

Dokumentation des Pakets circdia

Stefan Krause

6. Dezember 2014

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen	2
1.1	Die Umgebung <code>circuitdiagram</code>	3
1.2	Einige Befehle für Bauelemente	4
1.3	Einige Befehle für Leitungen und Anschlüsse	5
1.4	Paketoptionen	5
2	Bauelemente	6
2.1	Spannungsquellen	6
2.2	Stromquellen	6
2.3	Andere Quellen	7
2.4	Messgeräte	9
2.5	Schalter	10
2.6	Widerstände	13
2.7	Kondensatoren	13
2.8	Spulen	14
2.9	Dioden	16
2.10	Diacs	18
2.11	Bipolare Transistoren	20
2.12	Mosfets	22
2.13	Sperrschicht-Fets	25
2.14	Operationsverstärker	26
2.15	Gatter	27
2.16	Decoder	31
2.17	Arithmetische Bausteine	34
2.18	Flipflops	35
2.19	Linear-ICs	38
2.20	TTL-ICs	38
3	Leitungen und Anschlüsse	43
3.1	Drähte	43
3.2	Lötpunkte	43
3.3	Anschlusspins	44
3.4	Spannungsversorgung	44
3.5	Spannungspfeile	45
3.6	Strompfeile	46

4	Zusätze zu den Bauelementen	47
4.1	Verlängerte Zuleitungen	47
4.2	Stecker und Buchsen	48
4.3	Spannungspfeile	49
4.4	Signal-Symbole	49
4.5	Polarität	51
4.6	Messgeräte-Einheiten	51
4.7	Veränderbarkeit	52
4.8	Einstellbarkeit	55
4.9	Schleifer	59
4.10	Kalt- und Heißeiter	59
4.11	Photoempfindlichkeit	60
4.12	Lichtaussendung	61
4.13	Elektrolytkondensatoren	61
4.14	Eisenkerne und Windungen für Spulen	62
4.15	Zener-Dioden bzw. Z-Dioden	64
4.16	Schottky-Dioden	64
4.17	Tunneldioden	65
4.18	Kapazitätsdioden	65
4.19	Thyristoren	65
4.20	Triacs	66
4.21	Versorgungsspannung	67
4.22	Eingänge für Gatter	68
4.23	Schmitt-Trigger-Kennzeichnung	68
4.24	Open-Collector-Kennzeichnung	69
4.25	Tristate-Eingänge	70
4.26	Ausgänge von Decodern	71
4.27	Ein- und Ausgänge von Flipflops	72
4.28	Referenzen und Bauelementwerte manuell platzieren	74
5	Referenzen und Bauelementwerte	76
5.1	Horizontale Platzierung	76
5.2	Vertikale Platzierung	76
5.3	Transistor-Platzierung	78
5.4	Automatische Nummerierung	78

1 Grundlagen

Das Paket `circdia` dient zum Zeichnen von Schaltplänen. Der Schaltplan wird in einer Umgebung gezeichnet, die intern als `tikzpicture`-Umgebung des Pakets `tikz` realisiert ist. Daher können, falls nötig, auch sämtliche in der `tikzpicture`-Umgebung gültigen Befehle benutzt werden. Ansonsten definiert das Paket Befehle für die verschiedenen Bauelementsymbole, z. B. Widerstand, Transistor oder Gatter. Die Argumentliste für all diese Befehle ist durchgehend fast identisch und enthält immer die Koordinaten, die Orientierung und die Beschriftung.

Wir geben zunächst ein Beispiel, um die allgemeine Funktionsweise des Pakets zu erläutern. In den folgenden Abschnitten werden alle Befehle noch einmal ausführlich beschrieben. Hier nun zunächst der Quelltext für Abbildung 1.1:

```

\begin{circuitdiagram}{37}{24}
  \pin{1}{10}{L}{}
  \wire{2}{10}{3}{10}
  \capac{4}{10}{Huu}{C1}{1n}
  \wire{5}{10}{9}{10}
  \junct{7}{10}
  \wire{7}{10}{7}{8}
  \resis{7}{5}{V}{R1}{270k}
  \wire{7}{2}{7}{1}
  \ground{7}{0}{D}
  \resis{12}{10}{Hu}{R2}{33k}
  \wire{15}{10}{19}{10}
  \junct{17}{10}
  \wire{17}{10}{17}{7}
  \diode{17}{5}{U1}{D1}{}
  \wire{17}{3}{17}{1}
  \ground{17}{0}{D}
  \trans{npn}{22}{10}{R}{T1}{}
  \wire{23}{7}{23}{1}
  \ground{23}{0}{D}
  \wire{23}{13}{23}{15}
  \resis{23}{18}{V1}{R3}{1k}
  \wire{23}{21}{23}{22}
  \power{23}{23}{U}{}
  \junct{23}{13}
  \wire{23}{13}{26}{13}
  \junct{26}{13}
  \wire{26}{15}{26}{11}
  \wire{26}{15}{27}{15}
  \wire{26}{11}{27}{11}
  \gate[\schmitt]{nand}{30}{13}{R}{}{}
  \wire{34}{13}{35}{13}
  \pin{36}{13}{R}{}
\end{circuitdiagram}

```

Der Quelltext des Schaltplans kann noch vereinfacht werden, indem einige Drahtbefehle in die Bauelemente integriert werden, aber dazu später mehr.

1.1 Die Umgebung circuitdiagram

Die Umgebung `circuitdiagram` umfasst den Schaltplan. Sie benötigt zwei zwingende Argumente, nämlich die Breite und die Höhe in Rastereinheiten. Beim Standardschriftgrad von 11 pt beträgt diese Rastereinheit genau 2,1 mm, bei anderen Schriftgraden, oder wenn gerade `\small`, `\Large` o. ä. aktiv ist, skaliert der ganze Schaltplan mit der Maßeinheit `ex`, also mit der Höhe des „x“ in der aktuellen Schrift.

Die Umgebung besitzt noch ein optionales Argument. Ist es `draft`, so wird der Schaltplan mit einem grauen Koordinatensystem hinterlegt, wie in Abbildung 1.2 zu sehen ist:

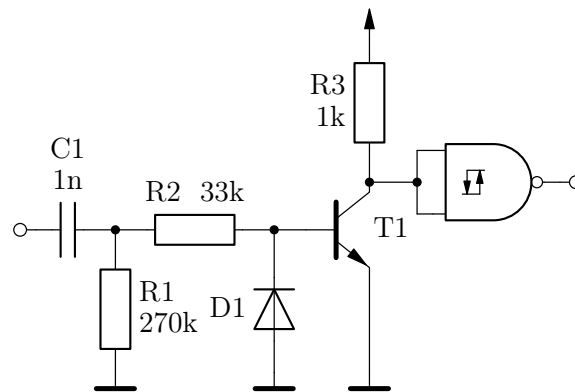
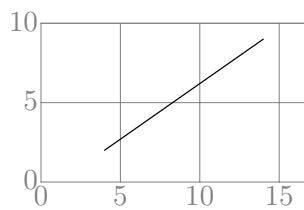


Abbildung 1.1: Das erste Beispiel

```
\begin{circuitdiagram}[draft]{17}{10}
  \wire{4}{2}{14}{9}
\end{circuitdiagram}
```

Abbildung 1.2: Die Umgebungsoption **draft**

Dies hilft bei der Erstellung, weil die Koordinaten für die zu platzierenden Bauelemente und Drähte leichter abgelesen werden können. Die Variante **draft*** zeichnet das Netz mit der Gitterweite 1 statt 5, falls man es genauer als mit **draft** benötigt.

1.2 Einige Befehle für Bauelemente

Der Befehl `\resis` zeichnet einen Widerstand. Er besitzt fünf Argumente, die typisch für alle Bauelementbefehle sind. Die ersten beiden beschreiben die x- und y-Koordinate des Mittelpunkts des Bauelements. Das dritte Argument gibt die Orientierung an, und zwar **H** für horizontal und **V** für vertikal. An Position vier und fünf stehen die Referenz (z. B. **R1**) und der Bauelementwert (z. B. **33k**); beide können natürlich leer bleiben.

Der Befehl `\diode` zeichnet eine Diode. Da es bei ihr auf die Richtung ankommt, wäre eine Angabe wie vertikal nicht ausreichend. Bei solchen Bauelementen tritt an die Stelle von **H** entweder **L** oder **R** und an **V** entweder **U** oder **D**. Diese großen Buchstaben beschreiben die Orientierung des Bauelements; kleine Buchstaben hingegen beeinflussen die Position der Beschriftung. Bei der Diode steht das **l** dafür, dass die Referenz links von ihr platziert wird.

