

**Rettelser**

Fatal: Mere teori om impedans-tilpasningen - AB . . . . .	6
Fatal: Men hvorfor er det vigtigt? Teorien bag! - AB . . . . .	6
Fatal: Find ud af at lave det i matlab!!!! LS . . . . .	7
Fatal: Start mere generelt. Mere teori om lydm før vi angriber enheden. Mere teori om impedans-tilpasningen - AB . . . . .	9
Fatal: Men hvorfor er det vigtigt? Teorien bag! - AB . . . . .	10
Fatal: Find ud af at lave det i matlab!!!! LS . . . . .	10

INGENIØRHØJSKOLEN AARHUS

E6BAC - FORPROJEKT

---

# FORBEDRING AF BAS-GENGIVELSE V. PLACERING AF RESONANS-RØR

Rapport

---

GRUPPE 1

Navn	Studienummer
Alexander Dahl Bennedsen(E)	201310498
Lasse Stenhøj Kofoed(E)	201407500
Thomas Skovgaard Rasmussen(E)	201406754

DATO: 30. MAJ 2017

# Indholdsfortegnelse

---

Indholdsfortegnelse	3
Kapitel 1 Projektformulering	5
Kapitel 2 Teori	6
2.1 Højtaler . . . . .	6
2.2 Kabinet . . . . .	8
Kapitel 3 Simuleringer	9
3.1 Højtaler . . . . .	9
3.2 Kabinet . . . . .	11
3.3 Rum . . . . .	11
Kapitel 4 Målinger	12
4.1 Måleteknik . . . . .	12
Kapitel 5 Konklusion	13
Litteratur	14

# Resume

---

Noget klogt her

# Projektformulering

---

# 1

For at undgå akustisk kortslutning af en højtalerenhed, har man gennem historien fundet forskellige metoder til at modvirke dette fysiske fænomen. Den akustiske kortslutning forekommer ved de laveste frekvenser, hvor bølgelængden er meget stor i forhold til højtalerenhedens overfladeareal, og dermed er enheden ikke i stand til at danne differens i lufttrykket mellem enhedens for- og bagside.

Ved at sætte enheden i et kabinet, kan man undgå denne akustiske kortslutning i høj grad, og ydermere udnytte kabinettets egen-resonans til at forbedre højtalerenhedens gengivelse af de lavere frekvenser.

Denne resonans er beskrevet som det princip man kalder for ventileret kabinet, eller "basreflex-kabinet"; Et princip der benytter et rør i kabinettet, som, ved korrekt afstemning, kan en forstærkning ved resonans og dermed opnå et højere gain ved de laveste frekvenser. En billigere løsning end slave-kabinettet og mere effektiv løsning end det lukkede kabinet.

Vores projekt vil, foruden at designe et sådan kabinet, gå på at eksperimentere med at opnå et yderligere gain ved de laveste frekvenser ud fra placering af røret i kabinettet, samt refleksion fra nærtliggende overflader.

Formålet med projektet er, at ramme et afstandsmæssigt "sweet-spot", hvor røret danner yderligere konstruktiv interferens med overfladen den er i nærheden af, og dermed giver mulighed for at forstærke basgengivelsen yderligere.

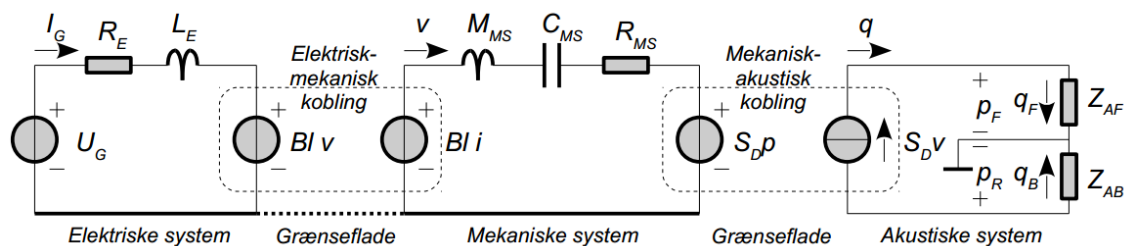
Hertil ønskes en konklusion på, hvorvidt disse parametre vil gøre en psyko-akustisk forskel for brugeren.

