

Messtechnik

Prof. Dr. Robert Bösnecker, angewandte Informatik

(Prof. Dr. Martin Jogwich, E-Technik)

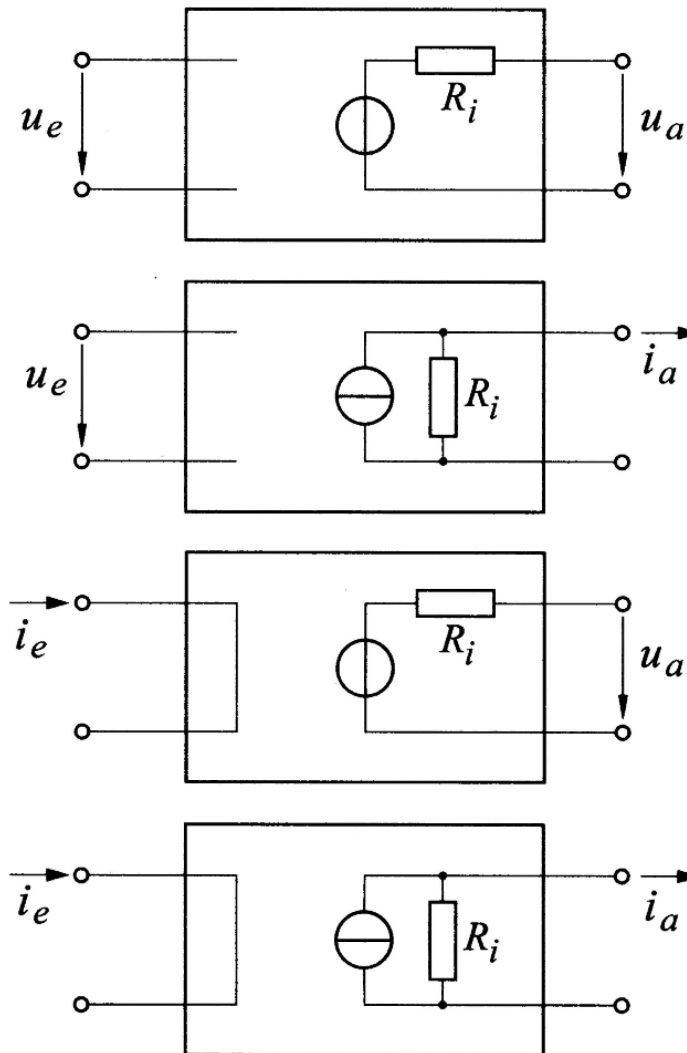
Vorlesungsinhalte: Messtechnik

- 1. Einleitung**
- 2. Grundlagen Digital-Analog-Wandler**
- 3. Grundlagen Analog-Digital-Wandler**
- 4. Komponenten**
- 5. Messung nicht-elektrischer Größen**

4. Komponenten:

4.4 Messverstärker:

4.4.1 Verstärkertypenübersicht

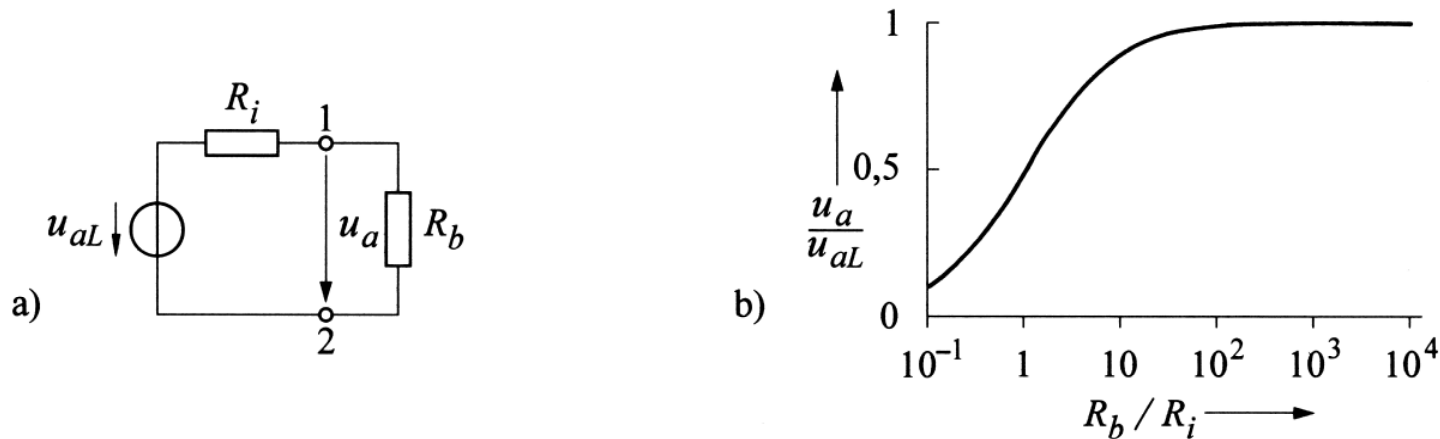


(E. Schröder: Elektrische Messtechnik)

4. Komponenten:

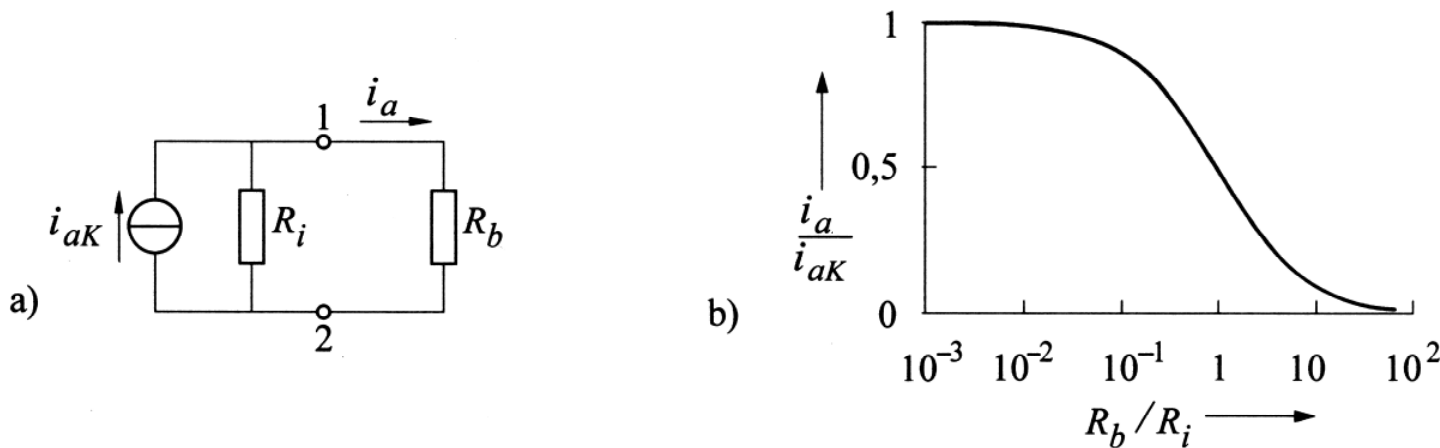
4.4 Messverstärker:

4.4.1 Verstärkertypenübersicht



Spannungsgenerator: a) Ersatzschaltbild, b) Ausgangsspannung

(E. Schrüfer: Elektrische Messtechnik)



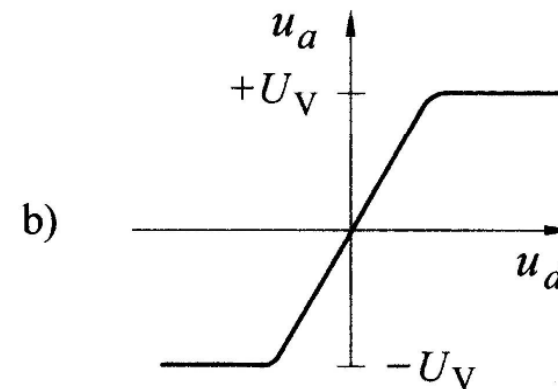
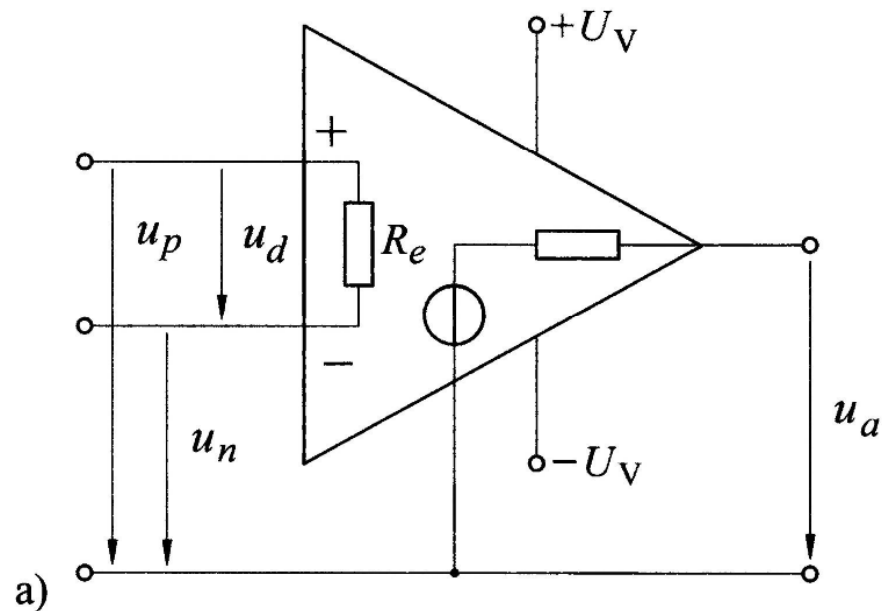
Stromgenerator: a) Ersatzschaltbild, b) Ausgangsspannung

(E. Schrüfer: Elektrische Messtechnik)

4. Komponenten:

4.4 Messverstärker:

4.4.3 Operationsverstärker



Operationsverstärker:
Schaltbild (a) und (ideale) Kennlinie (b)

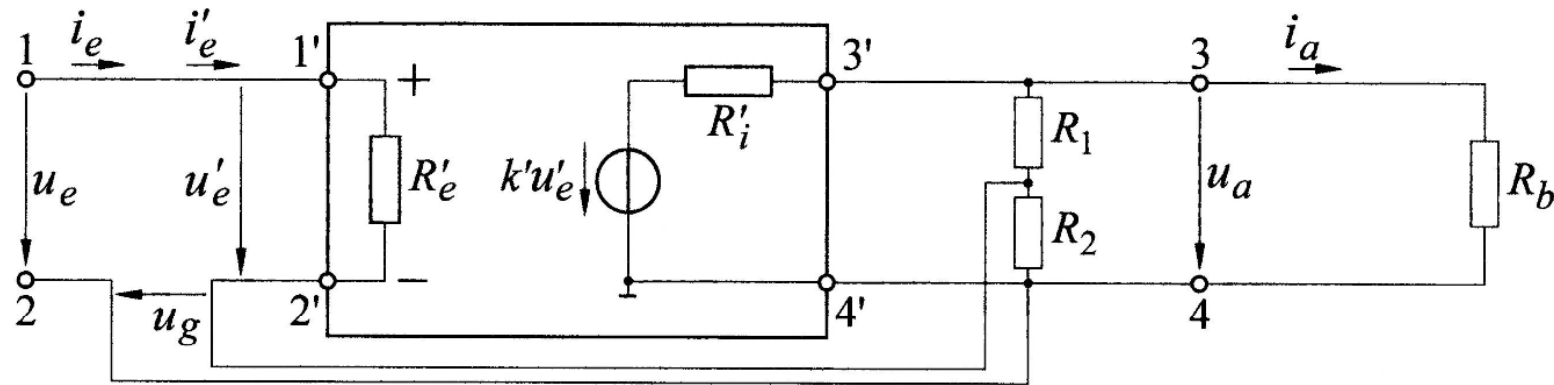
(E. Schröder: Elektrische Messtechnik)

