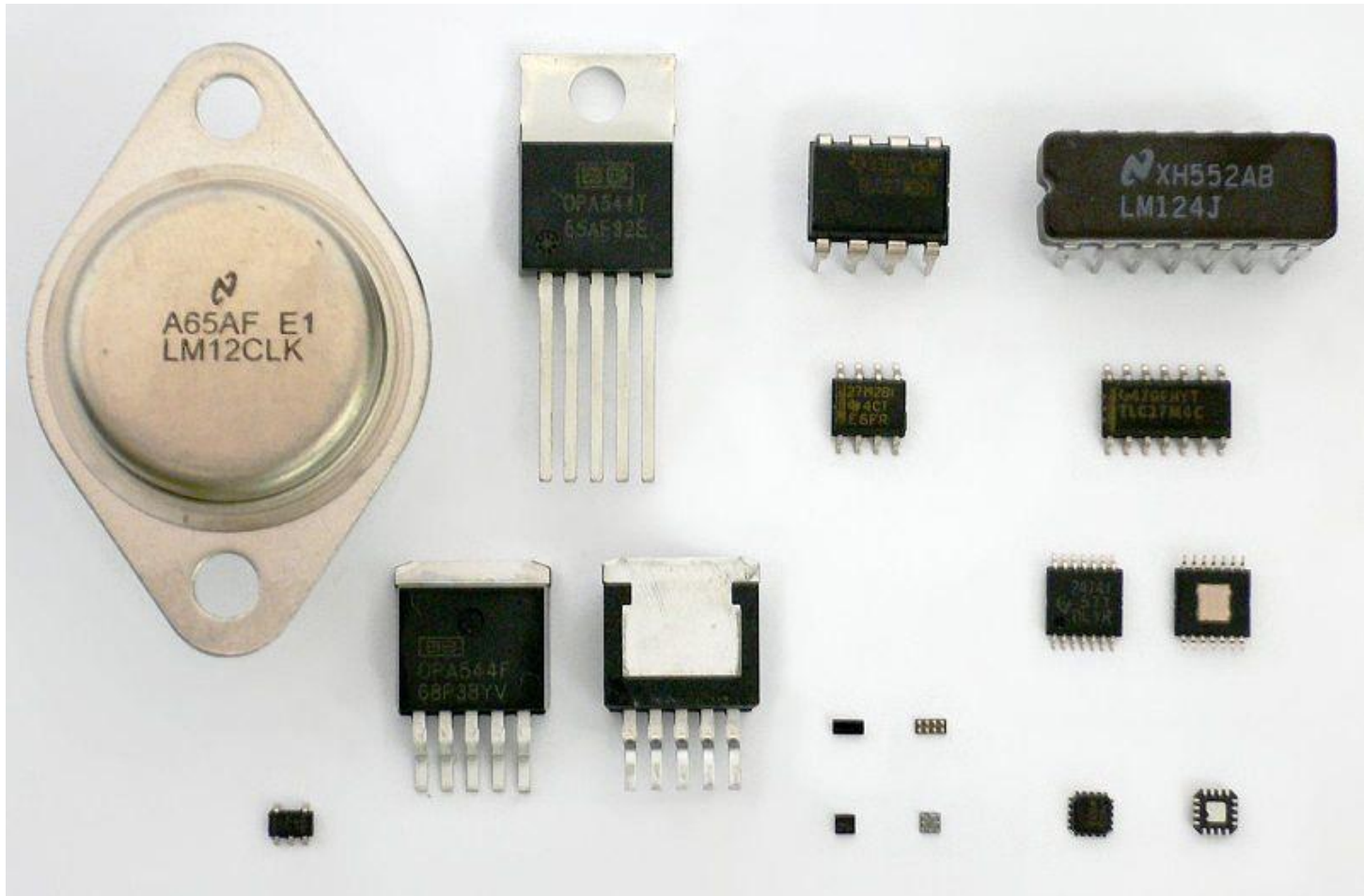


Operationsverstärker



Gliederung

1. Einführung
2. Funktionsweise und Anwendung
3. Quellen

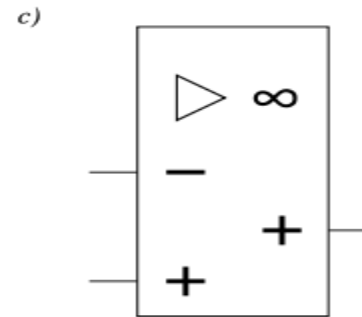
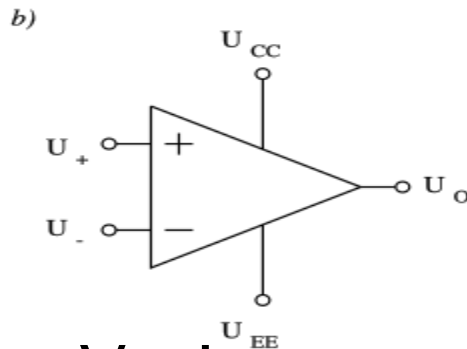
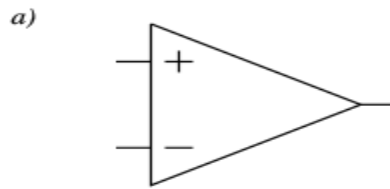
Einführung