## 2.1 Højtaler

En elektrodynamisk højttaler omsætter elektrisk energi til akustisk energi vha en svingspole som sætter højttalerens membran i svingninger som dermed frembringer lyd. Som model taler man oftest om en elektrisk model for selve svingspolens kobbermodstand og selvinduktion, en mekanisk model for membranens masse og udsvingets begrænsning, samt en akustisk model for lydens udstråling. De tre modeller har en stor kobling idét der udveksles energi på tværs af modellerne. Dermed kan den impedansen for den elektriske model afspejle de andre modelleres indvirkning på højttalerens Thiele-Small-parametre beskrevet i tabel 3.1.

<sup>1</sup> Højtaleren der benyttes til projektet er en 6.5"mellemtone elektrodynamisk højttaler af mærket FW168[1] fra firmaet Fountek [2].

På figur 3.1 ses den komplette model for højttalerens elektriske, mekaniske og akustiske model.[3] Komponentværdierne og forklaringen af disse, kan ses i tabel 3.1.



**Figur 2.1.** Komplet model fra højttalerens elektrisk, mekaniske- og akustiske system.

Omregner man modellen til en komplet elektrisk model, kan man udregne den elektriske impedans  $Z_E$  for modellen. Denne impedans har et toppunkt ved højttalerens resonansfrekvens, og en minimumsværdi ved svingspolens  $R_E$ -værdi. <sup>2</sup>

Med værdierne fra tabel 3.1, som er opgivet i højttalerens datablad[1], udregnes den elektriske impedans for højttaleren i ligning 3.1

$$Z_E(s) = R_E + sL_E + \frac{Bl^2}{\omega_s M_{MS}} \frac{\omega_s s}{s^2 + \frac{1}{Q_{MS}} \omega_s s + \omega_s^2} \quad (2.1)$$

<sup>1</sup>FiXme Fatal: Mere teori om impedans-tilpasningen - AB

<sup>2</sup>FiXme Fatal: Men hvorfor er det vigtigt? Teorien bag! - AB

Thiele-Small parameter	Symbol	Værdi for FW168
Svingspolens DC modstand	$R_E$	$7.2\Omega$
Svingspolens selvinduktion	$L_E$	$1mH$
Elektrisk godhed	$Q_{ES}$	$0.452$
Masse af bevægeligt system	$M_{MS}$	$14.7g$
Eftergivlighed af styr	$C_{MS}$	$0.821mm/N$
Mekanisk godhed	$Q_{MS}$	$3.246$
Mekanisk tabsmodstand	$R_{MS}$	$\frac{1}{Q_{MS}} \sqrt{\frac{M_{MS}}{C_{MS}}} = 1.304Ns/m$
Resonansfrekvens	$f_s$	$\frac{1}{2\pi\sqrt{M_{MS}C_{MS}}} = 45.813Hz$
Ækvivalent volumen	$V_{AS}$	$16.5L = 0.017m^3$
Kraftfaktor	$Bl$	$8.2Tm$
Membranens effektive areal	$S_D$	$119cm^2$
Maksimal lineær bevægelse	$X_{MAX}$	$4.6mm \pm$

$$= 7.2\Omega + s \cdot 1mH + \frac{(8.2Tm)^2}{287.8Hz \cdot 14.7gm} \frac{287.8Hz \cdot s}{s^2 + \frac{1}{3.246} 287.8Hz \cdot s + (287.8Hz)^2} \quad (2.2)$$