4. Komponenten:

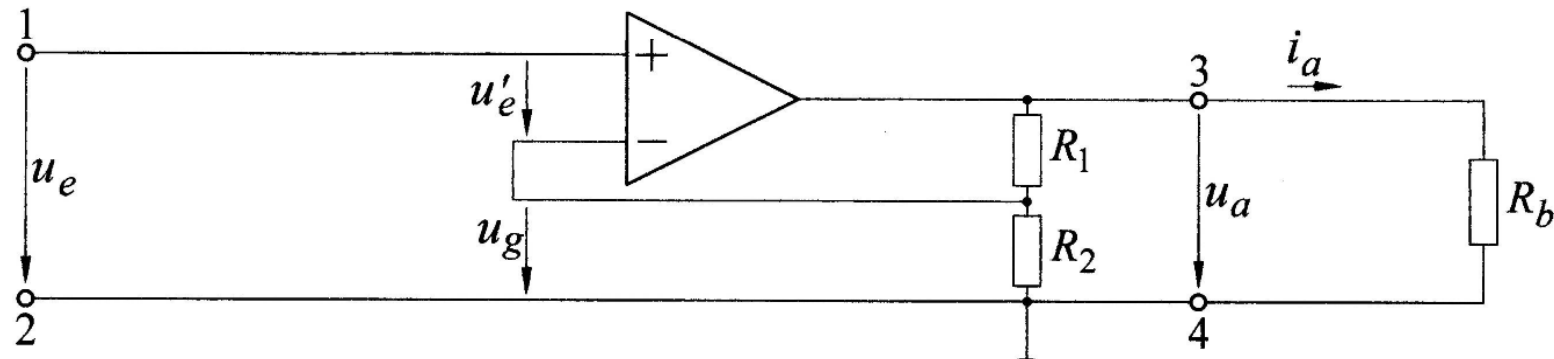
4.4 Messverstärker:

4.4.3 Operationsverstärker

4.4.3.3 Nicht-invertierende Spannungsverstärker (1)



a)



b)

Gegengekoppelter u/u -Verstärker:
elektrotechnische Darstellung (a) und funktionale Darstellung (b)

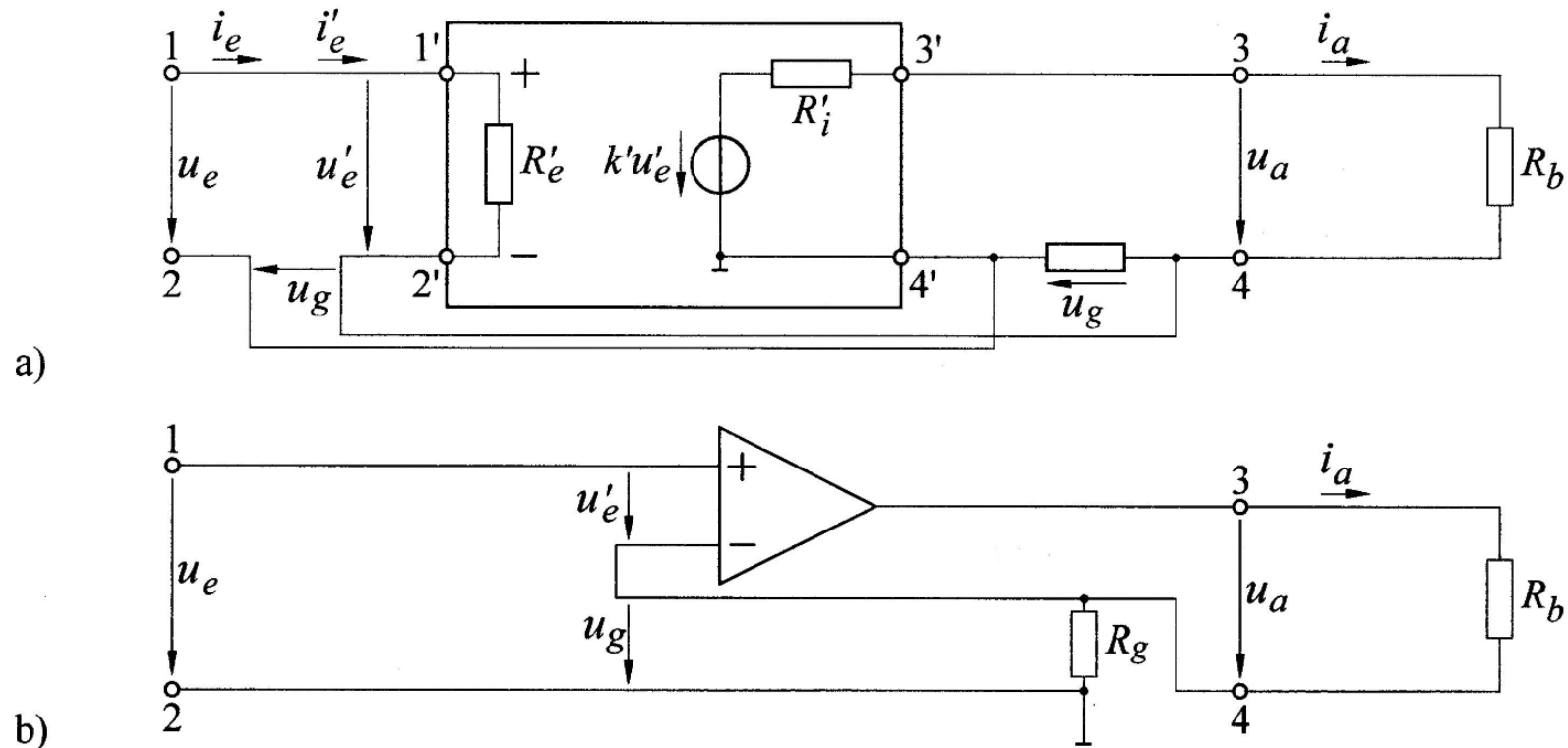
(E. Schröfer: Elektrische Messtechnik)

4. Komponenten:

4.4 Messverstärker:

4.4.3 Operationsverstärker

4.4.3.3 Nicht-invertierende Spannungsverstärker (2)



Gegengekoppelter u/i -Verstärker:
elektrotechnische Darstellung (a) und funktionale Darstellung (b)