- ▶ Was ist ein OPV ?
- ▶ Schaltsymbole
- ▶ Innenleben
- ▶ Ideal und Real

Was ist ein OPV ?

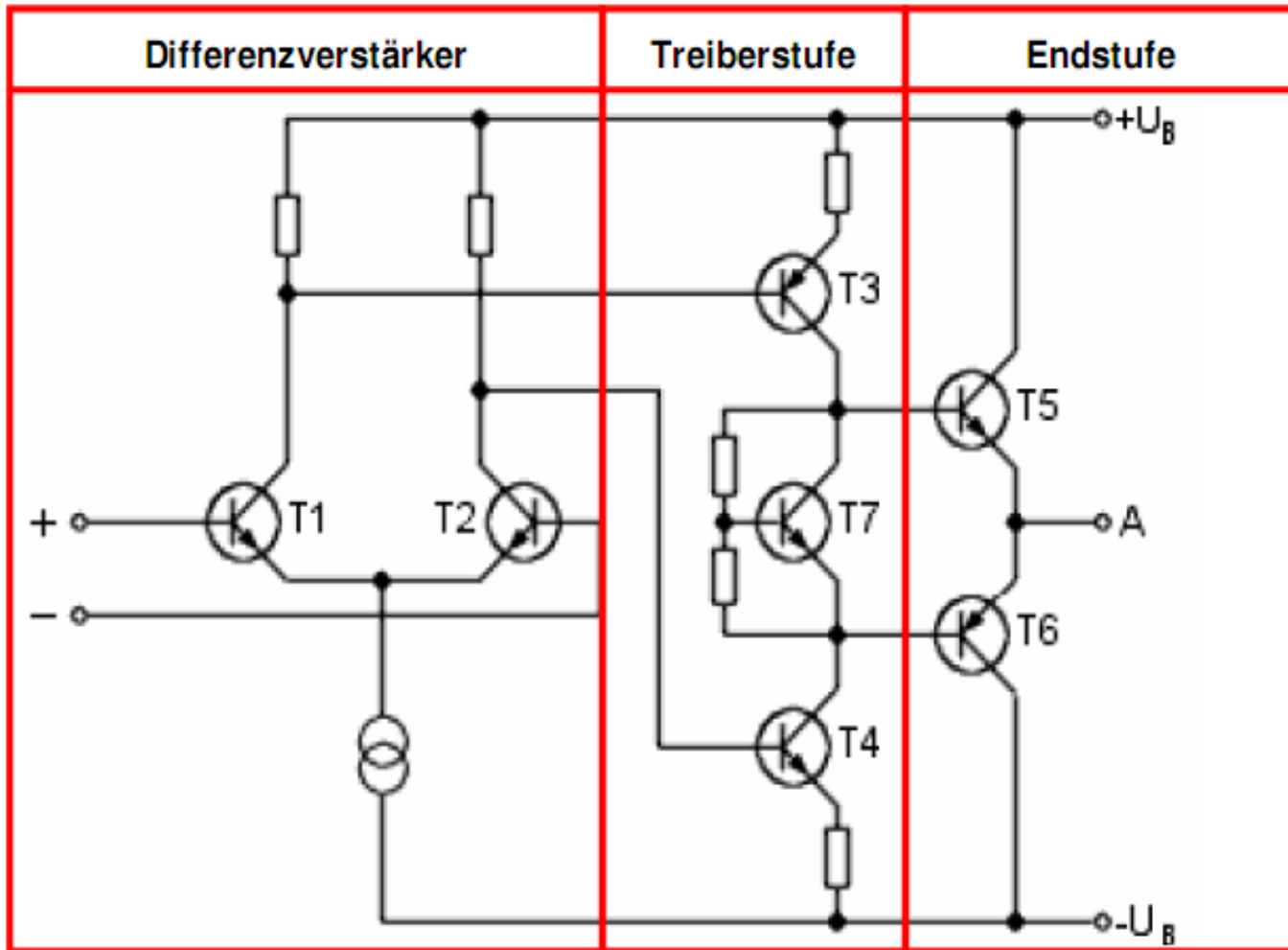
- ▶ 2 Eingänge & eine hohe Verstärkung
- ▶ Verstärkte Differenzspannung am Ausgang
- ▶ Die Funktionsweise → äußere Beschaltung

