

# Spannungsgesteuerte Verstärker/ VCAs am Beispiel des THAT2181

Who? Lasse Gebbert

When? 4. Juni 2015

# Gliederung

Was ist ein  
VCA?

Bezeichnungen

Funktion des VCA

Abgrenzung vom Analogmultiplizierer

Anwendungen

Allgemein

Spezialfall: Side Chain

Realisierung

des VCA

THAT2181

Eigenschaften

Funktionsweise

Beschaltung

Quellen

## Was ist ein VCA?

- Voltage Controlled Amplifier
- deutsch: Spannungsgesteuerter Verstärker
- auch Variable Gain Amplifier (VGA)

# Funktion des VCA

- Einstellung der Verstärkung durch Steuerspannung
- $x = a \cdot f(b)$

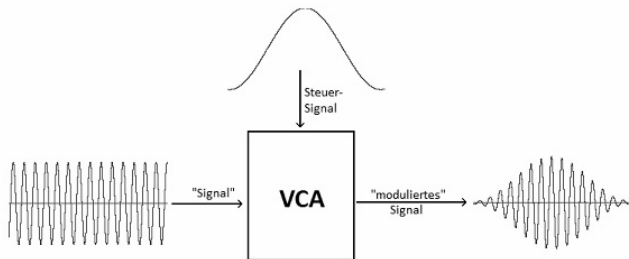


Abbildung: Amplitudenmodulation eines Sinussignals

# Verstärkungsfaktor

- $f(b)$
- oft kleiner als 1
- deshalb auch Voltage Controlled Attenuator  
(deutsch: Dämpfer)  
oder Spannungsgesteuerter Spannungsteiler

# Abgrenzung vom Analogmultiplizierer

## Analog- multiplizierer

- identische Eingänge:  
d.h. gleiche Grenzfrequenz und gleicher Spannungsbereich
- $x = a \cdot b$ , also lineare Verstärkung

## VCA

- unterschiedliche Grenzfrequenzen möglich
- $x = a \cdot f(b)$
- $f(b)$  ist beim THAT2181 exponentiell

# Abgrenzung vom Analogmultiplizierer

VCA?

Analog-  
multiplizierer?

- jeder Analogmultiplizierer ist ein VCA!
- ein VCA mit identischen, linearen Eingängen ist ein Analogmultiplizierer!

# Anwendungen

## Allgemein

- Kompressor, Limiter, Gate
- Equalizer
- allgemein Effektgeräte (z.B. Tremolo)
- (automatische) Lautstärkeregelung
- Rauschunterdrückung

## Spezialfall: Side Chain

- „externes“ Signal als Steuerspannung
- Bsp.: „Talkover“, „Ducking“, Fader



# Funktion des VCA

- Einstellung der Verstärkung durch Steuerspannung
- $x = a \cdot f(b)$

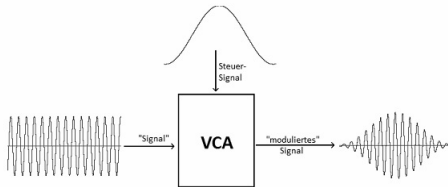


Abbildung: Amplitudenmodulation einer Sinusfunktion

# Realisierung des VCA

- Transduktor: Modulation einer Induktivität durch Sättigung eines Eisenkerns
- Mehrgitterröhre: Modulation durch Schirmgitterspannung
- Fotowiderstand: Modulation durch Beleuchtung
- Feldeffekttransistor: Modulation durch Source-Drain Strecke
- differentieller Diodenwiderstand: Modulation durch hohen Gleichstrom

## Eigenschaften des THAT2181

- Verstärkungsbereich: -90dB bis 40dB
- typ. Linearität: 0,5% (für  $-60\text{dB} < \text{Gain} < 40\text{dB}$ )
- Grenzfrequenz: 20MHz (unbekannte Dämpfung)
- bei 100kHz 1dB Dämpfung für Gain  $\sim 40\text{dB}$
- $\text{Gain} = -\frac{E_C}{6,1}$  (für  $-60\text{dB} < \text{Gain} < 40\text{dB}$ )
- Klirrfaktor(typ. 2181C):  $\sim 0,005\%$