Die Befehle `\trans` und `\gate` besitzen vor der x-Koordinate ein weiteres zwingendes Argument, nämlich eine Typangabe. Hier sind es **nnp** für einen npn-Transistor bzw. **nand** für ein NAND-Gatter. Zusätzlich wurde dem Gatter mit `\schmitt` ein Schmitt-Trigger-Symbol hinzugefügt. Dieser Befehl steht im optionalen Argument ganz vorne. Alle Bauelementbefehle besitzen dieses optionale Argument, um Zusätze zu den Symbolen zu definieren. Dadurch entstehen beispielsweise Zener-Dioden, Photowiderstände oder Drehkondensatoren.

1.3 Einige Befehle für Leitungen und Anschlüsse

Der Befehl `\wire` zeichnet einen Draht; die ersten beiden Argumente sind die x- und y-Koordinate des Startpunkts, die folgenden beiden die des Endpunkts. Mit dem Befehl `\junct` wird ein Löt看unkt an einer Stelle erzeugt.

Der Befehl `\pin` zeichnet kreisförmige Anschlusspins, die auch benannt werden können; hier entfällt das letzte Argument, weil es keinen Bauelementwert gibt. Der Befehl `\ground` erzeugt ein Masse-Symbol. Mit `\power` wird eine Pfeilspitze als Spannungsversorgung gezeichnet, die einen Bauelementwert, aber keine Referenz bekommen kann. Hier entfällt also das vorletzte Argument.

1.4 Paketoptionen

Das Paket erlaubt momentan die folgenden Optionen:

- **normalinduc**, **curlyinduc** und **filledinduc**: Die erste Option stellt ein, dass Spulen mit halbkreisförmigen Windungen, die zweite, dass die Windungen als Schlaufen (also überkreuzend), und die dritte, dass die Spulen als ausgefüllte Rechtecke gezeichnet werden. Der Standard ist **normalinduc**.

Zusätzlich gibt es die Befehle `\normalinduc`, `\curlyinduc` und `\filledinduc`, um das Aussehen der Spulen einzustellen. Diese Befehle können beliebig oft benutzt werden.

- **lineddiode**, **emptydiode** und **filleddiode**: Die erste Option stellt ein, dass Dioden mit durchgehendem Strich gezeichnet werden, die zweite, dass dieser Strich nicht gezeichnet wird, und die dritte, dass die Diode ausgefüllt wird. Der Standard ist **lineddiode**.

Zusätzlich gibt es die Befehle `\lineddiode`, `\emptydiode` und `\filleddiode`, um das Aussehen der Dioden einzustellen. Diese Befehle können beliebig oft benutzt werden.

- **nocircledtrans** und **circledtrans**: Die zweite Option stellt ein, dass Transistoren mit Kreis gezeichnet werden, die erste, dass diese Kreise nicht gezeichnet werden. Der Standard ist **nocircledtrans**.

Zusätzlich gibt es die Befehle `\nocircledtrans` und `\circledtrans`, um das Aussehen der Transistoren einzustellen. Diese Befehle können beliebig oft benutzt werden.

- **autoref**: Diese Option bindet ein Zusatzpaket ein, so dass die Referenzen von einer automatischen Nummerierung erzeugt werden können. Mehr dazu im Unterabschnitt 5.4.
- **control**: Diese Option bindet ein Zusatzpaket ein, so dass Signalflusspläne sowie Bode-Diagramme und Ortskurven aus der Regelungstechnik gezeichnet werden können.
- **digital**: Diese Option bindet ein Zusatzpaket ein, so dass Digitalbausteine wie Gatter, Decoder und Flipflops gezeichnet werden können.
- **ic**: Diese Option bindet ein Zusatzpaket ein, so dass ICs durch Angabe ihres Typs gezeichnet werden können.
- **passive**: Diese Option bindet ein Zusatzpaket ein, so dass speziellere passive Bauelemente wie PTC- und NTC-Widerstände gezeichnet werden können.
- **semicon**: Diese Option bindet ein Zusatzpaket ein, so dass speziellere Halbleiterbauelemente wie Diacs, Thyristoren und Triacs gezeichnet werden können.

- **srcmeas**: Diese Option bindet ein Zusatzpaket ein, so dass weitere Quellen und Messinstrumente gezeichnet werden können.

2 Bauelemente

In der Orientierung der Bauelemente stehen grundsätzlich H für „horizontal“, L für „left“, R für „right“, V für „vertical“, U für „up“ und D für „down“.

2.1 Spannungsquellen

Der Befehl `\voltsrc` zeichnet eine Spannungsquelle und besitzt die fünf Standardargumente. Einige Spannungsquellen sind in der Abbildung 2.1 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in den Abbildungen 5.1 und 5.2:

```
\begin{circuitdiagram}{69}{10}
\voltsrc{3}{6}{H}{U1}{5 V}
\voltsrc{11}{6}{Hu}{U2}{5 V}
\voltsrc{19}{6}{Hdd}{U3}{5 V}
\voltsrc{27}{6}{Hr}{U4}{5 V}
\voltsrc{36}{6}{V}{U5}{5 V}
\voltsrc{48}{6}{Vlr}{U6}{5 V}
\voltsrc{59}{6}{Vhl}{U7}{5 V}
\voltsrc{66}{6}{Vd}{U8}{5 V}
\end{circuitdiagram}
```

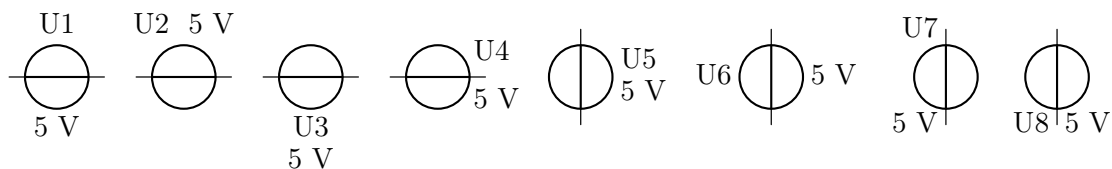


Abbildung 2.1: Spannungsquellen

2.2 Stromquellen

Der Befehl `\currsrc` zeichnet eine Stromquelle und besitzt die fünf Standardargumente. Einige Stromquellen sind in der Abbildung 2.2 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in den Abbildungen 5.1 und 5.2:

```
\begin{circuitdiagram}{69}{10}
\currsrc{3}{6}{H}{I1}{1 A}
\currsrc{11}{6}{Hu}{I2}{1 A}
\currsrc{19}{6}{Hdd}{I3}{1 A}
\currsrc{27}{6}{Hr}{I4}{1 A}
\currsrc{36}{6}{V}{I5}{1 A}
\currsrc{48}{6}{Vlr}{I6}{1 A}
\currsrc{59}{6}{Vhl}{I7}{1 A}
\currsrc{66}{6}{Vd}{I8}{1 A}
\end{circuitdiagram}
```

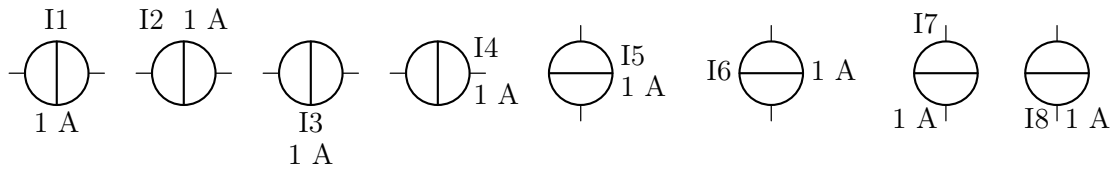


Abbildung 2.2: Stromquellen

2.3 Andere Quellen

Der Befehl `\othersrc` (bereitgestellt von der Paketooption `srcmeas`) zeichnet eine andere spezielle Quelle und besitzt sechs Argumente. Als erstes Argument steht der Typ (`oo`, `batt` usw.), danach folgen die fünf Standardargumente. Einige Quellen sind in den Abbildungen 2.3 bis 2.5 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in den Abbildungen 5.1 und 5.2:

```
\begin{circuitdiagram}{74}{28}
  \othersrc{batt}{3}{24}{L}{U1}{5 V}
  \othersrc{batt}{11}{24}{Lr}{U2}{5 V}
  \othersrc{batt}{22}{24}{R}{U3}{5 V}
  \othersrc{batt}{30}{24}{Rr}{U4}{5 V}
  \othersrc{batt}{40}{24}{U}{U5}{5 V}
  \othersrc{batt}{51}{24}{Ud}{U6}{5 V}
  \othersrc{batt}{59}{24}{D}{U7}{5 V}
  \othersrc{batt}{70}{24}{Dd}{U8}{5 V}
  \othersrc{batt2}{3}{14}{L}{U9}{5 V}
  \othersrc{batt2}{11}{14}{Lr}{U10}{5 V}
  \othersrc{batt2}{22}{14}{R}{U11}{5 V}
  \othersrc{batt2}{30}{14}{Rr}{U12}{5 V}
  \othersrc{batt2}{40}{14}{U}{U13}{5 V}
  \othersrc{batt2}{51}{14}{Ud}{U14}{5 V}
  \othersrc{batt2}{59}{14}{D}{U15}{5 V}
  \othersrc{batt2}{70}{14}{Dd}{U16}{5 V}
  \othersrc{battn}{3}{4}{L}{U17}{5 V}
  \othersrc{battn}{11}{4}{Lr}{U18}{5 V}
  \othersrc{battn}{22}{4}{R}{U19}{5 V}
  \othersrc{battn}{30}{4}{Rr}{U20}{5 V}
  \othersrc{battn}{40}{4}{U}{U21}{5 V}
  \othersrc{battn}{51}{4}{Ud}{U22}{5 V}
  \othersrc{battn}{59}{4}{D}{U23}{5 V}
  \othersrc{battn}{70}{4}{Dd}{U24}{5 V}
\end{circuitdiagram}
```

```
\begin{circuitdiagram}{69}{21}
  \othersrc{+-}{3}{17}{L}{U1}{5 V}
  \othersrc{+-}{11}{17}{Lu}{U2}{5 V}
  \othersrc{+-}{19}{17}{Rdd}{U3}{5 V}
  \othersrc{+-}{27}{17}{Rr}{U4}{5 V}
  \othersrc{+-}{36}{17}{U}{U5}{5 V}
\end{circuitdiagram}
```