Schaltsymbole



- ▶ a) Übliche Variante
- ▶ b) mit eingezeichneter Versorgung
- ▶ c) das wenig gebräuchliche Schaltsymbol

InnenLeben



Ideal und Real

Ideal	Eigenschaft	Real
∞	Eingangswiderstand R_e	Bis zu $10^9 \Omega$
∞	Verstärkungsfaktor V	ca. 1 M
0Ω	Ausgangswiderstand R_a	Mehrere Ω
0	Gleichtaktunterdrückung (CMRR)	ca. 0,2
0V	Rausch-Ausgangsspannung	ca. $3 \mu V$
Linear	Frequenzverhalten	Tiefpassverhalten

Funktionsweise und Anwendung

- ▶ Invertierender Verstärker
- ▶ Nichtinvertierender Verstärker
- ▶ Addierer
- ▶ Differenzierer
- ▶ Integrierer
- ▶ Komparator
- ▶ Schmitt Trigger

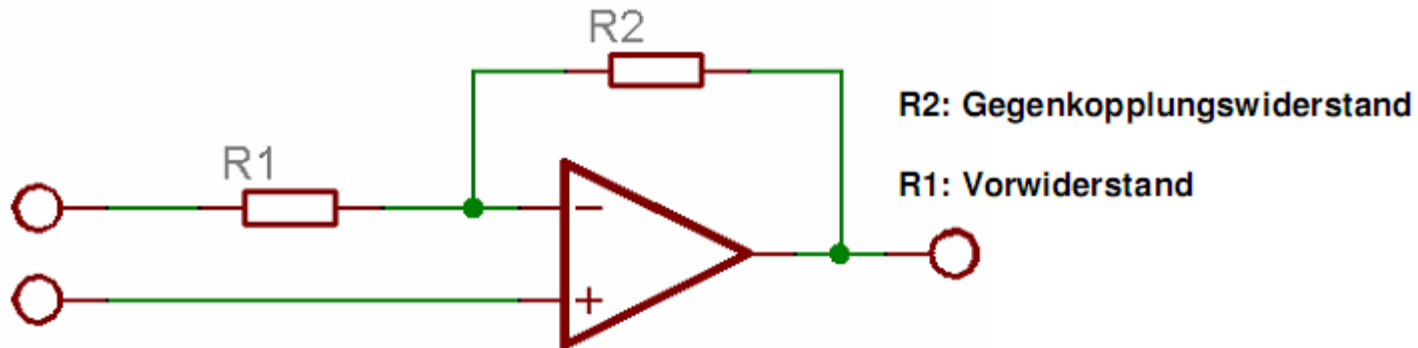
Invertierender Verstärker

- ▶ Wird mit Parallel-Spannungs-Gegenkopplung betrieben

- ▶ Kehrt das Vorzeichen der Eingangsspannung um