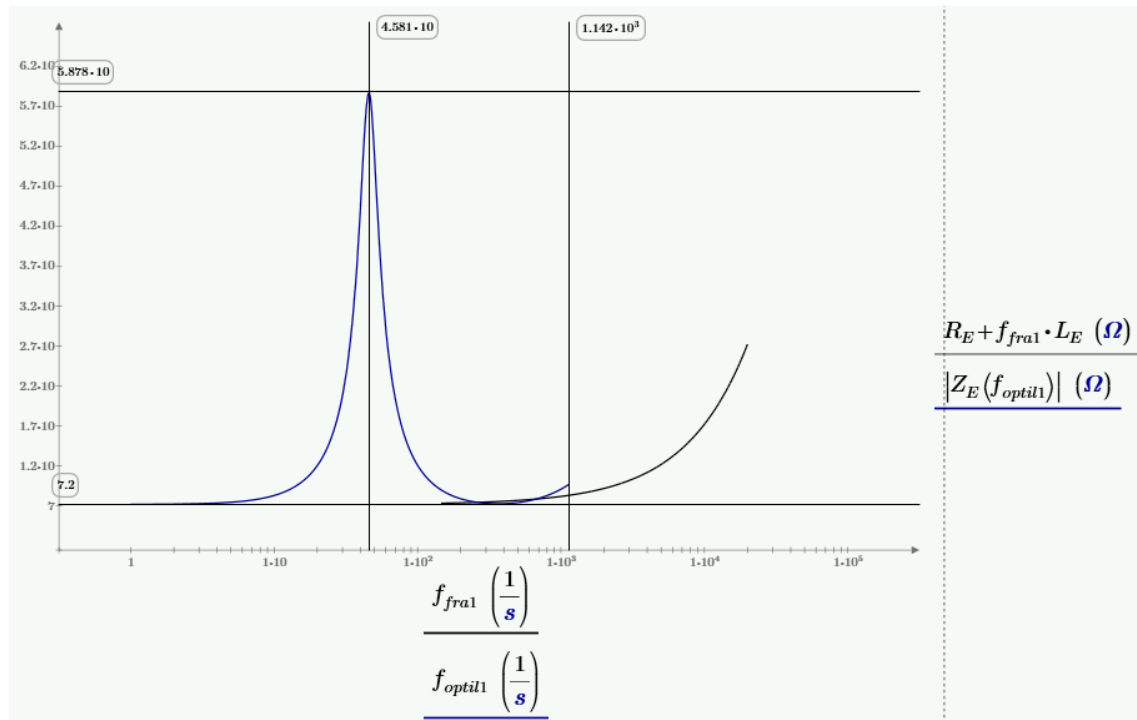
Impedansen vil være størst ved højtalerensresonansfrekvens  $f_s$ , som beregnes i ligning 3.3. Dette toppunkts maksimumværdi er givet ved ligning 3.4

$$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{M_{MS}C_{MS}}} = 45.813Hz \quad (2.3)$$

$$Z_{max} = R_E + \frac{Bl^2}{RMS} = 58.781\Omega \quad (2.4)$$

På figur 3.1<sup>3</sup> ses plottet af ligning 3.1 med værdierne for højtaleren. Kurveforløbet stemmer overens med det beregnede toppunkt  $f_s$  og minimumsværdien  $R_E$ . Kurveforløbet stemmer ligeledes overens med det opgivne i databladet [1].

<sup>3</sup>FiXme Fatal: Find ud af at lave det i matlab!!!! LS



**Figur 2.2.** Den elektriske impedans  $Z_E$  som funktion af frekvensen

## 2.2 Kabinet

Ting og sager...