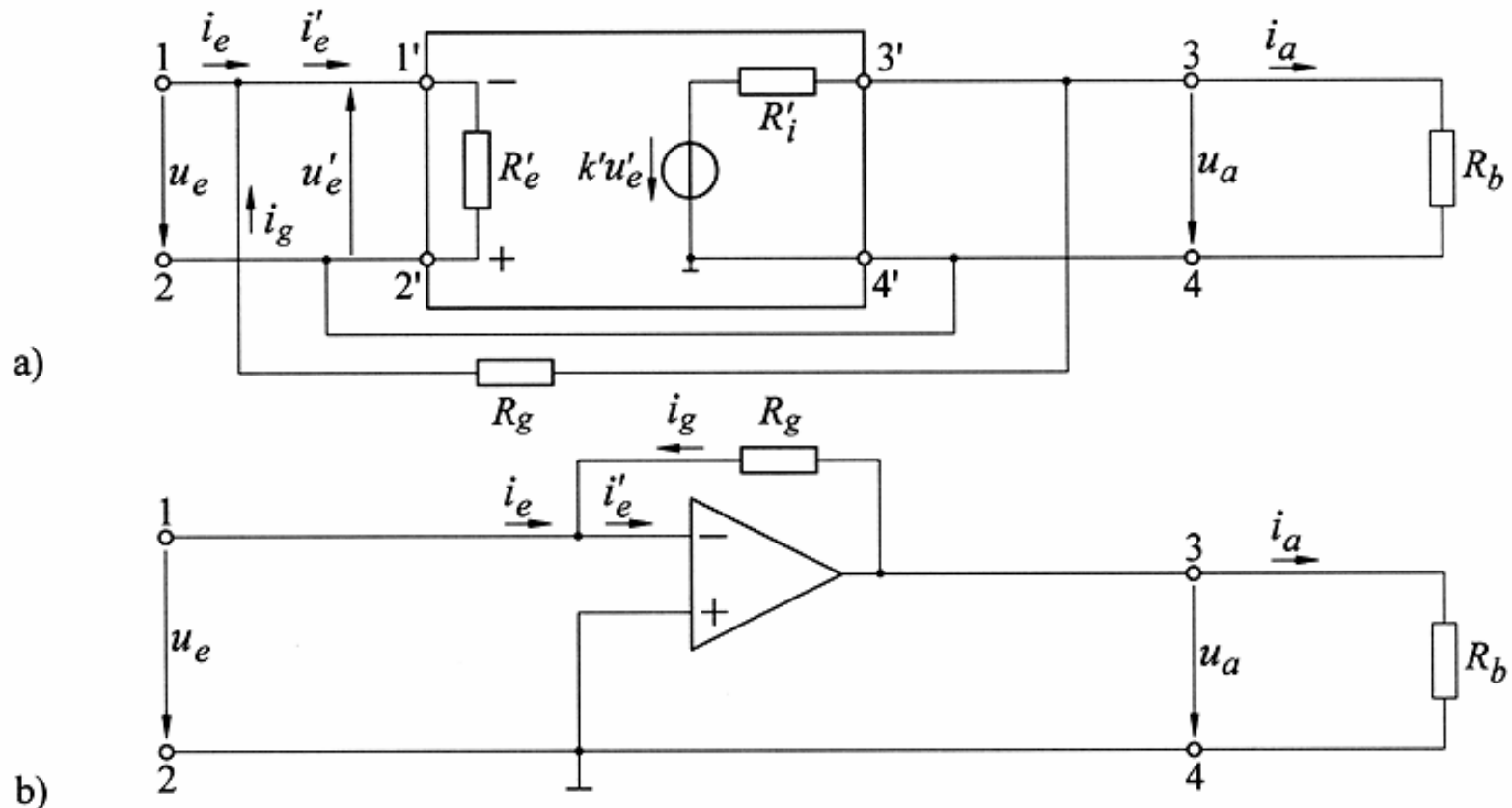
(E. Schröfer: Elektrische Messtechnik)

4. Komponenten:

4.4 Messverstärker:

4.4.3 Operationsverstärker

4.4.3.4 Invertierende Stromverstärker (1)



Gegengekoppelter i/u -Verstärker:
elektrotechnische Darstellung (a) und funktionale Darstellung (b)

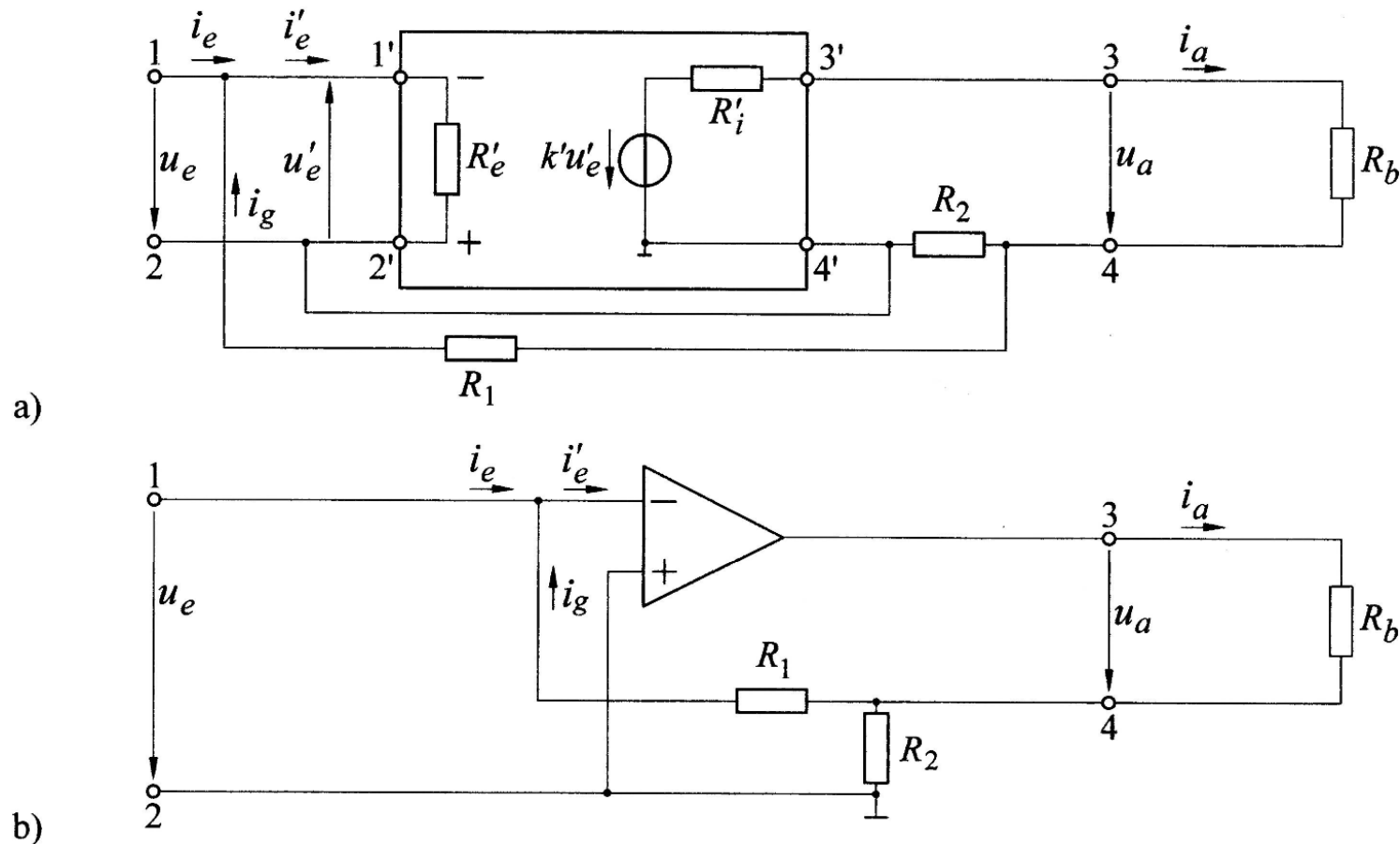
(E. Schröfer: Elektrische Messtechnik)

