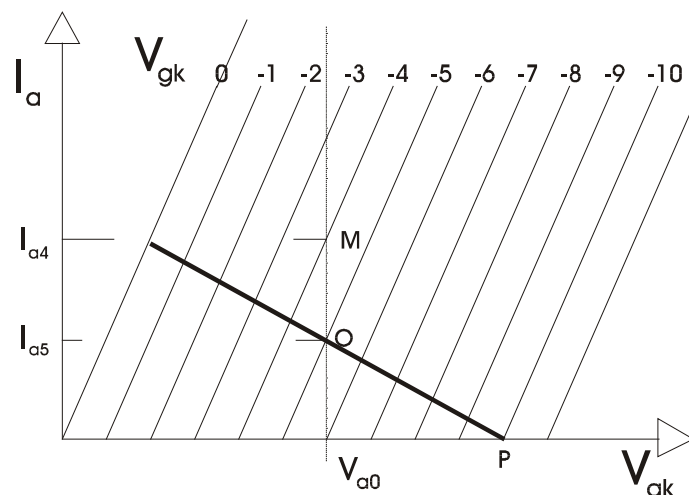
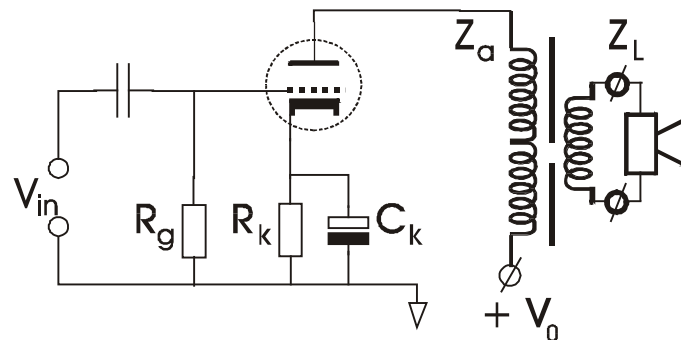


# EINDVERSTERKING

- principe en voor- en nadelen SE en PP
- samenspel met OPT in frequentie domein
- wat is dempingsfactor en DDfD

## SINGLE ENDED

- 1) **enkelvoudige eindbuis** of eindbuizen parallel
- 2) OPT heeft **enkelvoudige primaire** wikkeling
- 3) door de primaire loopt een **constante DC ruststroom**
- 4) de kern heeft een **spleet** om deze I-DC te verwerken
- 5) slechts  $\frac{1}{2}$  van de **magnetische ruimte** kern voor audio
- 6) vermogen evenredig met spanning in het kwadraat, dus voor hetzelfde vermogen is **bij SE de kern 4 x zo groot als bij PP**
- 7) door de spleet gaat de **Lp zelfinductie fors omlaag**
- 8) de "**loadline**" in de eindbuis is **enkelvoudig**.



- 9) Zie hfdst. 2.1 en 2.2 in boek-2 voor meer details

## **VOORDELEN SE**

- 10) eenvoud van concept
- 11) optimaal trafo-gedrag (zie verderop)
- 12) zeer lineair bij zogenaamde low-mu buizen
- 13) uitmuntende weergave micro-details (zie verderop) als trioden worden gebruikt (met nadruk op low-mu).
- 14) hoofdzakelijk 2-e harmonische vervorming (maskering)

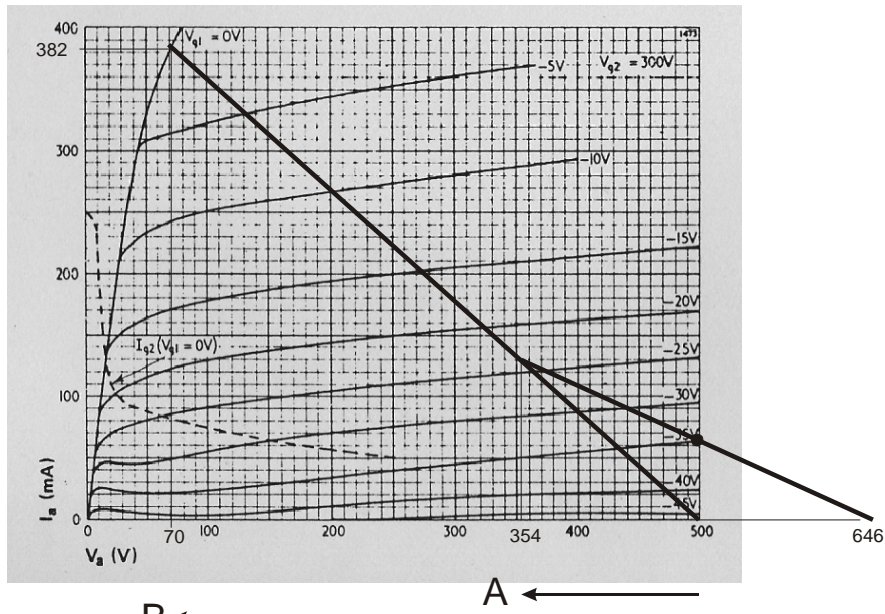
## **NADELEN SE**

- 15) veel ijzer nodig voor gering vermogen
- 16) dure componenten
- 17) zeer zware eisen aan de voeding
- 18) volumineuze opbouw (klein kan bijna niet)
- 19) dieplaat weergave wordt begrensd door  $L_p$

