
Operationsverstärker

Projektlabor SS13 - Andreas Keim 13.05.2013

Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer OPV
3. Grundschaltungen
4. Rechenmethode
5. Realer OPV
6. Quellen

1. Allgemein

- Elektronischer Verstärker
 - Eingänge: Invertierend und nicht invertierend
- Komparator: Betrieb ohne Gegenkopplung
- Sehr wichtiges Bauelement
 - Preiswert und verminderter Platzbedarf
- Verhalten bestimmt durch zugeschaltete Bauelemente
 - Mitkopplung oder Gegenkopplung
- Viele Operationen möglich (Herkunft des Namens Operationsverstärker)
 - Lineare und nichtlineare Operationen
 - Beispiel: Differenzieren, Integrieren, Logarithmieren, u.v.m

1.1 Geschichte (sehr kurzer Einblick)

- Erste Differenzverstärker um 1930 mit Hilfe von Elektronenröhren
- Rückkopplungstheorie von Harold S. Black
- Grundlagen für OPVs durch Black, Harry Nyquist und Hendrik Wade Bode

TAFELBEISPIEL zu Dif-, Int-, Log-Schaltung

Operationsverstärker

Projektlabor SS13 - Andreas Keim 13.05.2013

Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer OPV
3. Grundschaltungen
4. Rechenmethode
5. Realer OPV
6. Quellen

2. Idealer Operationsverstärker

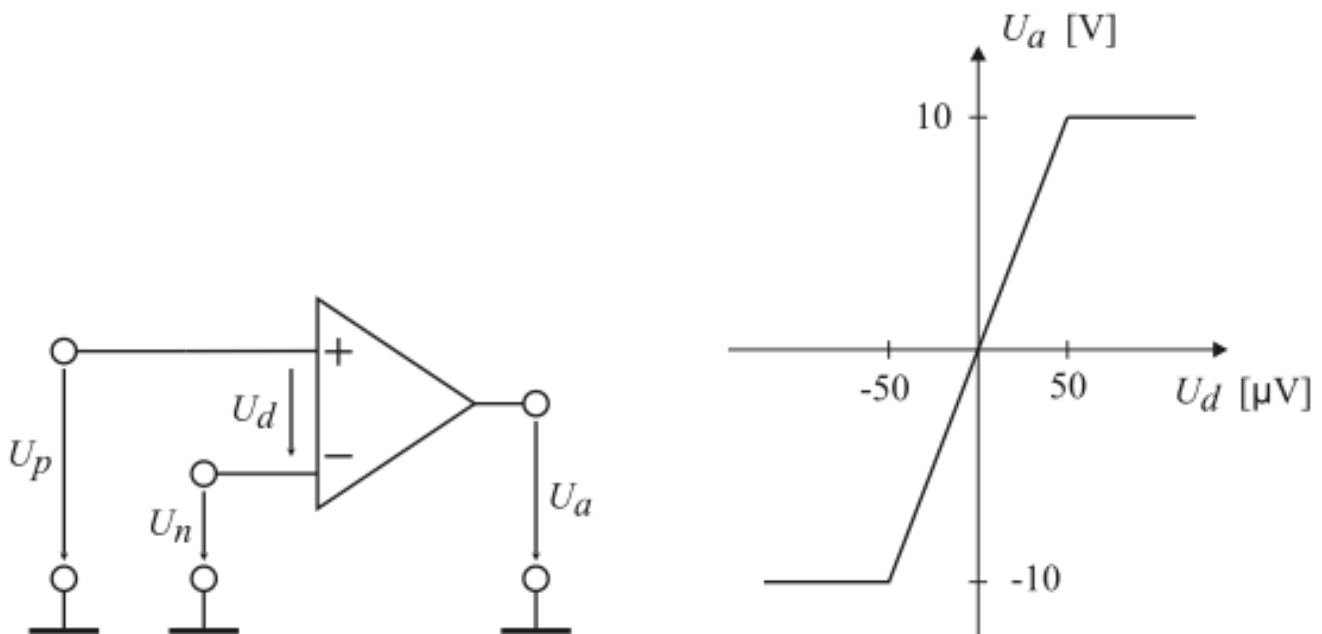


Abbildung 1: Schaltsymbol und Kennlinie des OPV

Eigenschaften:

- (1) Durch unendliche Verstärkung ($V_d \rightarrow \infty$) : $U_d=0$
- (2) Durch Eingangswiderstände ($R_e \rightarrow \infty$) : $I_+=I_-=0$

Operationsverstärker

Projektlabor SS13 - Andreas Keim 13.05.2013

Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer OPV
3. Grundschaltungen
4. Rechenmethode
5. Realer OPV
6. Quellen