4. Komponenten:

4.4 Messverstärker:

4.4.3 Operationsverstärker

4.4.3.4 Invertierende Stromverstärker (2)



Gegengekoppelter i/i -Verstärker:
elektrotechnische Darstellung (a) und funktionale Darstellung (b)

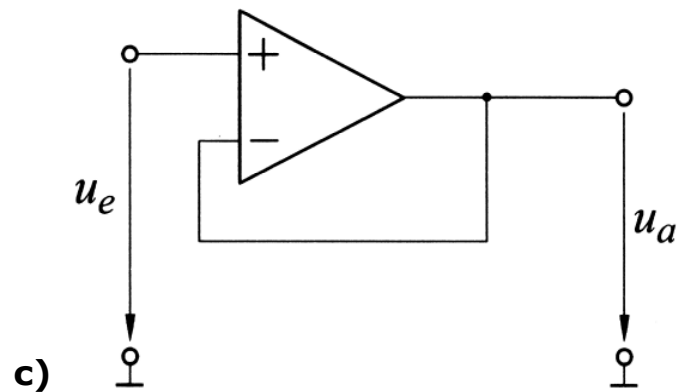
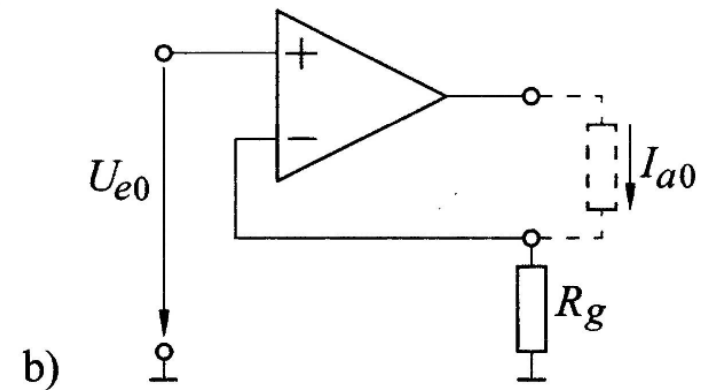
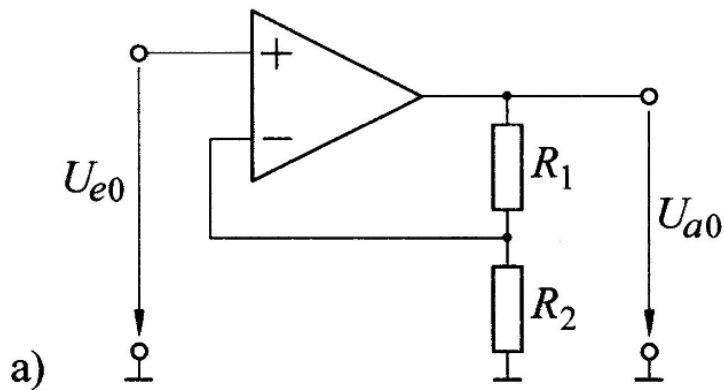
(E. Schröfer: Elektrische Messtechnik)

4. Komponenten:

4.4 Messverstärker:

4.4.3 Operationsverstärker

4.4.3.5 Anwendungen des Spannungsverstärkers (1)



Gegengekoppelte Verstärker:

Konstantspannungsquelle (a),

Konstantstromquelle (b),

Spannungsfolger (c)

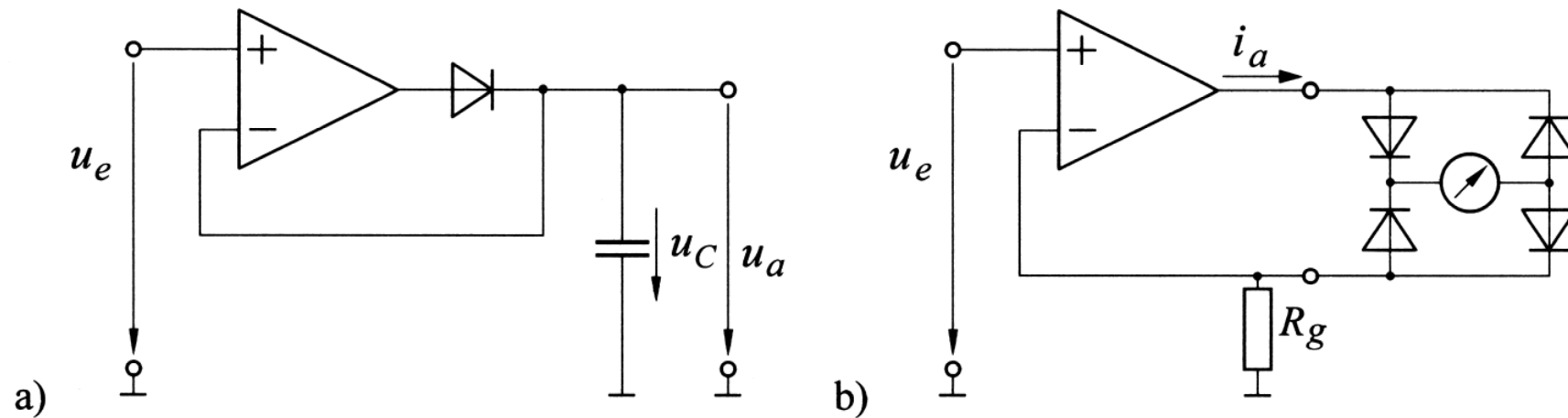
(E. Schröder: Elektrische Messtechnik)

4. Komponenten:

4.4 Messverstärker:

4.4.3 Operationsverstärker

4.4.3.5 Anwendungen des Spannungsverstärkers (2)



Präzisionsgleichrichter:

für positiven Spitzenwert (a),

für Gleichrichtwert (b)