# Funktionsweise des THAT2181

## Theoretisch

- Eingangsstrom  $I_{IN}$   
→ bipolar logarithmierte Spannung  $V_3$
- Addition der Steuerspannung  $E_{C+} - E_{C-}$
- Rückwandlung in Ausgangstrom  $I_{OUT}$

# Funktionsweise des THAT2181

## Praktisch

- OTA treibt Emitter von Q1 und Q3 in abh. von  $I_{IN}$
- Q3/D3 und Q1/D1 erzeugen bipolar logarithmierte Spannung  $V_3$

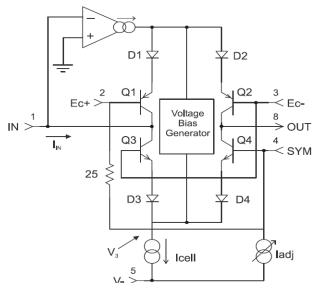


Abbildung: vereinfachtes Ersatzschaltbild

## Funktionsweise des THAT2181

- Q2/D2 und Q4/D4 wandeln  $V_3$  zurück in den Strom  $I_{OUT}$
- Verstärkungsfaktor in abh. von  $E_{C+}$  und  $E_{C-}$

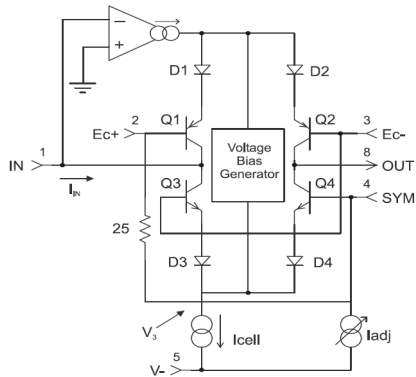


Abbildung: vereinfachtes Ersatzschaltbild

# typ. Beschaltung des THAT2181

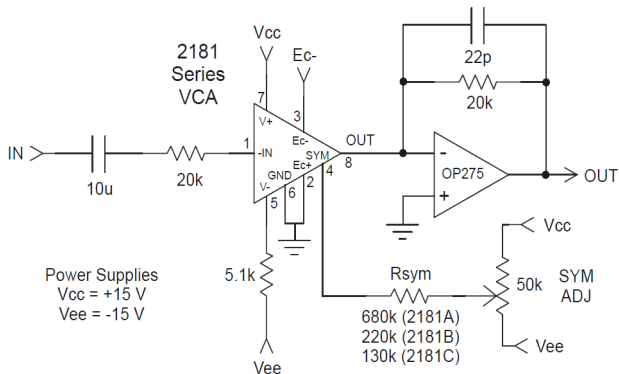


Abbildung: typische Beschaltung

## Quellen

- [http://de.wikipedia.org/wiki/Voltage\\_Controlled\\_Amplifier](http://de.wikipedia.org/wiki/Voltage_Controlled_Amplifier)(Stand Juni 2015)
- Datenblatt des THAT2181 [http://www.thatcorp.com/datashts/THAT\\_2181-Series\\_Datasheet.pdf](http://www.thatcorp.com/datashts/THAT_2181-Series_Datasheet.pdf)
- Abbildung1:[http://service.projektlabor.tu-berlin.de/projekte/desleeper/sites/prolab.ss10/files/VoltageControlledAmplifier\\_Referat\\_Gruppe4\\_ChristophJohow.pdf](http://service.projektlabor.tu-berlin.de/projekte/desleeper/sites/prolab.ss10/files/VoltageControlledAmplifier_Referat_Gruppe4_ChristophJohow.pdf)