3. Grundschaltungen

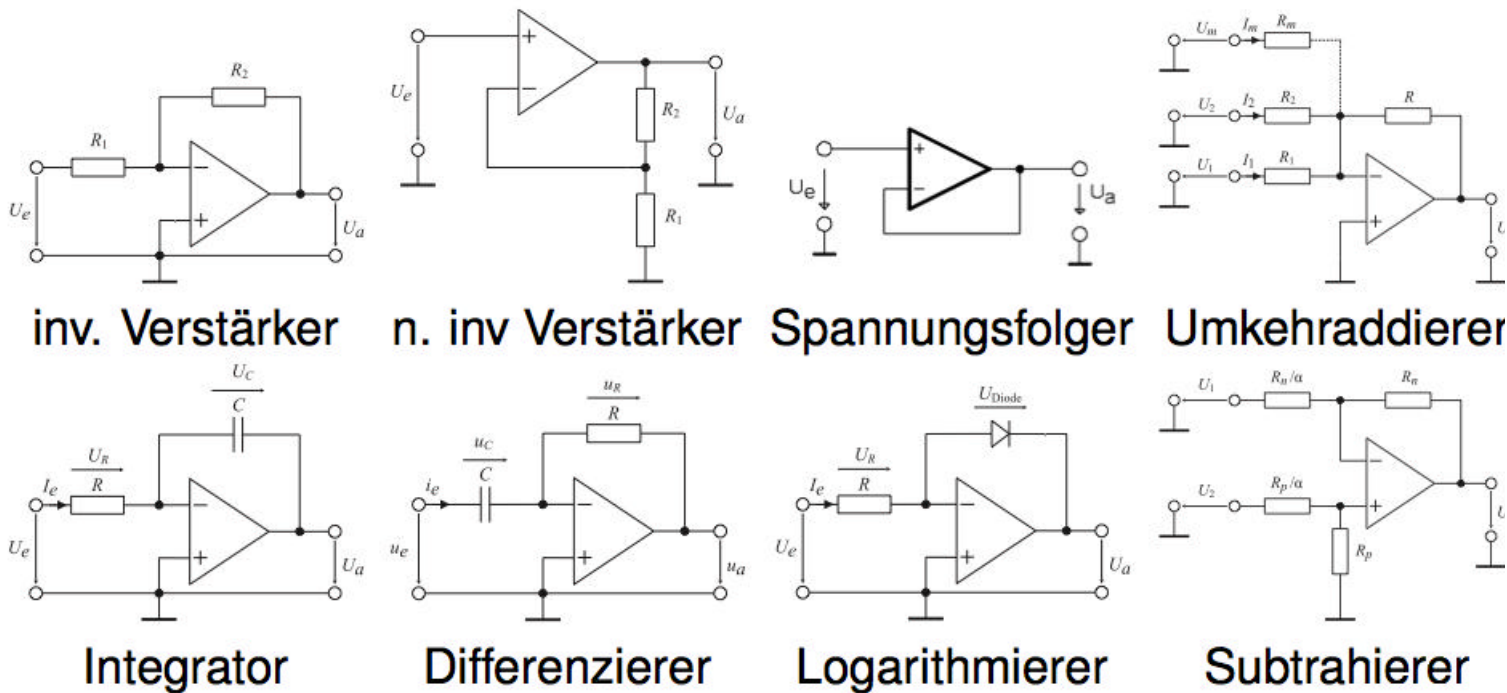


Abbildung 2: Grundschaltungen

Operationsverstärker

Projektlabor SS13 - Andreas Keim 13.05.2013

Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer OPV
3. Grundschaltungen
4. Rechenmethode
5. Realer OPV
6. Quellen

4. Rechenmethode

- Schaltung genau betrachten und Lösungsansatz erkennen
- Stromverläufe in Schaltung einzeichnen (oder denken)
- Alle Idealisierungen anwenden (1) + (2) s.o.
- Kirchhoffsche Gesetze anwenden

