 x 490 x 294 mm - Basreflexpijp: d = 70 mm; l = 65 mm



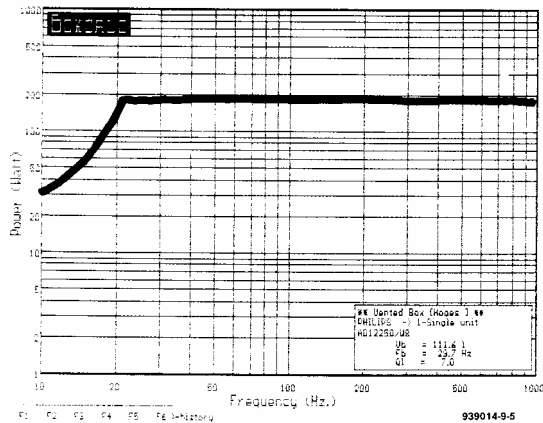
Figuur 11.32. Philips. Geluidsdruk (SPL/1W/1m).



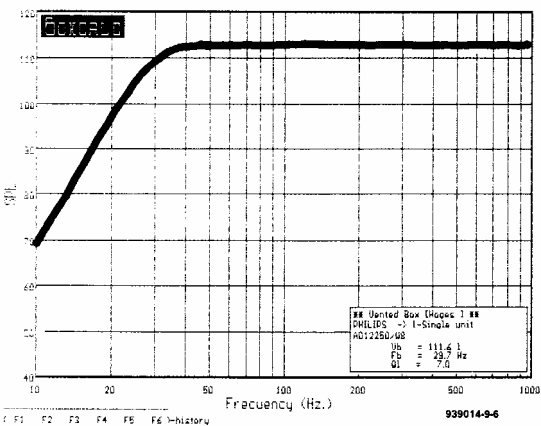
Figuur 11.33. Philips. Referentie geluidsdruk.



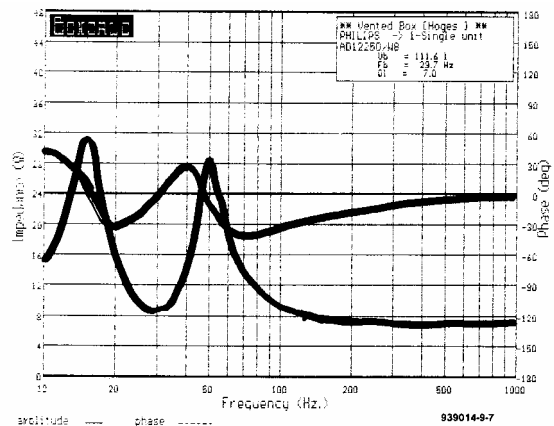
Figuur 11.34. Philips. Impulsweergave.



Figuur 11.35. Philips. Belastbaarheid.



Figuur 11.36. Philips. Geluidsdruk (SPL) bij maximale belasting.



Figuur 11.37. Philips. Impedantie:grootte en fase.