# 1: Effektforstærkerøvelse – DC

#### Emner

1. Kredsløb - DC analyse. Strømme og spændinger

2. Transistor - storsignalmodel

3. Diode - storsignalmodel

#### Agenda

* Klasse AB audio forstærker
  + 30W i 8 ohm højtaler
  + Spændingssving 22V
  + Strømsving 3,65A
* Udgangstrin
  + Darlington par – Dobbelt emitterfølgere
  + Strømforstærkning ganges sammen
  + Sænker strømmen som VAS skal levere til ca. 1mA
* Kortslutningsbeskyttelse
  + Modstand laver for stor I om til U
  + Tænder transistor, som juster udgangstrin ned.
* Diode biasing
  + Laver klasse B om til AB
  + Minimerer cross over distortion
  + 2,8V over 4 dioder
* Strømkilde
  + Undgå effektafsættelse i modstand
  + Sørger for strømmen i dioder, der fører til spændingsfald.

# 2: Effektforstærkerøvelse – AC

#### Emner

1. Kredsløb - AC analyse: Forstærkning og stabilitet.

2. Transistor - AC model.

3. Diode - AC model.

#### Agenda

* Open-loop DC gain (ADC)
  + gm
  + β
  + RC
* Open-loop gain (AOL)
  + Produkt af ADC og en pol, som dæmper højere frekvenser.
* Closed-loop gain (ACL)
  + Bestemt af modstandene i feedback-løkken.
* Kompenseringskondensatoren (CC)
  + Skaber dominerende pol.
  + Sikrer stabilitet.
  + Sænker slew-rate (V/s).
* Slew-rate (SR)
  + Begrænses af kondensatoren.
  + Hurtig sinus med stor amplitude bliver til trekant.

# 3: Effektforstærkerøvelse – Effektafsættelse og Termisk Analyse

#### Emner

1. Effektafsættelse i komponenterne: beregning/dimensionering.

2. Valg af komponenter - vigtige parametre.

3. Dimensionering af køling: køleprofil.

#### Agenda

* Beregning af effekt i effekttransistorer
  + 30W i højtaler.
  + Total effekt = 67W.
  + Transistor effekt 32W delt mellem 2 = 16W.
  + De valgte kan klare 115W.
* Valg af komponenter - vigtige parametre
  + Max afsat effekt (Pmax)
  + Max kollektor (el. drain) strøm (IC max)
  + Max spænding over kollektor-emitter (VCE max)
  + Strømforstærkning (β)
* Dimensionering af køling
  + Ohms lov analogi
    - Temperaturforskel (T)
    - Termisk modstand (Rth) = ℃ /W
    - Afsat effekt (P)
  + Termiske modstande
    - Junction -> mounting base.
    - Mounting base -> heat sink.
    - Heat sink -> Ambient (luft).
* Safe Operating Area (SOA)
  + Tegn graf med de 3 max.
  + Arbejdslinje 3,65A -> 27V.
  + Kortslutningsbeskyttelsen holder os inden for IC max.

# 4: Effektforstærkerøvelse – Effektforsyning

#### Emner

1. Transformer, ensretning udglatning.

2. Aktive regulatorer vs simpel ensretter.

3. Tabsmekanismer. Køling?

#### Agenda

* Transformer
  + Transformerer AC spænding op/ned (strømmen modsat).
  + Den side med flest vindinger = størst spænding.
  + Ideelt: effekt ind = effekt ud.
  + I virkeligheden er der varmetab.
* Ensretning
  + Full wave: 4 dioder (brokobling)
  + Half wave: 1 diode (kræver større kondensator)
* Udglatning med kondensator
  + Strømmen
  + Periodetiden
  + Ønsket ripple spænding
* Lineær serieregulator (aktiv)
  + Regulerer DC ned
    - Båndgaps-reference på 1,25V
  + Afsætter effekt = Ikke effektiv!
  + Køling kan være nødvendig
* DC-DC konverter
  + Virkningsgrad > 90%
  + Spole, Mosfet, diode, kondensator
  + PWM > 100 kHz