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

$$\sum_{k=1}^n U_k = 0$$

- Übertragungsfunktion erstellen: $f(R,U) = V = U_a/U_e$

Tafel: Vorrechnen am Beispiel des Invertierenden Verstärkers

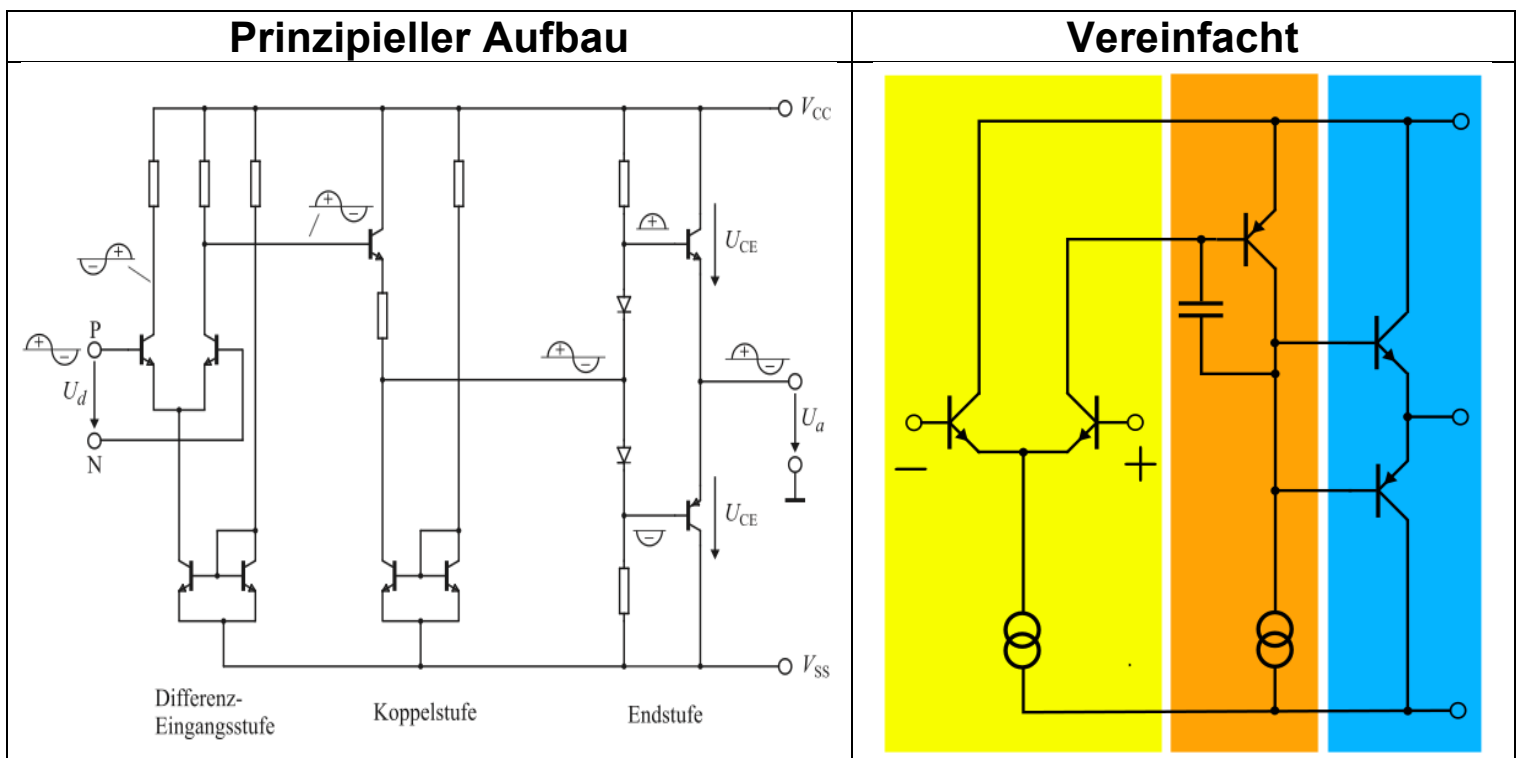
Operationsverstärker

Projektlabor SS13 - Andreas Keim 13.05.2013

Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer OPV
3. Grundschaltungen
4. Rechenmethode
5. Realer OPV
6. Quellen

5. Realer OPV



Differenz-Eingangsstufe: Hoher R_e , große Linearität, geringes Rauschen/Temperaturdrift

Koppelstufe: Hohe Spannungsverstärkung/ R_e , geringer R_a , Gleichstromkopplung

Endstufe: Geringer R_a , hohe Stromverstärkung, meist geringe Spannungsverstärkung

Operationsverstärker

Projektlabor SS13 - Andreas Keim 13.05.2013

Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer OPV
3. Grundschaltungen
4. Rechenmethode
5. Realer OPV
6. Quellen

5.1 Real vs. Ideal

Idealer OPV	Eigenschaft	Realer OPV
∞	Eingangswiderstand (R_{ED}) (differenziell)	bipolar $\approx M\Omega$ FET $\approx G\Omega$
0	Ausgangswiderstand (R_A)	$\leq 200 \Omega$
∞	Leerlaufverstärkung (V_0) (open loop gain)	10^4 bis 10^5
∞	Gleichspannungsunterdrückung (Common Mode Rejection Ratio CMRR)	10^4 bis 10^{10}
linear	Frequenzverhalten	Tiefpassverhalten
$-U_B$ bis $+U_B$	Aussteuerbereich	$\approx 3V$ weniger als U_B
0	Betriebsspannungsdurchgriff	vorhanden
nicht vorhanden	Temperaturabhängigkeit	vorhanden
nicht vorhanden	Alterungsverhalten	vorhanden

Fazit:

Die Vereinfachungen (1) und (2) können so nicht mehr verwendet werden

Operationsverstärker

Projektlabor SS13 - Andreas Keim 13.05.2013

Gliederung

1. Allgemein
2. Idealer OPV
3. Grundschaltungen
4. Rechenmethode
5. Realer OPV
6. Quellen

6. Quellen

<http://de.wikipedia.org/wiki/Operationsverstärker>

Analog- und Digitalelektronik Skript (Prof. Dr.-Ing. Reinhold Orglmeister)

Der reale Operationsverstärker (S. Mann und R. Orglmeister)

<http://www.play-zone.ch/media/catalog/product/cache/1/image/2292003bdb0f876b1b9d23351ca744da//m/lm358n.jpg>



Abbildung 3: Opv im „real Life“