## PUSH-PULL

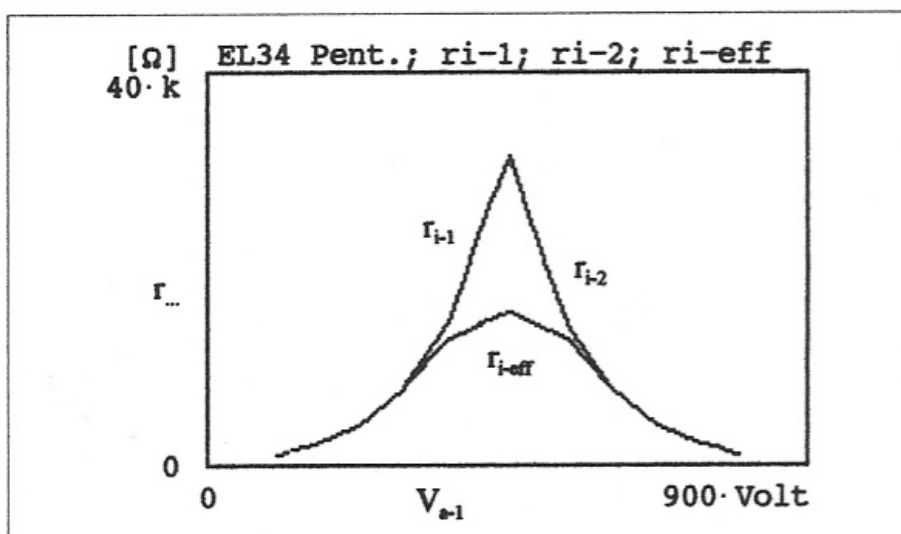
20) Door de kern loopt nu geen DC-ruststroom

21) De "load-line" is dubbel (meestal klasse AB)



6550 PP versterker,  $V_{a0} = 500V$ ,  $I_o = 65 \text{ mA}$ ,  $Z_{aa} = 4k5$   
 Zie voor meer details Masterclass 2006 en boek-2 hfdst. 2.6

22) Er ontstaat DDFD (dynamische dempingsfactor vervorming) (zie boek-2 blz 99 fig 3.3.5). Nu volgt de eerste uitleg.



↑ **Figuur 3.3.5** Inwendige weerstanden als functie van  $V_{a-1}$ .

23) Vervorming bevat geen 2-e harmonische (slechtere maskering)

**DEMO : THD gedrag 1 kHz SPT-70 zonder tegenkoppeling**

### **VOORDELEN PP**

24) heel **veel vermogen** (efficiency tot > 70%)

25) **klein** en met weinig staal

26) **weinig gevoelig voor voeding**

### **NADELEN PP**

27) **THD-spectrum minder maskerend**

28) **complexe** schakeling

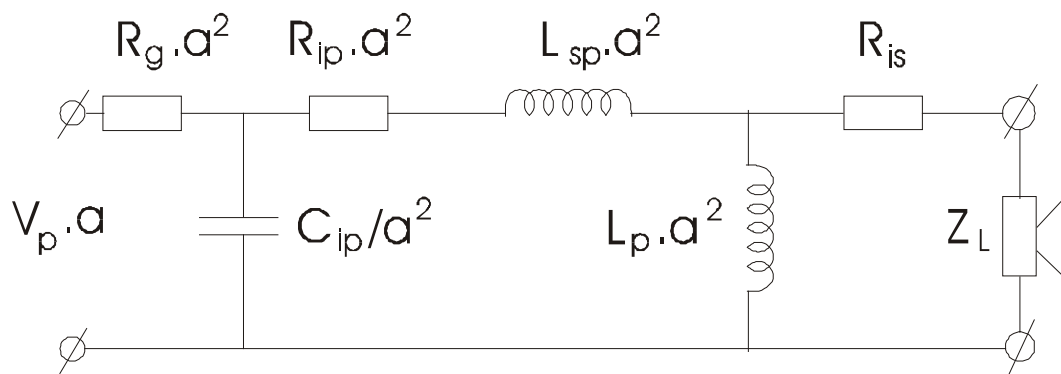
29) **DDFD-vervorming** die bijna niet grijpbaar is

30) **minder lineair dan SE**, tenzij .....