$$U_a = -\frac{R2}{R1} \cdot U_e$$

- ▶ Verwendung u.a. als Filterschaltung

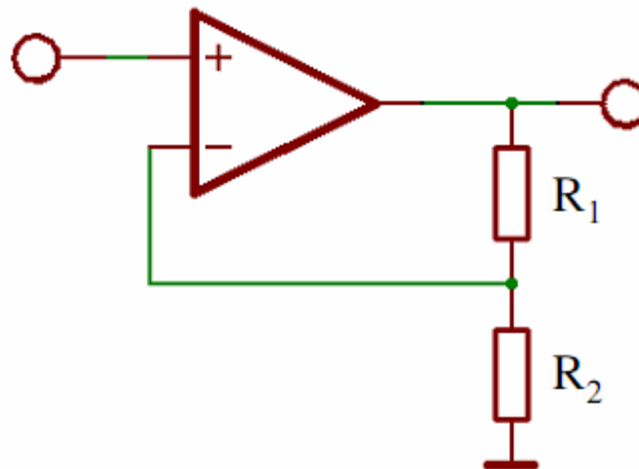


Nichtinvertierender Verstärker

- ▶ Wird mit einer Reihen-Spannungs-Gegenkollung betrieben
- ▶ Die Verstärkung ist immer größer oder gleich 1

$$U_a = U_e \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

- ▶ Verwendung u.a. als Spannungsfolger.

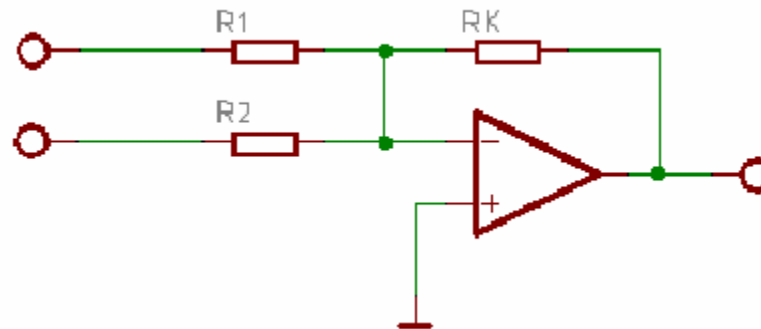


Addierer

- ▶ Die Schaltung stammt aus dem invertierenden Verstärker
- ▶ Die Eingangsspannungen werden aufsummiert und verstärkt

$$U_a = -R_k \left(\frac{U_{e1}}{R_1} + \frac{U_{e2}}{R_2} + \dots + \frac{U_{en}}{R_n} \right)$$

- ▶ Anwendung als Strom-Spannungs-Wandler

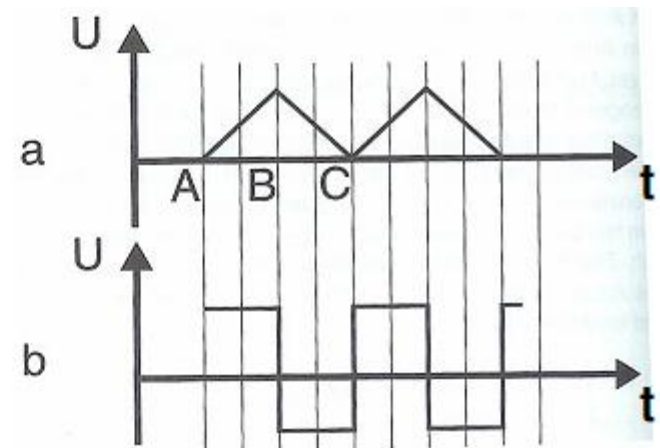
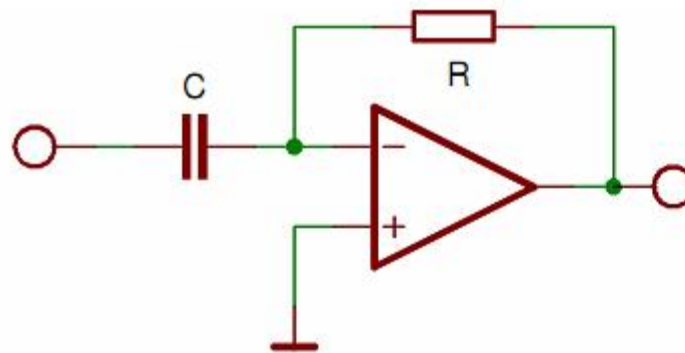