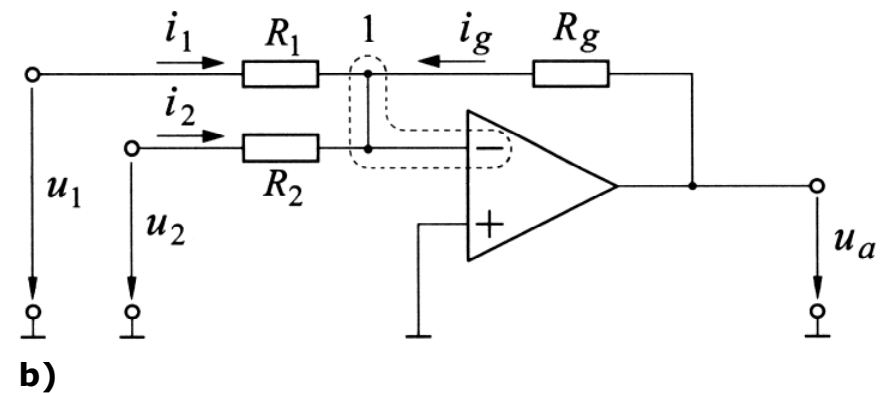
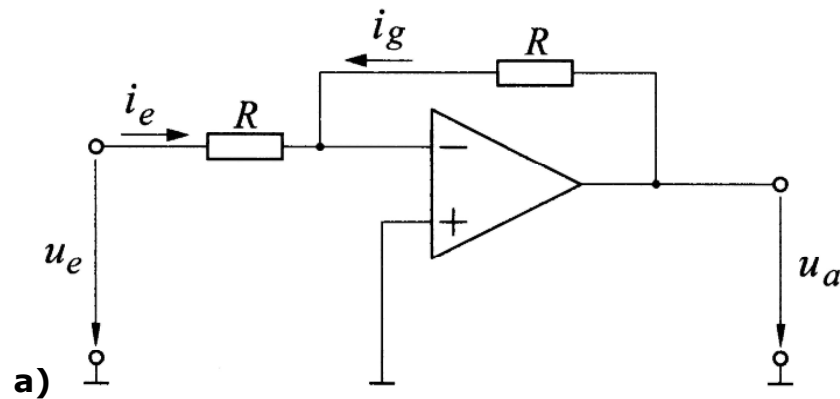
(E. Schröder: Elektrische Messtechnik)

4. Komponenten:

4.4 Messverstärker:

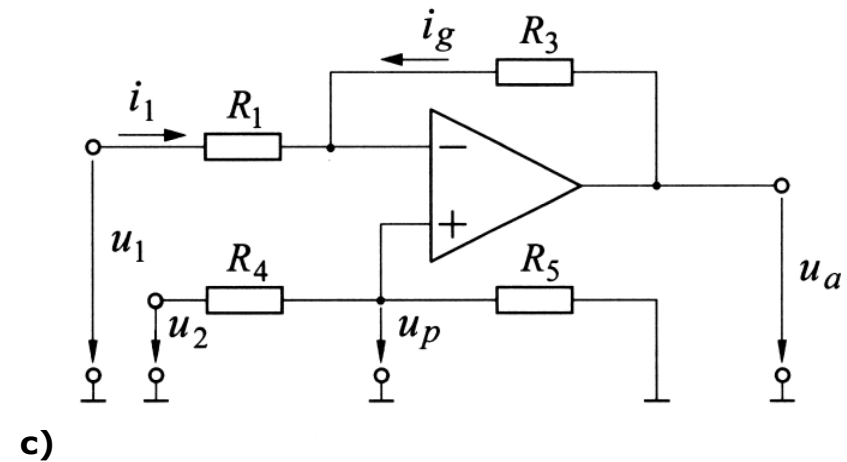
4.4.3 Operationsverstärker

4.4.3.6 Anwendungen des Stromverstärkers (1)



Invertierender Verstärker:
 für Polaritätsumkehr (a),
 Addition (b),
 Subtraktion (c)

(E. Schrüfer: Elektrische Messtechnik)

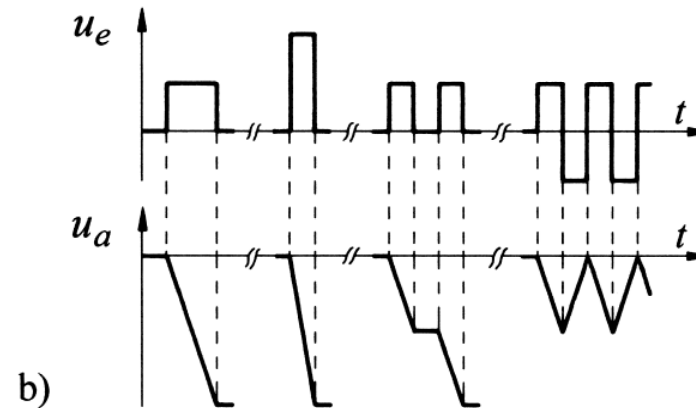
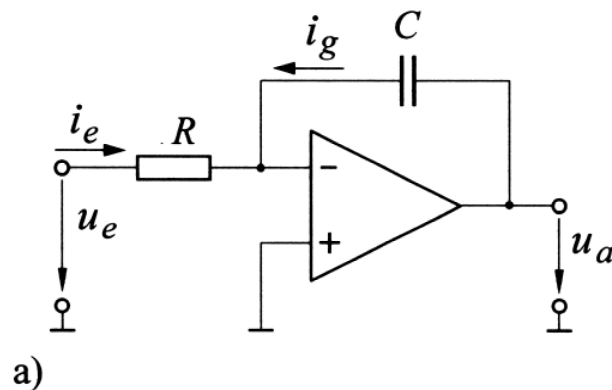