## SAMENSPEL MET OPT

31) stel de eindbuizen voor als een enkelvoudige spanningsbron, met daarmee in serie een NIET CONSTATE weerstand  $R_g$ , die de totale inwendige weerstand van de eindbuizen representeert.

32) gebruik het vervangingsschema van de OPT

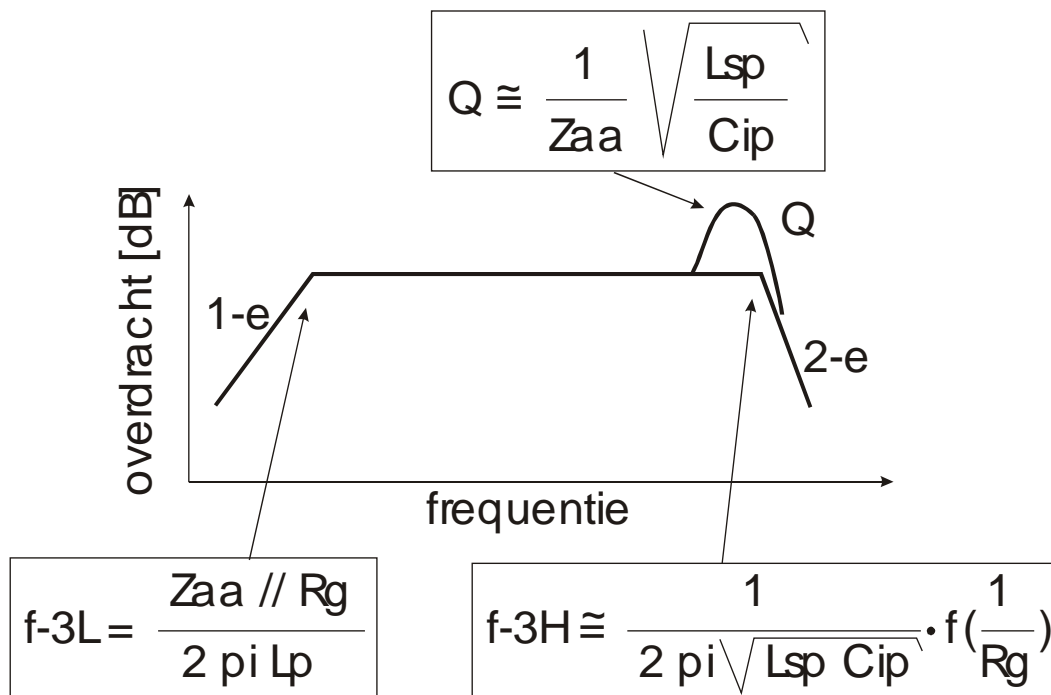


33)  $R_{ip}$  en  $R_{is}$  stellen de wikkelingweerstand voor, ze zorgen voor vervelend warmteverlies, mijn zijn verder niet zo storend. Maak de wikkelingen van zo DIK MOGELIJK draad.

In het vervolg verwaarloos ik  $R_{ip}$  en  $R_{is}$

34) Overblijvend zijn nu  $R_g$ ,  $C_{ip}$ ,  $L_{sp}$ ,  $L_p$  en  $Z_L$  plus  $a = N_s/N_p$

35) Zie boek-2 hfdst 4.10.4 blz 156 voor de complete formules. Onderstaand figuur vereenvoudigt ze.



## CONSEQUENTIES

- 36) **LAAG**       $Z_{aa}$  en  $R_g$  klein is gunstig (triodes)  
                           $L_p$  zo groot mogelijk (PP en niet SE)  
                          Let op:  $R_g$  is NIET CONSTANT  
                          Let op:  $L_p$  is NIET CONSTANT (zie later)

- 37) **HOOG**       $L_{sp}$  en  $C_{ip}$  zo klein mogelijk maken  
                           $L_{sp}/C_{ip}$  voor  $0.5 < Q < 0,74$

38) Meestal koop je gewoon een OPT met gegeven " $L_p$ " en  $L_{sp}$  en  $C_{ip}$ . Toch kun je drastisch invloed hebben op de weergave

39) **LAAG** indien te weinig, dan  $R_g$  kleiner maken (triode in plaats van pentode)