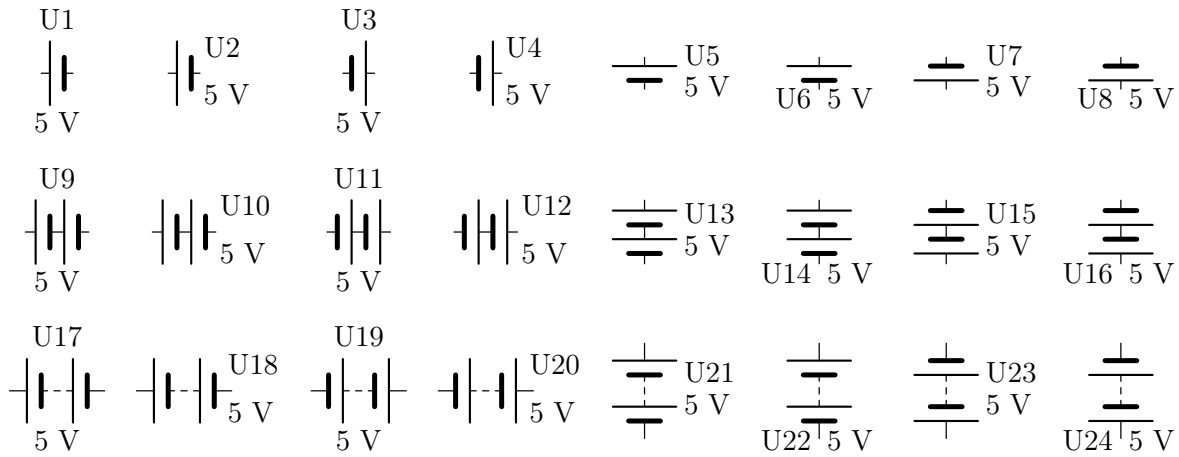


Abbildung 2.3: Andere Quellen

```

\othersrc{+-}{48}{17}{U1r}{U6}{5 V}
\othersrc{+-}{59}{17}{Dh1}{U7}{5 V}
\othersrc{+-}{66}{17}{Dd}{U8}{5 V}
\othersrc{->}{3}{6}{L}{I1}{1 A}
\othersrc{->}{11}{6}{Lu}{I2}{1 A}
\othersrc{->}{19}{6}{Rdd}{I3}{1 A}
\othersrc{->}{27}{6}{Rr}{I4}{1 A}
\othersrc{->}{36}{6}{U}{I5}{1 A}
\othersrc{->}{48}{6}{U1r}{I6}{1 A}
\othersrc{->}{59}{6}{Dh1}{I7}{1 A}
\othersrc{->}{66}{6}{Dd}{I8}{1 A}
\end{circuitdiagram}

```

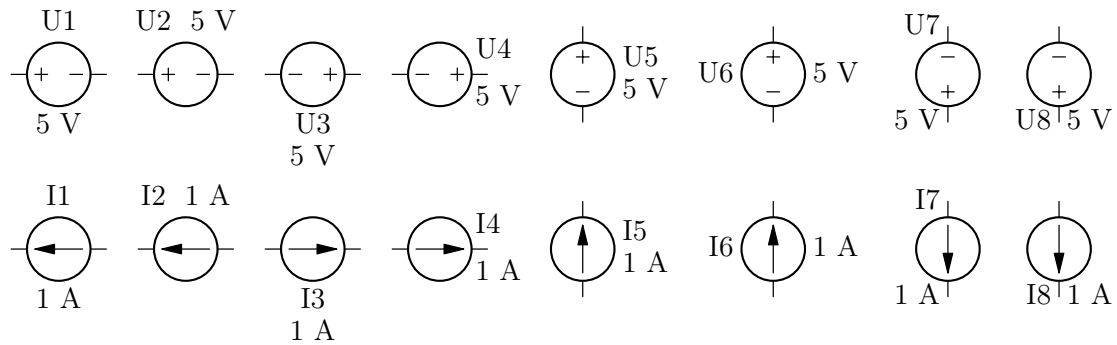


Abbildung 2.4: Andere Quellen

```

\begin{circuitdiagram}{69}{32}
\othersrc{o}{3}{28}{H}{U1}{5 V}
\othersrc{o}{11}{28}{Hu}{I1}{1 A}
\othersrc{o}{19}{28}{Hdd}{U2}{5 V}
\othersrc{o}{27}{28}{Hr}{I2}{1 A}

```



```

\othersrc{o}{36}{28}{V}{U3}{5 V}
\othersrc{o}{48}{28}{Vlr}{I3}{1 A}
\othersrc{o}{59}{28}{Vhl}{U4}{5 V}
\othersrc{o}{66}{28}{Vd}{I4}{1 A}
\othersrc{oo}{3}{17}{H}{I5}{1 A}
\othersrc{oo}{11}{17}{Hu}{I6}{1 A}
\othersrc{oo}{19}{17}{Hdd}{I7}{1 A}
\othersrc{oo}{27}{17}{Hr}{I8}{1 A}
\othersrc{oo}{36}{17}{V}{I9}{1 A}
\othersrc{oo}{48}{17}{Vlr}{I10}{1 A}
\othersrc{oo}{59}{17}{Vhl}{I11}{1 A}
\othersrc{oo}{66}{17}{Vd}{I12}{1 A}
\othersrc{()}{3}{6}{H}{I13}{1 A}
\othersrc{()}{11}{6}{Hu}{I14}{1 A}
\othersrc{()}{19}{6}{Hdd}{I15}{1 A}
\othersrc{()}{27}{6}{Hr}{I16}{1 A}
\othersrc{()}{36}{6}{V}{I17}{1 A}
\othersrc{()}{48}{6}{Vlr}{I18}{1 A}
\othersrc{()}{59}{6}{Vhl}{I19}{1 A}
\othersrc{()}{66}{6}{Vd}{I20}{1 A}
\end{circuitdiagram}

```

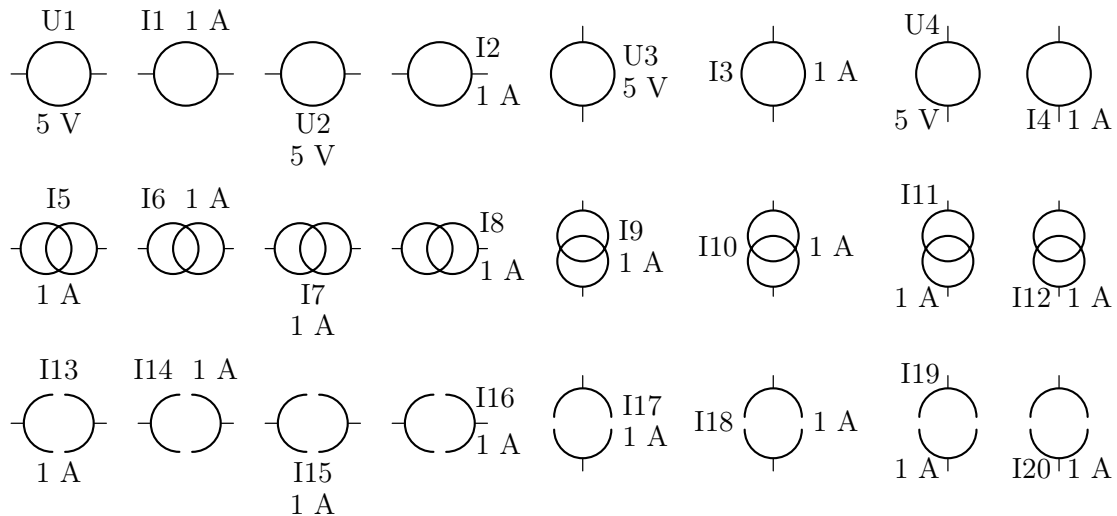


Abbildung 2.5: Andere Quellen

2.4 Messgeräte

Der Befehl `\measdev` (bereitgestellt von der Paketooption `srcmeas`) zeichnet ein Messgerät und besitzt die fünf Standardargumente. Einige Messgeräte sind in der Abbildung 2.6 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in den Abbildungen 5.1 und 5.2:

```

\begin{circuitdiagram}{69}{10}
\measdev{3}{6}{H}{M1}{abc}