4. Komponenten:

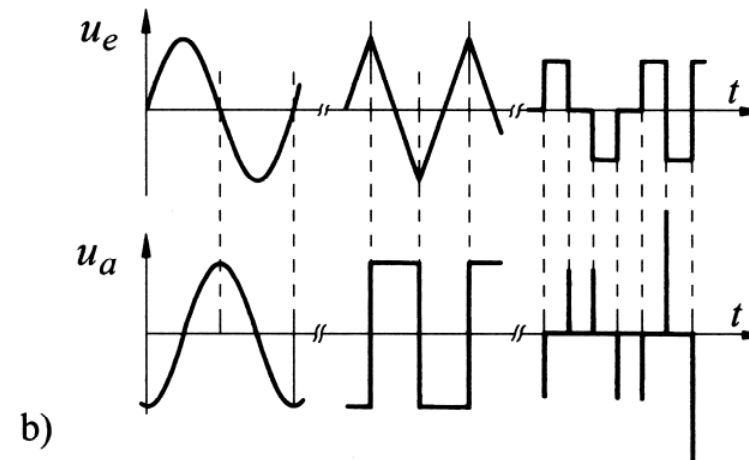
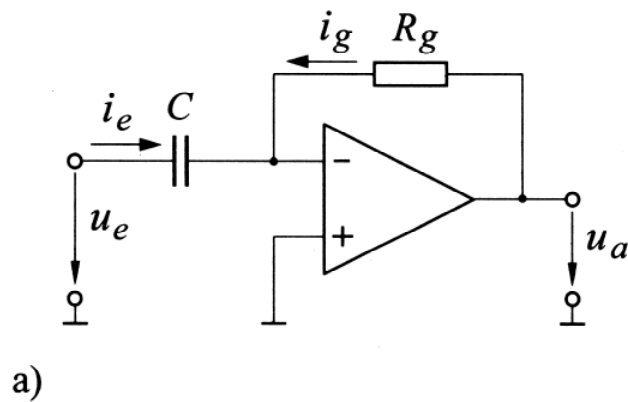
4.4 Messverstärker:

4.4.3 Operationsverstärker

4.4.3.6 Anwendungen des Stromverstärkers (2)



Integrierer: Schaltung (a) und Signale (b) (E. Schröder: Elektrische Messtechnik)



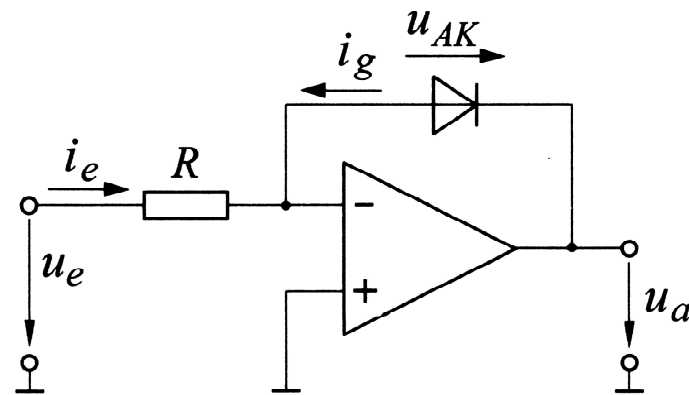
Differenzierer: Schaltung (a) und Signale (b) (E. Schröder: Elektrische Messtechnik)

4. Komponenten:

4.4 Messverstärker:

4.4.3 Operationsverstärker

4.4.3.6 Anwendungen des Stromverstärkers (3)



Logarithmierer

(E. Schröder: Elektrische Messtechnik)

4. Komponenten:

4.4 Messverstärker:

4.4.3 Operationsverstärker

4.4.3.7 reale Operationsverstärker

Übersicht: Operationsverstärker Typen

Bezeichnung ↓	OPVs	Unity-Gain in MHz	Slew-Rate in V/μs	Input Offset Spannung in mV	Input Offset Strom	Input Bias Strom	R2R in	R2R out @RL Vcc	Strom- aufnahme in mA	Bemerkung	Daten- blatt	Lieferant	Preis (€)
μA733	1	1200*			6 μA	40 μA		Vcc=3,5V Vee=3,5V @2kΩ	25	Video OP, Vcc=12V, Isink=2mA; Gains of 10, 100, 400; Rin=8kΩ; VOutput offset=0,6V;	PDF	R	0,50
TS912	2	1 @5V	0,8 @5V	2-10	1 pA	1 pA	Vcc=0,2V Vee=0,2V over the rail	Vcc=0,05V Vee=0,04V @10kΩ 5V	0,4	Standard Rail2Rail Typ, Vcc=2,7-16V, Iout=40mA, Quad: TS914	PDF	alle	0,80
TLC3702	2			1,2		5pA			0,02	Micropower-Komparator (20μA) PushPull Ausgang	PDF	F, C	0,80
TLC272	2	1,7	2,9	1,1	0,1 pA	0,7 pA	Vcc=0,8V Vee=0,3V	Vcc=1,2V Vee=0V @10kΩ	5	Precision OPV, für hochohmige Messanwendungen, Single: TLC271, Quad: TLC274, weniger Offset: TLC277	PDF	R, CSD	0,26
TL072	2	3	13	3	5 pA	65 pA	Vcc=0V Vee=3V	Vcc=1,5V Vee=1,5V @10kΩ 30V	2,8	Standard Audio, Low Noise/JFET Eingang, Quad-Version: TL074, single: TL071 (mit Offsetkorr.)	PDF	alle	0,17
TL062	2	1	3	3	5 pA	30 pA			0,4	Low Power/JFET Eingang, veraltet	PDF	alle	0,17
TCA0372	2	1,1	1,3	1	10 nA	100 nA	Vee to Vcc=1,0V	Vcc=0,8V Vee=0,8V @0,1A 30V Vcc=1,3V Vee=1,3V @1A 24V	5	Power-OPV, Thermal Shutdown, Io=1A Io(max)=1.5A	PDF	alle, R	0,70
OPA335	1	2	1,6	0,001	120 pA	70 pA	Vcc=1,5V Vee=0,1V	Vcc=15mV Vee=15mV @10kΩ, Vcc=1mV Vee=1mV @100kΩ	0,285	low offset 1μV, Rail2Rail, Vcc=2,7-5,5V, SOT23-5 SO-8, Dual: OPA2335	PDF	F	3,50

Übersicht Teil 1 von 3

(zu beschaffen bei: Reichelt, Conrad, Farnell, R&S, Schukat, ...)