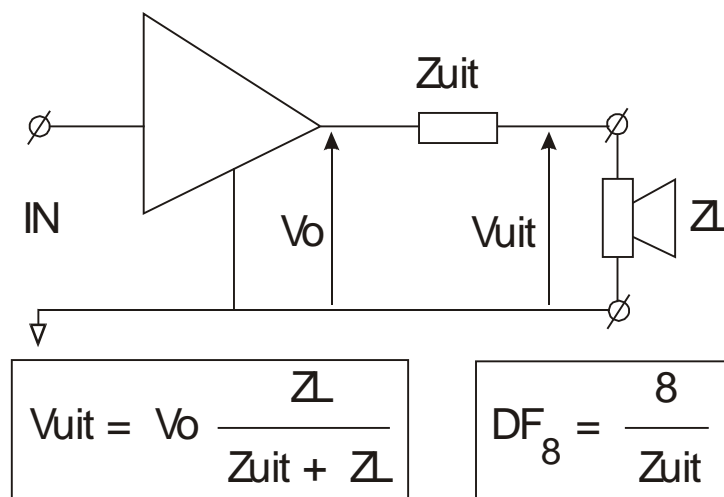
indien te veel, boemerig: dat heeft vooral met demping te maken,  $R_g$  kleiner of tegenkoppeling groter, of basreflexpoort extra dempen.

40) **HOOG** indien te weinig, dan  $R_g$  kleiner maken of tegenkoppeling groter

indien teveel, dan Capaciteit over primaire want meestal zal  $Q$  te groot zijn (opslingering)

## DEMPINGSFACTOR ?

41) De dempingsfactor is een cijfer voor de eindversterker hoe goed deze de luidspreker onder controle kan houden.



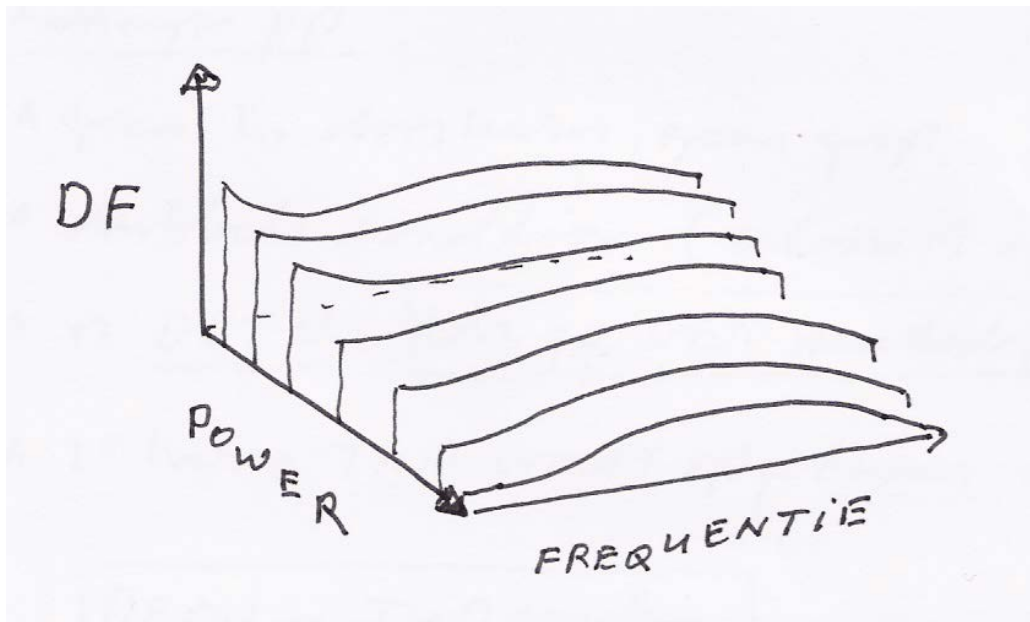
42) Als  $Z_{uit} = 0$  (oneindig hoge demping), dan  $V_{uit} = V_o$

43) Als  $Z_{uit} > 0$  (normale situatie), dan  $V_{uit} < V_o$

44)  $Z_L$  is frequentie afhankelijk, dus  $V_{uit}$  ook  
(gaat mee met  $Z_L(f)$  en vertoont hetzelfde gedrag)  
(alleen als  $DF = \infty$ , dan heeft  $Z_{XL}(f)$  geen invloed)

45) We weten nu:

- a) Zuit is evenredig met  $R_g$  van buizen
- b)  $R_g$  van buizen hangt af van de amplitude
- c) via de OPT wordt Zuit ook nog frequentie afhankelijk ( $L_p$ ,  $L_{sp}$ ,  $C_{ip}$ ); dus  $\Rightarrow Z_{uit}(f)$
- d) dan ook de DF afhankelijk van frequentie, amplitude
- e) dan gaan  $DF(f, \text{ampl})$  en  $Z_L(f)$  een heel complex samenspel aan wat ik DDFD gedoopt heb.



Voorbeeld van complexe DF gedrag als functie van amplitude en frequentie

46) Conclusie

- a) complexe relatie Zuit en  $Z_L$
- b) afhankelijk van amplitude en frequentie
- c) bijna niet afzonderlijk traceerbaar
- d) in de ontwerp-fase mee rekening houden

**Metingen bij 1 kHz zijn echt NIETS zeggend over wat er bij de HOORBARE grenzen van 20Hz en 20kHz gebeurt.**