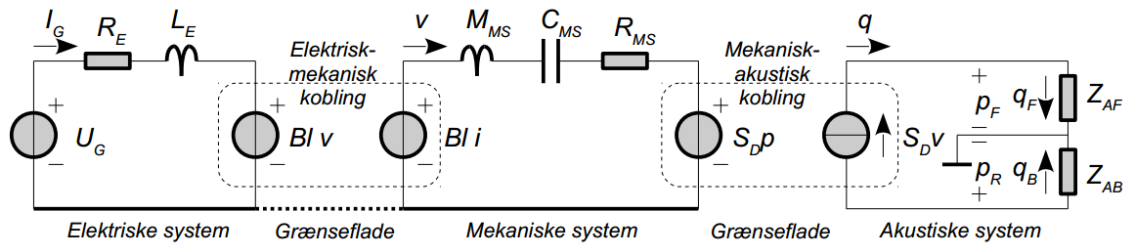
# Simuleringer 3

Kort introduktion til kapitlet...

## 3.1 Højtaler

<sup>1</sup> Højtaleren der benyttes til projektet er en 6.5"mellemtone elektrodynamisk højtaler af mærket FW168[1] fra firmaet Fountek [2].

På figur 3.1 ses den komplette model for højtalerens elektriske, mekaniske og akustiske system.[3] Komponentværdierne og forklaringen af disse, kan ses i tabel 3.1.



**Figur 3.1.** Komplet model for højtalerens elektrisk, mekaniske- og akustiske system.

Omregner man modellen til en komplet elektrisk model, kan man udregne den elektriske impedans  $Z_E$  for modellen. Denne impedans har et toppunkt ved højtalerens

<sup>1</sup>FiXme Fatal: Start mere generelt. Mere teori om lyd før vi angriber enheden. Mere teori om impedans-tilpasningen - AB

Thiele-Small parameter	Symbol	Værdi for FW168
Svingspolens DC modstand	$R_E$	$7.2\Omega$
Svingspolens selvinduktion	$L_E$	$1mH$
Elektrisk godhed	$Q_{ES}$	0.452
Masse af bevægeligt system	$M_{MS}$	$14.7g$
Eftergivelse af styr	$C_{MS}$	$0.821mm/N$
Mekanisk godhed	$Q_{MS}$	3.246
Mekanisk tabsmodstand	$R_{MS}$	$\frac{1}{Q_{MS}} \sqrt{\frac{M_{MS}}{C_{MS}}} = 1.304Ns/m$
Resonansfrekvens	$f_s$	$\frac{1}{2\pi\sqrt{M_{MS}C_{MS}}} = 45.813Hz$
Ækvivalent volumen	$V_{AS}$	$16.5L = 0.017m^3$
Kraftfaktor	$Bl$	$8.2Tm$
Membranens effektive areal	$S_D$	$119cm^2$
Maksimal lineær bevægelse	$X_{MAX}$	$4.6mm \pm$

resonansfrekvens, og en minimumsværdi ved svingspolens  $R_E$ -værdi.<sup>2</sup>

Med værdierne fra tabel 3.1, som er opgivet i højtalerens datablad[1], udregnes den elektriske impedans for højtaleren i ligning 3.1

$$Z_E(s) = R_E + sL_E + \frac{Bl^2}{\omega_s M_{MS}} \frac{\omega_s s}{s^2 + \frac{1}{Q_{MS}} \omega_s s + \omega_s^2} \quad (3.1)$$

$$= 7.2\Omega + s \cdot 1mH + \frac{(8.2Tm)^2}{287.8Hz \cdot 14.7gm} \frac{287.8Hz \cdot s}{s^2 + \frac{1}{3.246} 287.8Hz \cdot s + (287.8Hz)^2} \quad (3.2)$$

Impedansen vil være størst ved højtalerensresonansfrekvens  $f_s$ , som beregnes i ligning 3.3. Dette toppunkts maksimumsværdi er givet ved ligning 3.4