# 5: Operationsforstærkeren

#### Emner

1. Opbygning og DC forhold

2. AC forhold og stabilitet

3. Offset-fejl og støj.

#### Agenda

* Generel Opbygning – Tegn blokdiagram
  + Differential-forstærker-trin m. strømspejl (gm)
  + VAS-forstærker m. CC (β · RC)
  + Udgangstrin
* DC forhold
  + Openloop DC gain (ADC)
  + Transkonduktansen (gm)
  + Emitter-strømmen (IE)
    - Modstand el.
    - Strømkilde
* AC forhold og stabilitet
  + Open-loop gain (AOL).
  + Kompenserings-kondensator (CC)
  + Slew-rate begrænses.
* Offset-fejl
  + Base strøm i strømspejl
  + Ikke matchede transistorer
* Støj
  + Haglstøj (in) fra transistorens PN-overgang.
  + Termisk støj (en) fra modstande, fx rx i BJT.

# 6: Dioden

#### Emner

1. PN overgangen.

2. Modeller - AC/DC.

3. Anvendelser.

#### Agenda

* Dioden
  + Ensretter spænding - der kan kun løbe strøm én vej.
  + Halvleder-materiale.
  + Konstant spændingsfald ved forskellige strømme.
* PN overgangen
  + P-lag – Underskud af elektroner.
  + N-lag – Overskud af elektroner.
  + Elektrisk felt modvirker diffusionen - ingen ladningsbærere
  + Ingen strøm kan løbe igennem der.
  + Elektrisk felt, som kan blive større/mindre afhængig af spænding.
* DC og AC Modeller
  + Eksponentiel sammenhæng spænding til strøm.
  + Tegn I/U karakteristikkurve
  + DC seriemodstand får betydning ved stor strøm.
  + Småsignal AC Analyse: Dioden ses som en modstand bestemt af DC arbejdspunktet.
* Anvendelser
  + Brokobling.
  + Beskyttelsesdioder (Motor)

# 7: Transistoren – DC

#### Emner

1. DC model.

2. Forskellige typer (BJT, FET).

3. Anvendelser inkl. strømspejl.

#### Agenda

* DC model
  + Fast spændingsfald over base-emitter.
  + Model 1: Spændings-styret (eksponentiel sammenhæng).
  + Model 2: Strøm-styret med strømforstærkning.
* Transistor Typer
  + BJT: Bipolar junction transistor.
    - NPN og PNP.
    - Kollektor, Base, Emitter.
    - Strømforstærkning.
  + FET: Felt effekt transistor
    - JFET – Lille gate strøm
    - MOSFET – Spændingsstyret gate, hvor der ikke løber nogen strøm ind.
* Anvendelser
  + Diodekobling - anvendes i IC design og strømspejl.
  + Strømspejl.
  + Konstant strømkilde.

# 8: Transistoren – AC

#### Emner

1. AC model.

2. Koblingstyper og deres egenskaber (forstærkning, ind- og udgangsimpedans).

3. Støj og forvrængning.

#### Agenda

* Tegn Transistor
  + AC/DC strømme, spændinger og kapaciteter.
* Tegn input/output AC model
  + Strømkilde afhænger gm og uBE.
  + Husk kondensator.
* Tegn mikrofonforstærker kredsløb
  + Vælg IC og UO.
  + Regn RC og RB.
  + Transkonduktans og forstærkning.
* Tegn ind i AC model + Miller Transformation
  + Indgang og udgang adskilles.
  + Modstand bliver større og kondensator mindre (ved indgang)
  + Udgangs impedanser sættes til stel.
* Forvrængning
  + 1mV giver 1% THD.
  + Dette skyldes transistorens eksponentielle karakteristik.
* Støj
  + Termisk støj
    - * Afhænger af Boltzman, temperatur og modstanden rx.
  + Haglstøj
    - * Strømstøj i base og kollektor.
      * Regnes ud fra elementarladningen og strømmen.