Differenzierer

- ▶ Hierbei werden frequenzabhängige Bauteile verwendet
- ▶ Eingangsspannung wird differenziert & am Ausgang verstärkt ausgegeben

$$U_a = -R \cdot C \cdot \frac{dU_e(t)}{dt}$$

- ▶ Wird u.a. als Hochpass verwendet

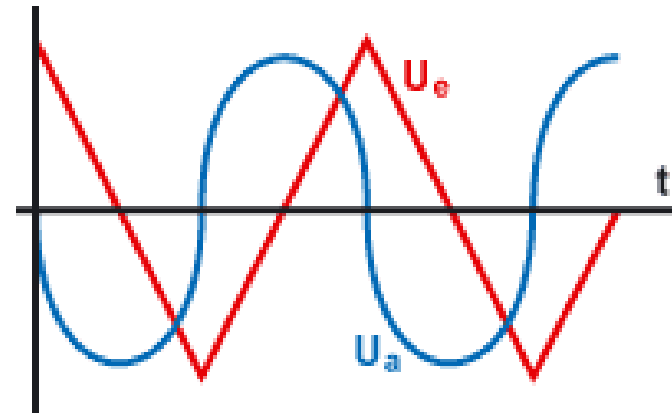
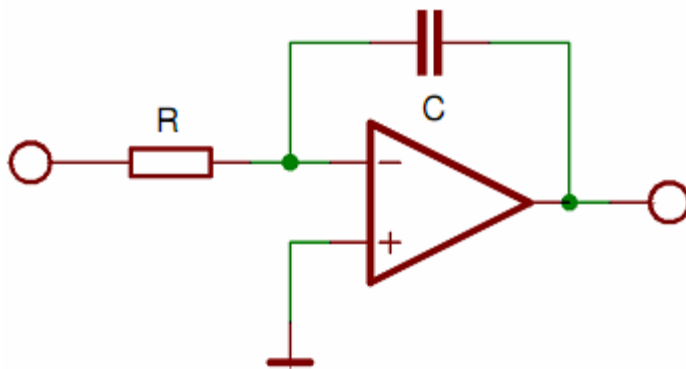


Integrierer

- ▶ Der Kondensator wird hier als gegengekoppelter frequenzabhängiger Bauteil verwendet.

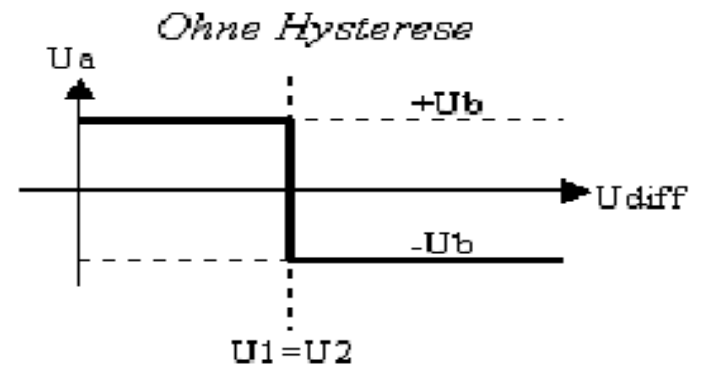
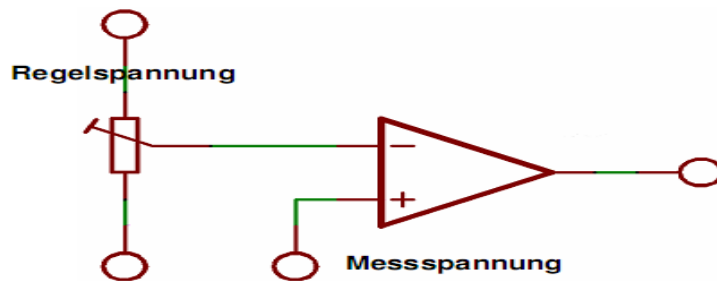
- ▶ Integriert das Eingangssignal
$$U_a = -\frac{1}{R \cdot C} \cdot \int_0^t U_e(\tau) d\tau + U_a(0)$$