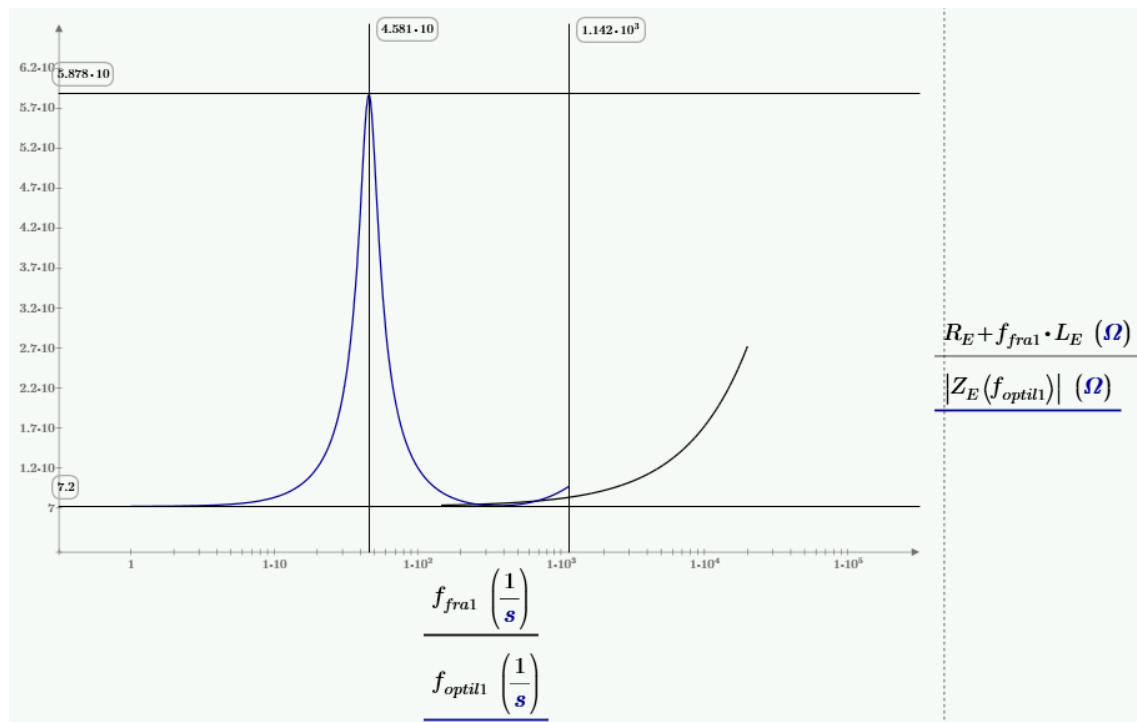
$$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{M_{MS}C_{MS}}} = 45.813Hz \quad (3.3)$$

$$Z_{max} = R_E + \frac{Bl^2}{R_{MS}} = 58.781\Omega \quad (3.4)$$

På figur 3.1<sup>3</sup> ses plottet af ligning 3.1 med værdierne for højtaleren. Kurveforløbet stemmer overens med det beregnede toppunkt  $f_s$  og minimumsværdien  $R_E$ . Kurveforløbet stemmer ligeledes overens med det opgivne i databladet [1].

<sup>2</sup>FiXme Fatal: Men hvorfor er det vigtigt? Teorien bag! - AB

<sup>3</sup>FiXme Fatal: Find ud af at lave det i matlab!!!! LS



*Figur 3.2.* Den elektriske impedans  $Z_E$  som funktion af frekvensen

## 3.2 Kabinet

Ting og sager...

## 3.3 Rum

Ting og sager...

# Målinger 4

---

Kort introduktion til kapitlet...

## 4.1 Måleteknik

Ting og sager...

# Konklusion 5

---

Her skal der stå noget meget klogt

# Litteratur

---

- [1] Fountek. *FW168 Midwoofer Datasheet*, 2017.
- [2] Fountek Electronic Co. Ltd. Fountek. URL <https://www.fountek.net>. Last Visited d. 24/05-2017.
- [3] Tore Arne Skogberg. *Elektroakustik*. 2016. Bilag: Elektroakustik.pdf.