```

```

\measdev{11}{6}{Hu}{M2}{abc}
\measdev{19}{6}{Hdd}{M3}{abc}
\measdev{27}{6}{Hr}{M4}{abc}
\measdev{36}{6}{V}{M5}{abc}
\measdev{48}{6}{Vlr}{M6}{abc}
\measdev{59}{6}{Vh1}{M7}{abc}
\measdev{66}{6}{Vd}{M8}{abc}
\end{circuitdiagram}

```

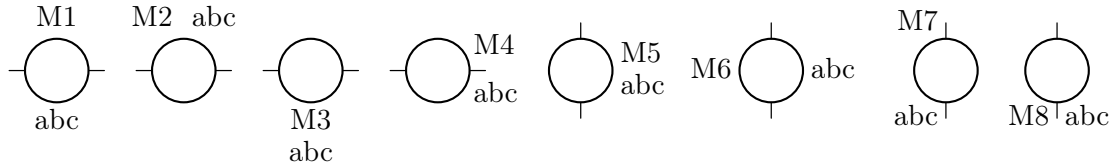


Abbildung 2.6: Messgeräte

2.5 Schalter

Der Befehl `\switch` zeichnet einen Schalter und besitzt sechs Argumente. Als erstes Argument steht der Typ (`off`, `ontouch`, `tog*` usw.), danach folgen die fünf Standardargumente. Einige Ein/Aus-Schalter sind in der Abbildung 2.7 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in den Abbildungen 5.1 und 5.2:

```

\begin{circuitdiagram}{70}{32}
\switch{off}{3}{28}{L}{S1}{abc}
\switch{off}{11}{28}{LD}{S2}{abc}
\switch{offline}{19}{28}{L}{S3}{abc}
\switch{offline}{27}{28}{LD}{S4}{abc}
\switch{on}{35}{28}{L}{S5}{abc}
\switch{ontouch}{43}{28}{L}{S6}{abc}
\switch{ontouch}{51}{28}{LD}{S7}{abc}
\switch{online}{59}{28}{L}{S8}{abc}
\switch{online}{67}{28}{LD}{S9}{abc}
\switch{off}{3}{20}{R}{S10}{abc}
\switch{off}{11}{20}{RD}{S11}{abc}
\switch{offline}{19}{20}{R}{S12}{abc}
\switch{offline}{27}{20}{RD}{S13}{abc}
\switch{on}{35}{20}{R}{S14}{abc}
\switch{ontouch}{43}{20}{R}{S15}{abc}
\switch{ontouch}{51}{20}{RD}{S16}{abc}
\switch{online}{59}{20}{R}{S17}{abc}
\switch{online}{67}{20}{RD}{S18}{abc}
\switch{off}{2}{11}{U}{S19}{abc}
\switch{off}{9}{11}{UR}{S20}{abc}
\switch{offline}{18}{11}{U}{S21}{abc}
\switch{offline}{25}{11}{UR}{S22}{abc}
\switch{on}{34}{11}{U}{S23}{abc}

```

```

\switch{ontouch}{42}{11}{U}{S24}{abc}
\switch{ontouch}{50}{11}{UR}{S25}{abc}
\switch{online}{58}{11}{U}{S26}{abc}
\switch{online}{66}{11}{UR}{S27}{abc}
\switch{off}{2}{3}{D}{S28}{abc}
\switch{off}{9}{3}{DR}{S29}{abc}
\switch{offline}{18}{3}{D}{S30}{abc}
\switch{offline}{25}{3}{DR}{S31}{abc}
\switch{on}{34}{3}{D}{S32}{abc}
\switch{ontouch}{42}{3}{D}{S33}{abc}
\switch{ontouch}{50}{3}{DR}{S34}{abc}
\switch{online}{58}{3}{D}{S35}{abc}
\switch{online}{66}{3}{DR}{S36}{abc}
\end{circuitdiagram}

```

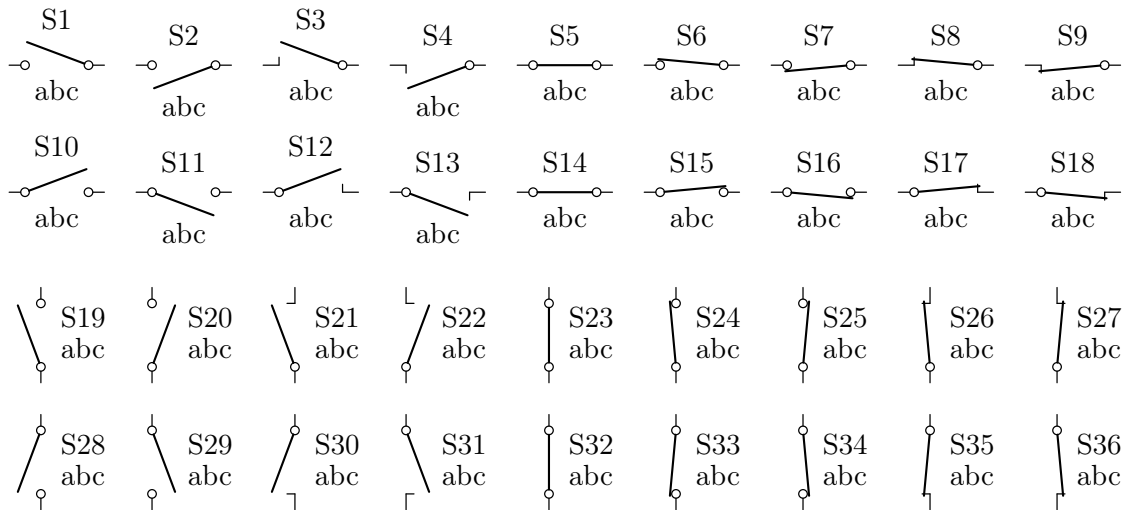


Abbildung 2.7: Ein/Aus-Schalter

Einige horizontale Wechselschalter sind in der Abbildung 2.8 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{62}{26}
\switch{tog}{3}{22}{L}{S1}{abc}
\switch{tog}{11}{22}{LD}{S2}{abc}
\switch{tog}{19}{22}{R}{S3}{abc}
\switch{tog}{27}{22}{RD}{S4}{abc}
\switch{tog*}{35}{22}{L}{S5}{abc}
\switch{tog*}{43}{22}{LD}{S6}{abc}
\switch{tog*}{51}{22}{R}{S7}{abc}
\switch{tog*}{59}{22}{RD}{S8}{abc}
\switch{togtouch}{3}{13}{L}{S9}{abc}
\switch{togtouch}{11}{13}{LD}{S10}{abc}
\switch{togtouch}{19}{13}{R}{S11}{abc}
\switch{togtouch}{27}{13}{RD}{S12}{abc}

```

```

\switch{togtouch*}{35}{13}{L}{S13}{abc}
\switch{togtouch*}{43}{13}{LD}{S14}{abc}
\switch{togtouch*}{51}{13}{R}{S15}{abc}
\switch{togtouch*}{59}{13}{RD}{S16}{abc}
\switch{togline}{3}{4}{L}{S17}{abc}
\switch{togline}{11}{4}{LD}{S18}{abc}
\switch{togline}{19}{4}{R}{S19}{abc}
\switch{togline}{27}{4}{RD}{S20}{abc}
\switch{togline*}{35}{4}{L}{S21}{abc}
\switch{togline*}{43}{4}{LD}{S22}{abc}
\switch{togline*}{51}{4}{R}{S23}{abc}
\switch{togline*}{59}{4}{RD}{S24}{abc}
\end{circuitdiagram}

```

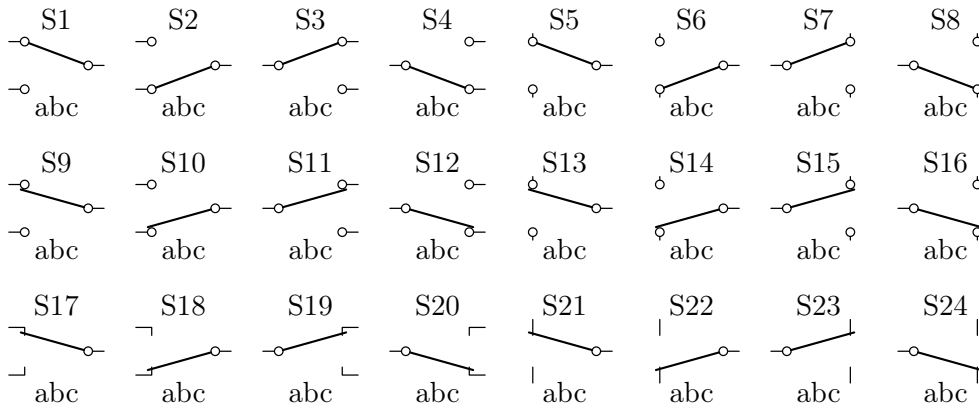


Abbildung 2.8: horizontale Wechselschalter

Einige vertikale Wechselschalter sind in der Abbildung 2.9 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.2:

```

\begin{circuitdiagram}{70}{22}
\switch{tog}{2}{19}{U}{S1}{abc}
\switch{tog}{11}{19}{UR}{S2}{abc}
\switch{tog}{20}{19}{D}{S3}{abc}
\switch{tog}{29}{19}{DR}{S4}{abc}
\switch{tog*}{38}{19}{U}{S5}{abc}
\switch{tog*}{47}{19}{UR}{S6}{abc}
\switch{tog*}{56}{19}{D}{S7}{abc}
\switch{tog*}{65}{19}{DR}{S8}{abc}
\switch{togtouch}{2}{11}{U}{S9}{abc}
\switch{togtouch}{11}{11}{UR}{S10}{abc}
\switch{togtouch}{20}{11}{D}{S11}{abc}
\switch{togtouch}{29}{11}{DR}{S12}{abc}
\switch{togtouch*}{38}{11}{U}{S13}{abc}
\switch{togtouch*}{47}{11}{UR}{S14}{abc}
\switch{togtouch*}{56}{11}{D}{S15}{abc}

```

```

\switch{togtouch*}{65}{11}{DR}{S16}{abc}
\switch{togline}{2}{3}{U}{S17}{abc}
\switch{togline}{11}{3}{UR}{S18}{abc}
\switch{togline}{20}{3}{D}{S19}{abc}
\switch{togline}{29}{3}{DR}{S20}{abc}
\switch{togline*}{38}{3}{U}{S21}{abc}
\switch{togline*}{47}{3}{UR}{S22}{abc}
\switch{togline*}{56}{3}{D}{S23}{abc}
\switch{togline*}{65}{3}{DR}{S24}{abc}
\end{circuitdiagram}

```

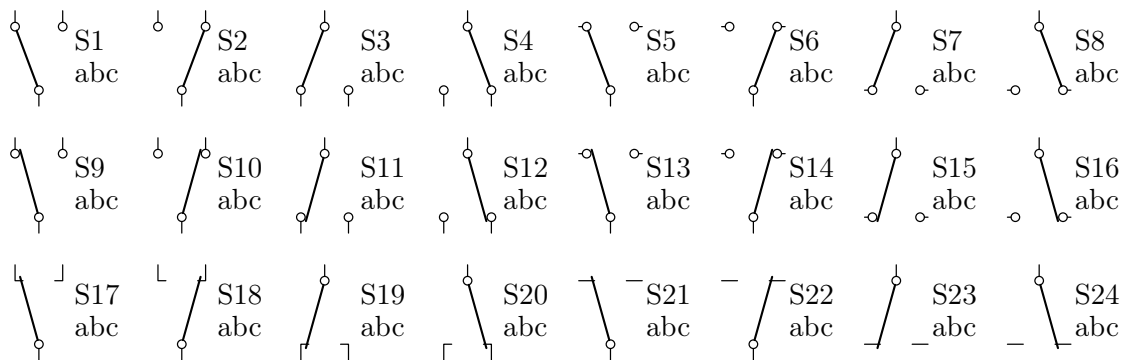


Abbildung 2.9: vertikale Wechselschalter

2.6 Widerstände

Der Befehl `\resis` zeichnet einen Widerstand und besitzt die fünf Standardargumente. Einige Widerstände sind in der Abbildung 2.10 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in den Abbildungen 5.1 und 5.2:

```

\begin{circuitdiagram}{72}{10}
\resis{3}{5}{H}{R1}{1 k\Ohm}
\resis{12}{5}{Hu}{R2}{1 k\Ohm}
\resis{21}{5}{Hdd}{R3}{1 k\Ohm}
\resis{29}{5}{Hr}{R4}{1 k\Ohm}
\resis{39}{5}{V}{R5}{1 k\Ohm}
\resis{50}{5}{Vlr}{R6}{1 k\Ohm}
\resis{62}{5}{Vh1}{R7}{1 k\Ohm}
\resis{68}{5}{Vd}{R8}{1 k\Ohm}
\end{circuitdiagram}

```

2.7 Kondensatoren

Der Befehl `\capac` zeichnet einen Kondensator und besitzt die fünf Standardargumente. Einige Kondensatoren sind in der Abbildung 2.11 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in den Abbildungen 5.1 und 5.2:

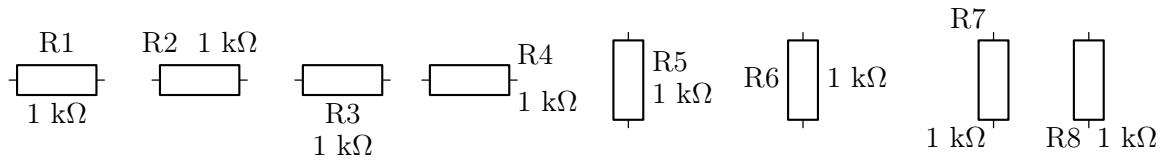


Abbildung 2.10: Widerstände

```
\begin{circuitdiagram}{67}{10}
\capac{1}{6}{H}{C1}{1 nF}
\capac{12}{6}{Hu}{C2}{1 nF}
\capac{19}{6}{Hdd}{C3}{1 nF}
\capac{24}{6}{Hr}{C4}{1 nF}
\capac{33}{6}{V}{C5}{1 nF}
\capac{44}{6}{Vlr}{C6}{1 nF}
\capac{56}{6}{Vhl}{C7}{1 nF}
\capac{63}{6}{Vd}{C8}{1 nF}
\end{circuitdiagram}
```

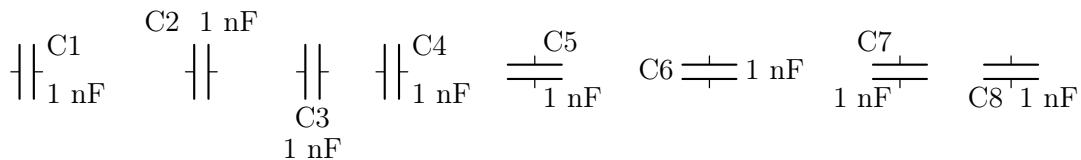


Abbildung 2.11: Kondensatoren

2.8 Spulen

Der Befehl `\induc` zeichnet eine Spule und besitzt die fünf Standardargumente. Einige horizontale Spulen sind in der Abbildung 2.12 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```
\begin{circuitdiagram}{74}{29}
\normalinduc
\induc{3}{25}{H}{L1}{1 \micro H}
\induc{12}{25}{Hu}{L2}{1 \micro H}
\induc{21}{25}{Hdd}{L3}{1 \micro H}
\induc{29}{25}{Hr}{L4}{1 \micro H}
\induc{41}{25}{HD}{L5}{1 \micro H}
\induc{50}{25}{HDu}{L6}{1 \micro H}
\induc{59}{25}{HDdd}{L7}{1 \micro H}
\induc{67}{25}{HDr}{L8}{1 \micro H}
\curlyinduc
\induc{3}{15}{H}{L9}{1 \micro H}
\induc{12}{15}{Hu}{L10}{1 \micro H}
\induc{21}{15}{Hdd}{L11}{1 \micro H}
\induc{29}{15}{Hr}{L12}{1 \micro H}
```

```

\induc{41}{15}{HD}{L13}{1 \micro H}
\induc{50}{15}{HDu}{L14}{1 \micro H}
\induc{59}{15}{HDdd}{L15}{1 \micro H}
\induc{67}{15}{HDr}{L16}{1 \micro H}
\filledinduc
\induc{3}{5}{H}{L17}{1 \micro H}
\induc{12}{5}{Hu}{L18}{1 \micro H}
\induc{21}{5}{Hdd}{L19}{1 \micro H}
\induc{29}{5}{Hr}{L20}{1 \micro H}
\induc{41}{5}{HD}{L21}{1 \micro H}
\induc{50}{5}{HDu}{L22}{1 \micro H}
\induc{59}{5}{HDdd}{L23}{1 \micro H}
\induc{67}{5}{HDr}{L24}{1 \micro H}
\end{circuitdiagram}