<http://www.mikrocontroller.net/articles/Standardbauelemente#Operationsverst.C3.A4rker>

4. Komponenten:

4.4 Messverstärker:

4.4.3 Operationsverstärker

4.4.3.7 reale Operationsverstärker

OPA333	1	0.350	0.16	0.002	140 pA	70 pA	Vcc+0.1V Vee-0.1V	Vcc-30mV Vee+30mV @10kΩ	0.017	micro power, low offset 2μV, Rail2Rail, Vcc=1.8-5.5V, SOT23-5 SO-8, Dual: OPA2333	PDF	F	3,60
OPA2340	2	5,5	6	0,150	1 pA	1 pA	Vcc+0,5V Vee-0,5V over the rail	Vcc-0,04V Vee+0,04V @2kΩ	1,5	CMOS Vcc=2,5V - 5,5V	PDF	R	1,65
OP07	1	0,6	0,3	0,030	0,4 nA	1 nA	Vcc-1,5V Vee+1,5V	Vcc-2,2V Vee+2,2V @2kΩ 15V	0,7 - 2,5	geringer Offset <80μV je nach Hersteller	PDF	alle	0,25
NE592	1	1200*			1 μA	9 μA		Vcc-4V Vee+4V @2kΩ	20	Video OP, Vcc=12V, Isink=15mA; Rin=4-30kΩ; V _{Output offset} =1,5V;	PDF	R, I	0,40
NE5532	2	10	9	0,5	10 nA	500 nA		Vcc-2V Vee+2V @600Ω 30V	8	Standard Audio OP, treibt 600Ω, I _{out} =35mA	PDF	alle	0,23
MCP602-IP	2	2,8	2,3	1	1 pA	1 pA	Vcc-1,2V Vee-0,2V	Vcc-0,1V Vee+0,1V @5kΩ	0,5	Vcc=2,7V-5,5V V _{out} =20mA	PDF	R	0,55
MAX4238/4239	1	MAX4238: 1.0, MAX4239: 6.5	MAX4238: 0.35, MAX4239: 1.6	0,0001	2 pA	1 pA	Vcc+0.3V Vee-0.3V	Vcc-4mV Vee+4mV @10kΩ / Vcc-35mV Vee+35mV @1kΩ	0.6 @Vcc=5.5V	very low offset ("zero offset") 0.1μV, Rail2Rail, Vcc=2.7-5.5V, MAX4239: min. Gain x10	PDF	F, (R MAX4238)	2,55 (1,45)
LT1363	1	70	1000	1,5	120 nA	0,6 μA	Vcc-1,6V Vee+1,8V	Vcc-0,9V Vee+0,9V @500Ω 10V	7	Steilheits OP, Vcc=5-15V, I _{sink/source} =30-60mA; R _{in} =5MΩ*;	PDF	R	3,80
LMC6484	4	1,5	0,9	3	2 pA	4 pA	Vcc+0,2V Vee-0,2V over the rail	Vcc-0,2V Vee+0,2V @2kΩ 5V	3	I _{out} =16mA@5V I _{out} =28mA@15V	PDF	R	2,35
LMC6062	2	0,1	0,015	0,1	0,01 pA max:2pA	0,01 pA max:4pA		Vcc-0,05V Vee+0,05V @25kΩ 5V	0,045	Precision, Micropower, CMOS, I _s ~40μA (typ.), I _{out} =8mA	PDF	R	2,05
LM4250	1	0,3-0,01	1-0,001	3-5	3-10 nA	8-50 nA	Vcc-0,6V Vee+0,6V	Vcc-0,6V Vee+0,6V @10kΩ 3V	0,008 - 0,09	Micropower, "programmierbar", Werte jeweils für I _s =8μA und 90μA	PDF	R	0,98

Übersicht Teil 2 von 3

(zu beschaffen bei: Reichelt, Conrad, Farnell, R&S, Schukat, ...)

<http://www.mikrocontroller.net/articles/Standardbauelemente#Operationsverst.C3.A4rker>

4. Komponenten:

4.4 Messverstärker:

4.4.3 Operationsverstärker

4.4.3.7 reale Operationsverstärker

LM393	2			1	5 nA	65 nA	Vcc=2V Vee=0V	Open- Collector	1,6	Standard-Komparator, Isink=16mA, Vcc=2V - 36V, Response-Time=1,5µs	PDF	alle	0,10
LM358 / LM324	2 / 4	1	0,5	3	5 nA	45 nA	Vcc=2V Vee=0,1V	Vcc=1,5V Vee=5mV @10kΩ 5V	0,8	Standard-OP, Vcc=3V-30V, Isink=15mA Isource=30mA Isink- max=40mA	PDF(358) / PDF(324)	alle	0,19
LM339	4			1,4	2,3 nA	60 nA		Open- Collector	1,1	Standard-Komparator, Isink=16mA, Vcc=2V - 36V, Response-Time=1,5µs	PDF	alle	0,10
LM13700	2	2	50	0,5	0,1 µA	0,4 µA		Vcc=0,8V Vee=0,6V	2,6	OTA - Steilheits-OP 50V/µs	PDF	R	0,90
LF356	1	5	12	3	3 pA	30 pA	Vcc=0,1V Vee=3V	Vcc=2V Vee=2V @10kΩ 30V	5	high bandwidth J-FET, Settling-Time = 1,5µs @0.01% error-voltage, Eingang knapp über Vcc,	PDF	alle	0,50
LA6510	2		0,15	2	10 nA	100 nA	Vcc=2V Vee=0V	Vcc=2V Vee=2V @33Ω 30V	12	Power-OPV, current limiter pin, Imax=1A P=2,5W, Gehäuse: SIP10F	PDF	R	0,80
L272	2	0,35	1	15	50 nA	300 nA		Vcc=1V Vee=0,3V @0,1A 24V Vcc=1,5V Vee=0,6V @0,5A 24V	8	Power-OPV, Vcc=4V-28V, Io=0,7A P=1W, Thermal Shutdown @160°C	PDF	R	0,70
ICL7621	2	0,5	0,15	15	30 pA	1 pA	Vcc=0,3V Vee=0,3V unklar	Vcc=0,1V Vee=0,1V @100kΩ	0,2	Micropower CMOS Vcc=2V - 16V	PDF	R	1,10
ICL7611 / ICL7612	1	0,5	0,15	15	30 pA	1 pA	Vcc=0,3V Vee=0,3V unklar	Vcc=0,1V Vee=0,1V @100kΩ	0,010 - 1	gleich mit ICL7621, aber nur 1 OPV und dafür programmierbar: Is= 10µA, 100µA, 1mA	PDF	R	0,82
CA3140	1	4,5	9	5	0,5 pA	10 pA	Vee=0,5V	Vcc=2V Vee=0,6V @2kΩ 15V	4	BIMOS-OP - kleiner Eingangsstrom, ideal für Single- Supply, Vcc-min=4V	PDF	R	0,47

Übersicht Teil 3 von 3

(zu beschaffen bei: Reichelt, Conrad, Farnell, R&S, Schukat, ...)

<http://www.mikrocontroller.net/articles/Standardbauelemente#Operationsverst.C3.A4rker>