- ▶ Wird u.a. als Tiefpass verwendet



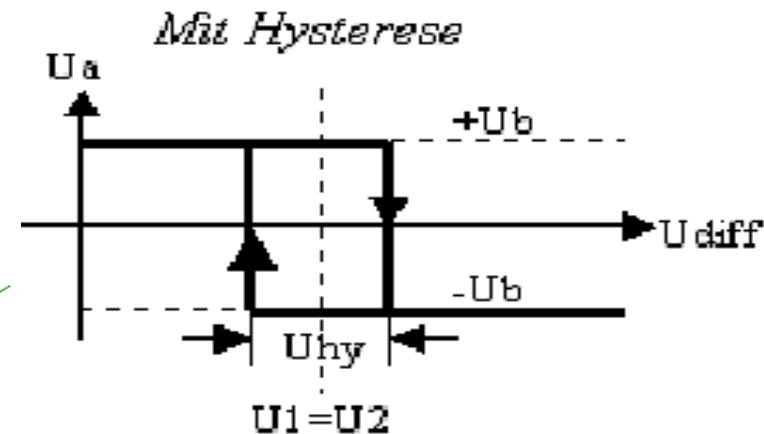
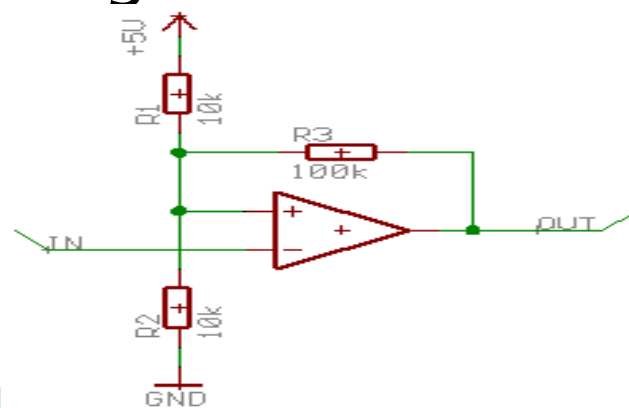
Komparator

- ▶ Vergleicht die Eingangsspannung mit einer Referenzspannung
- ▶ Kippt je nach Beschaltung in + oder - Aussteuergrenze
- ▶ Nachteil: mehrfaches Umschalten durch störung oder Rauschen



Schmitt-Trigger

- ▶ Erinnert an den nichtinvertierenden Verstärker
- ▶ Eingänge vertauscht → Mitkopplung erreicht
- ▶ Die Differenzspannung zwischen den Eingängen verhindert mehrfaches Umschalten
- ▶ Anwendung als Alarmauslöser oder Messwertvergleicher



Quellen

▶ Internet:

- ▶ <http://www.elektroniktutor.de/analog/invert.html>
- ▶ <http://www.elektroniktutor.de/analog/kompar.html>
- ▶ http://www.elektroniktutor.de/analog/op_int.html
- ▶ <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0209092.htm>
- ▶ <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/slt/0412061.htm>
- ▶ http://de.wikipedia.org/wiki/Nichtinvertierender_Verst%C3%A4rker#Differenziierer
- ▶ http://de.wikipedia.org/wiki/Nichtinvertierender_Verst%C3%A4rker#Integrierer
- ▶ http://de.wikipedia.org/wiki/Nichtinvertierender_Verst%C3%A4rker#Impedanzwandler
- ▶ http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Symbols_of_Opamp.svg&filetimestamp=20071226221335

▶ Literatur:

- ▶ Schaltungstechnik-Skript (Kapitel 7)
- ▶ Analog- und Digitalelektronik-Skript (s.S. 2-12)