```

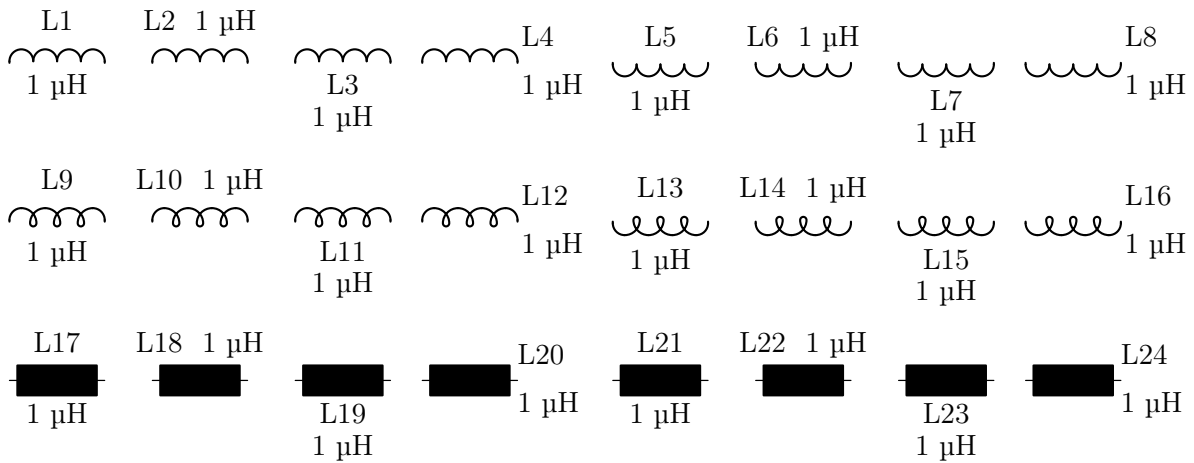


Abbildung 2.12: Horizontale Spulen

Einige vertikale Spulen sind in der Abbildung 2.13 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.2:

```

\begin{circuitdiagram}{73}{32}
\normalinduc
\induc{1}{27}{V}{L1}{1 \micro H}
\induc{13}{27}{Vlr}{L2}{1 \micro H}
\induc{24}{27}{Vhl}{L3}{1 \micro H}
\induc{31}{27}{Vd}{L4}{1 \micro H}
\induc{39}{27}{VR}{L5}{1 \micro H}
\induc{51}{27}{VRlr}{L6}{1 \micro H}
\induc{62}{27}{VRhl}{L7}{1 \micro H}
\induc{69}{27}{VRd}{L8}{1 \micro H}
\curlyinduc
\induc{1}{16}{V}{L9}{1 \micro H}
\induc{13}{16}{Vlr}{L10}{1 \micro H}
\induc{24}{16}{Vhl}{L11}{1 \micro H}

```

```

\induc{31}{16}{Vd}{L12}{1 \micro H}
\induc{39}{16}{VR}{L13}{1 \micro H}
\induc{51}{16}{VRlr}{L14}{1 \micro H}
\induc{62}{16}{VRhl}{L15}{1 \micro H}
\induc{69}{16}{VRd}{L16}{1 \micro H}
\filledinduc
\induc{1}{5}{V}{L17}{1 \micro H}
\induc{13}{5}{Vlr}{L18}{1 \micro H}
\induc{24}{5}{Vhl}{L19}{1 \micro H}
\induc{31}{5}{Vd}{L20}{1 \micro H}
\induc{39}{5}{VR}{L21}{1 \micro H}
\induc{51}{5}{VRlr}{L22}{1 \micro H}
\induc{62}{5}{VRhl}{L23}{1 \micro H}
\induc{69}{5}{VRd}{L24}{1 \micro H}
\end{circuitdiagram}

```

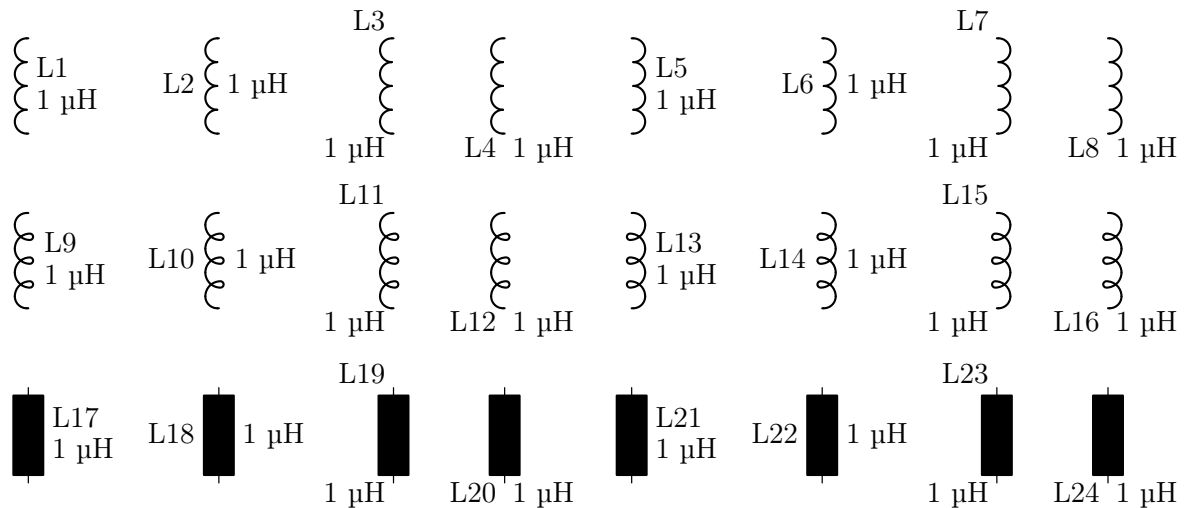


Abbildung 2.13: Vertikale Spulen

2.9 Dioden

Der Befehl `\diode` zeichnet eine Diode und besitzt die fünf Standardargumente. Einige horizontale Dioden sind in der Abbildung 2.14 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{61}{26}
\lineddiode
\diode{3}{22}{L}{D1}{1N4148}
\diode{13}{22}{Lu}{D2}{1N4148}
\diode{22}{22}{Lr}{D3}{1N4148}
\diode{34}{22}{R}{D4}{1N4148}
\diode{44}{22}{Ru}{D5}{1N4148}
\diode{53}{22}{Rr}{D6}{1N4148}

```



```

\emptydiode
\diode{3}{13}{L}{D7}{1N4148}
\diode{13}{13}{Lu}{D8}{1N4148}
\diode{22}{13}{Lr}{D9}{1N4148}
\diode{34}{13}{R}{D10}{1N4148}
\diode{44}{13}{Ru}{D11}{1N4148}
\diode{53}{13}{Rr}{D12}{1N4148}
\filleddiode
\diode{3}{4}{L}{D13}{1N4148}
\diode{13}{4}{Lu}{D14}{1N4148}
\diode{22}{4}{Lr}{D15}{1N4148}
\diode{34}{4}{R}{D16}{1N4148}
\diode{44}{4}{Ru}{D17}{1N4148}
\diode{53}{4}{Rr}{D18}{1N4148}
\end{circuitdiagram}

```

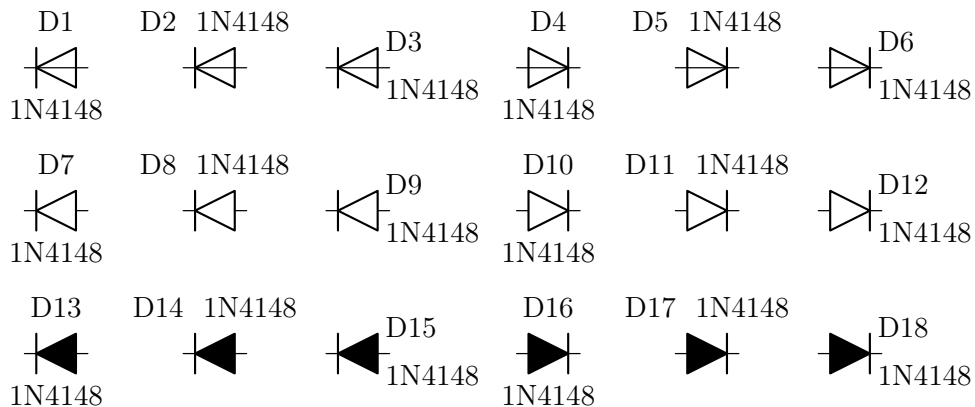


Abbildung 2.14: Horizontale Dioden

Einige vertikale Dioden sind in der Abbildung 2.15 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.2:

```

\begin{circuitdiagram}{73}{20}
\lineddiode
\diode{2}{18}{U}{D1}{1N4148}
\diode{16}{18}{Ulr}{D2}{1N4148}
\diode{29}{18}{Ud}{D3}{1N4148}
\diode{39}{18}{D}{D4}{1N4148}
\diode{53}{18}{Dlr}{D5}{1N4148}
\diode{66}{18}{Dd}{D6}{1N4148}
\emptydiode
\diode{2}{11}{U}{D7}{1N4148}
\diode{16}{11}{Ulr}{D8}{1N4148}
\diode{29}{11}{Ud}{D9}{1N4148}
\diode{39}{11}{D}{D10}{1N4148}
\diode{53}{11}{Dlr}{D11}{1N4148}

```

```

\diode{66}{11}{Dd}{D12}{1N4148}
\filleddiode
\diode{2}{4}{U}{D31}{1N4148}
\diode{16}{4}{Ulr}{D14}{1N4148}
\diode{29}{4}{Ud}{D15}{1N4148}
\diode{39}{4}{D}{D16}{1N4148}
\diode{53}{4}{Dlr}{D17}{1N4148}
\diode{66}{4}{Dd}{D18}{1N4148}
\end{circuitdiagram}

```

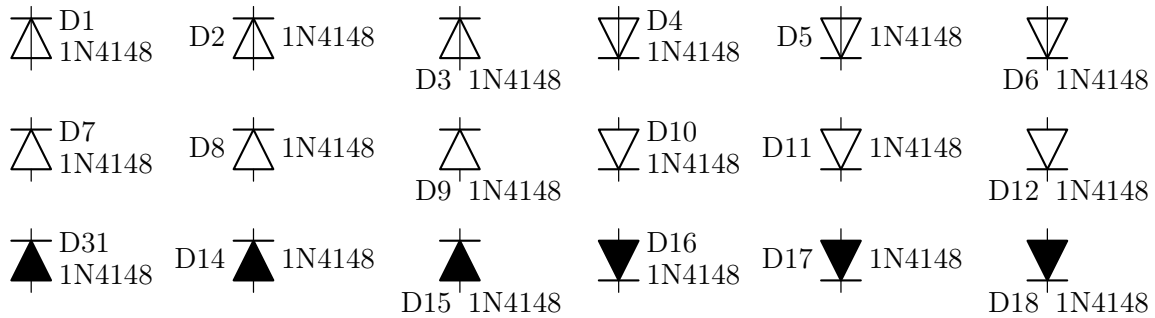


Abbildung 2.15: Vertikale Dioden

2.10 Diacs

Der Befehl `\diac` (bereitgestellt von der Paketooption `semicon`) zeichnet einen Diac und besitzt die fünf Standardargumente. Einige horizontale Diacs sind in der Abbildung 2.16 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{50}{28}
\lineddiode
\diac{2}{24}{H}{D1}{DB3}
\diac{10}{24}{Hu}{D2}{DB3}
\diac{18}{24}{Hr}{D3}{DB3}
\diac{28}{24}{HD}{D4}{DB3}
\diac{36}{24}{HDu}{D5}{DB3}
\diac{44}{24}{HDr}{D6}{DB3}
\emptydiode
\diac{2}{14}{H}{D7}{DB3}
\diac{10}{14}{Hu}{D8}{DB3}
\diac{18}{14}{Hr}{D9}{DB3}
\diac{28}{14}{HD}{D10}{DB3}
\diac{36}{14}{HDu}{D11}{DB3}
\diac{44}{14}{HDr}{D12}{DB3}
\filleddiode
\diac{2}{4}{H}{D13}{DB3}
\diac{10}{4}{Hu}{D14}{DB3}
\diac{18}{4}{Hr}{D15}{DB3}

```

```

\diac{28}{4}{HD}{D16}{DB3}
\diac{36}{4}{HDu}{D17}{DB3}
\diac{44}{4}{HDr}{D18}{DB3}
\end{circuitdiagram}

```

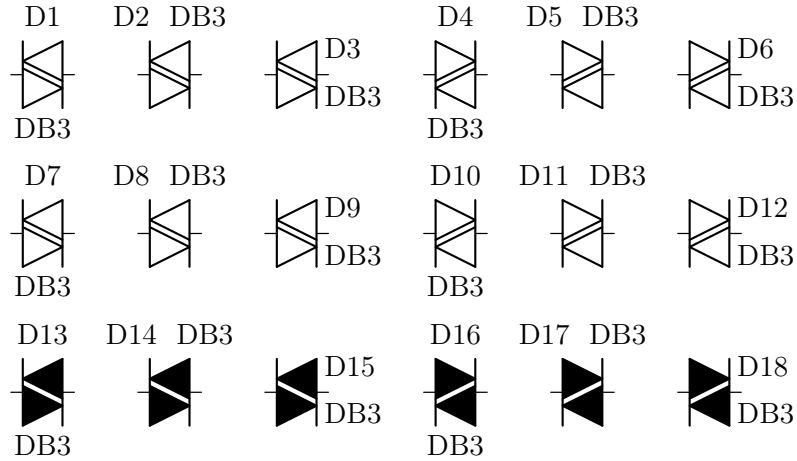


Abbildung 2.16: Horizontale Diacs

Einige vertikale Diacs sind in der Abbildung 2.17 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.2:

```

\begin{circuitdiagram}{67}{20}
\lineddiode
\diac{2}{18}{V}{D1}{DB3}
\diac{16}{18}{Vlr}{D2}{DB3}
\diac{28}{18}{Vd}{D3}{DB3}
\diac{37}{18}{VR}{D4}{DB3}
\diac{51}{18}{VRlr}{D5}{DB3}
\diac{63}{18}{VRd}{D6}{DB3}
\emptydiode
\diac{2}{11}{V}{D7}{DB3}
\diac{16}{11}{Vlr}{D8}{DB3}
\diac{28}{11}{Vd}{D9}{DB3}
\diac{37}{11}{VR}{D10}{DB3}
\diac{51}{11}{VRlr}{D11}{DB3}
\diac{63}{11}{VRd}{D12}{DB3}
\filleddiode
\diac{2}{4}{V}{D31}{DB3}
\diac{16}{4}{Vlr}{D14}{DB3}
\diac{28}{4}{Vd}{D15}{DB3}
\diac{37}{4}{VR}{D16}{DB3}
\diac{51}{4}{VRlr}{D17}{DB3}
\diac{63}{4}{VRd}{D18}{DB3}
\end{circuitdiagram}

```

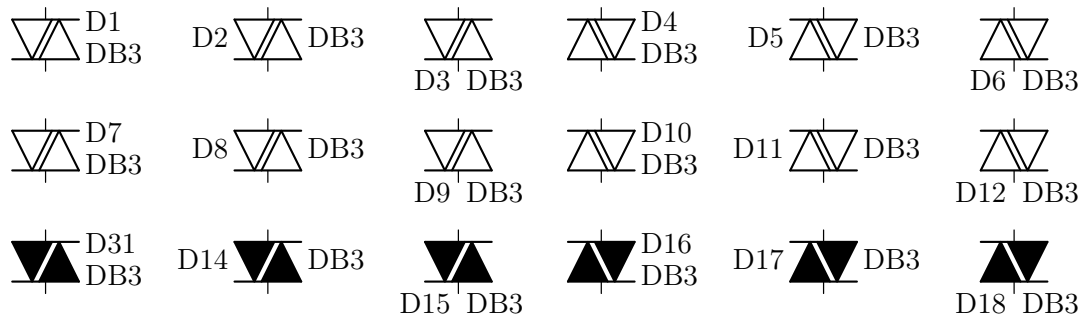


Abbildung 2.17: Vertikale Diacs

2.11 Bipolare Transistoren

Der Befehl `\trans` zeichnet einen Transistor und besitzt sechs Argumente. Als erstes Argument steht der Typ (`nnp` oder `pnp`), danach folgen die fünf Standardargumente. Einige npn-Transistoren sind in der Abbildung 2.18 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in den Abbildungen 5.3 und 5.4:

```
\begin{circuitdiagram}{70}{43}
  \nocircledtrans
  \trans{nnp}{8}{38}{L}{T1}{BC548}
  \trans{nnp}{16}{38}{Lr}{T2}{BC548}
  \trans{nnp}{29}{38}{Lud}{T3}{BC548}
  \trans{nnp}{44}{38}{LU}{T4}{BC548}
  \trans{nnp}{52}{38}{LUr}{T5}{BC548}
  \trans{nnp}{65}{38}{LUud}{T6}{BC548}
  \trans{nnp}{3}{27}{R}{T7}{BC548}
  \trans{nnp}{21}{27}{Rl}{T8}{BC548}
  \trans{nnp}{31}{27}{Rud}{T9}{BC548}
  \trans{nnp}{39}{27}{RU}{T10}{BC548}
  \trans{nnp}{57}{27}{RUl}{T11}{BC548}
  \trans{nnp}{67}{27}{RUud}{T12}{BC548}
  \circledtrans
  \trans{nnp}{8}{16}{L}{T13}{BC548}
  \trans{nnp}{16}{16}{Lr}{T14}{BC548}
  \trans{nnp}{29}{16}{Lud}{T15}{BC548}
  \trans{nnp}{44}{16}{LU}{T16}{BC548}
  \trans{nnp}{52}{16}{LUr}{T17}{BC548}
  \trans{nnp}{65}{16}{LUud}{T18}{BC548}
  \trans{nnp}{3}{5}{R}{T19}{BC548}
  \trans{nnp}{21}{5}{Rl}{T20}{BC548}
  \trans{nnp}{31}{5}{Rud}{T21}{BC548}
  \trans{nnp}{39}{5}{RU}{T22}{BC548}
  \trans{nnp}{57}{5}{RUl}{T23}{BC548}
  \trans{nnp}{67}{5}{RUud}{T24}{BC548}
\end{circuitdiagram}
```

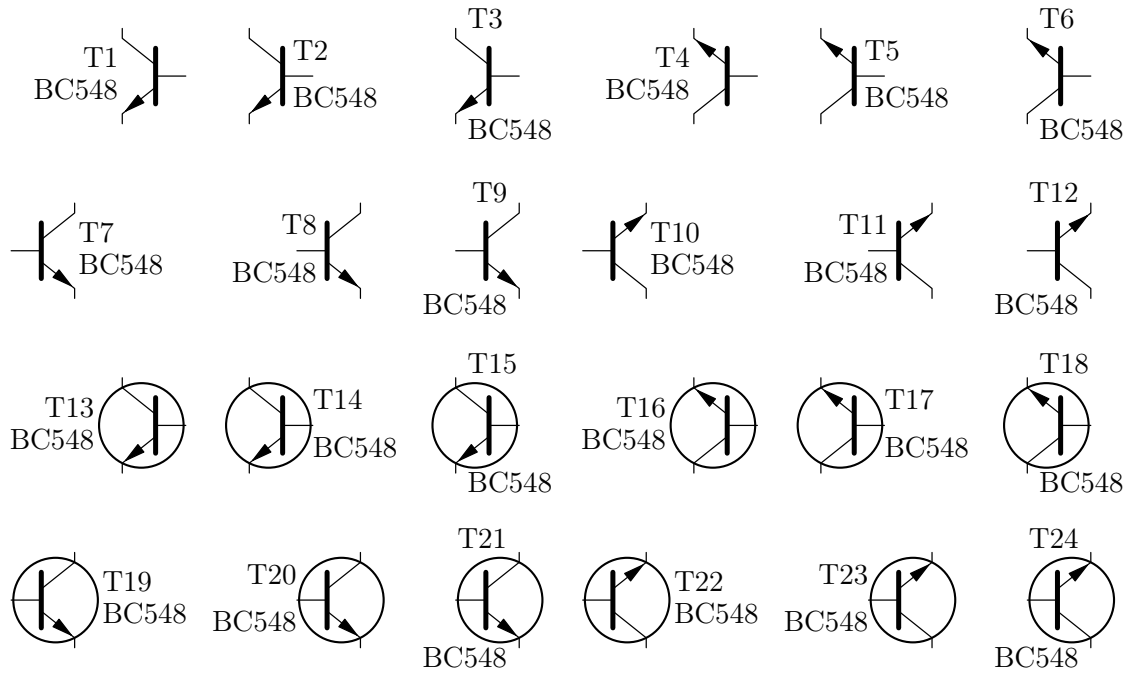


Abbildung 2.18: npn-Transistoren

Einige pnp-Transistoren sind in der Abbildung 2.19 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in den Abbildungen 5.3 und 5.4:

```
\begin{circuitdiagram}{70}{43}
\nocircledtrans
\trans{pnp}{8}{38}{L}{T1}{BC558}
\trans{pnp}{16}{38}{Lr}{T2}{BC558}
\trans{pnp}{29}{38}{Lud}{T3}{BC558}
\trans{pnp}{44}{38}{LD}{T4}{BC558}
\trans{pnp}{52}{38}{LDr}{T5}{BC558}
\trans{pnp}{65}{38}{LDud}{T6}{BC558}
\trans{pnp}{3}{27}{R}{T7}{BC558}
\trans{pnp}{21}{27}{Rl}{T8}{BC558}
\trans{pnp}{31}{27}{Rud}{T9}{BC558}
\trans{pnp}{39}{27}{RD}{T10}{BC558}
\trans{pnp}{57}{27}{RDl}{T11}{BC558}
\trans{pnp}{67}{27}{RDud}{T12}{BC558}
\circledtrans
\trans{pnp}{8}{16}{L}{T13}{BC558}
\trans{pnp}{16}{16}{Lr}{T14}{BC558}
\trans{pnp}{29}{16}{Lud}{T15}{BC558}
\trans{pnp}{44}{16}{LD}{T16}{BC558}
\trans{pnp}{52}{16}{LDr}{T17}{BC558}
\trans{pnp}{65}{16}{LDud}{T18}{BC558}
\trans{pnp}{3}{5}{R}{T19}{BC558}
\trans{pnp}{21}{5}{Rl}{T20}{BC558}
```

```

\trans{pnp}{31}{5}{Rud}{T21}{BC558}
\trans{pnp}{39}{5}{RD}{T22}{BC558}
\trans{pnp}{57}{5}{RD1}{T23}{BC558}
\trans{pnp}{67}{5}{RDud}{T24}{BC558}
\end{circuitdiagram}

```

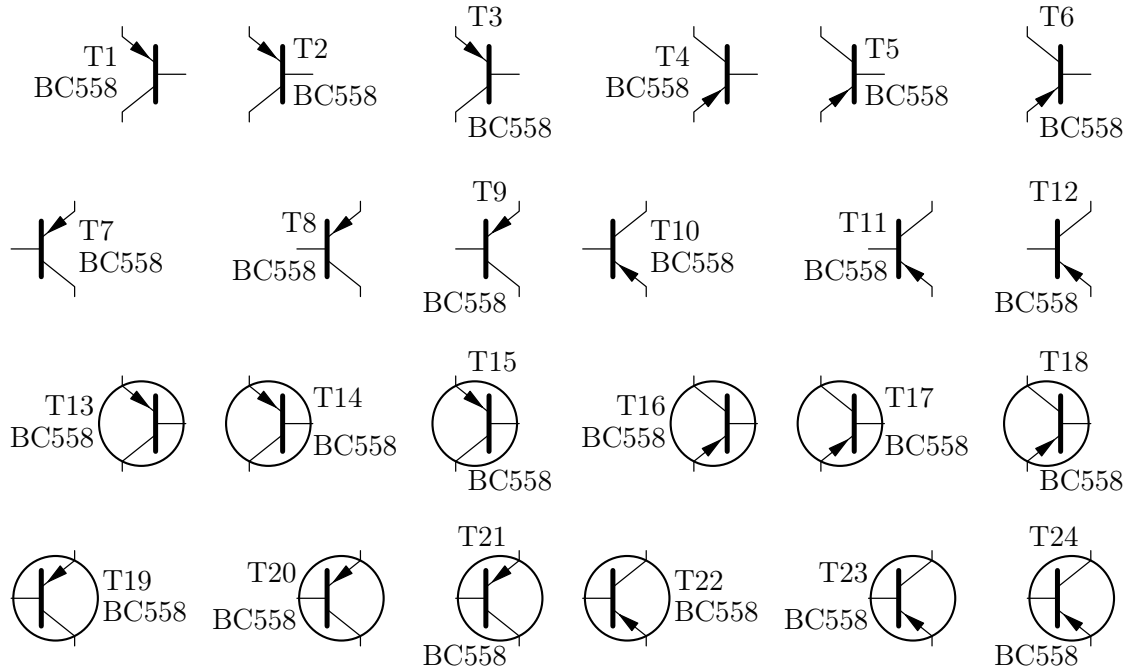


Abbildung 2.19: pnp-Transistoren

2.12 Mosfets

Der Befehl `\trans` zeichnet einen Transistor und besitzt sechs Argumente. Als erstes Argument steht der Typ (`nenh`, `ndep`, `penh*` usw.), danach folgen die fünf Standardargumente. Einige anreichernde n-Kanal-Mosfets sind in der Abbildung 2.20 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in den Abbildungen 5.3 und 5.4:

```

\begin{circuitdiagram}{72}{21}
\nocircledtrans
\trans{nenh}{3}{16}{Lud}{T1}{BSP\dots}
\trans{nenh}{12}{16}{LUud}{T2}{BSP\dots}
\trans{nenh*}{21}{16}{Lud}{T3}{BSP\dots}
\trans{nenh*}{30}{16}{LUud}{T4}{BSP\dots}
\trans{nenh}{42}{16}{Rud}{T5}{BSP\dots}
\trans{nenh}{51}{16}{RUud}{T6}{BSP\dots}
\trans{nenh*}{60}{16}{Rud}{T7}{BSP\dots}
\trans{nenh*}{69}{16}{RUud}{T8}{BSP\dots}
\circledtrans
\trans{nenh}{3}{5}{Lud}{T9}{BSP\dots}

```

```

\trans{nenh}{12}{5}{LUud}{T10}{BSP\dots}
\trans{nenh*}{21}{5}{Lud}{T11}{BSP\dots}
\trans{nenh*}{30}{5}{LUud}{T12}{BSP\dots}
\trans{nenh}{42}{5}{Rud}{T13}{BSP\dots}
\trans{nenh}{51}{5}{RUud}{T14}{BSP\dots}
\trans{nenh*}{60}{5}{Rud}{T15}{BSP\dots}
\trans{nenh*}{69}{5}{RUud}{T16}{BSP\dots}
\end{circuitdiagram}

```

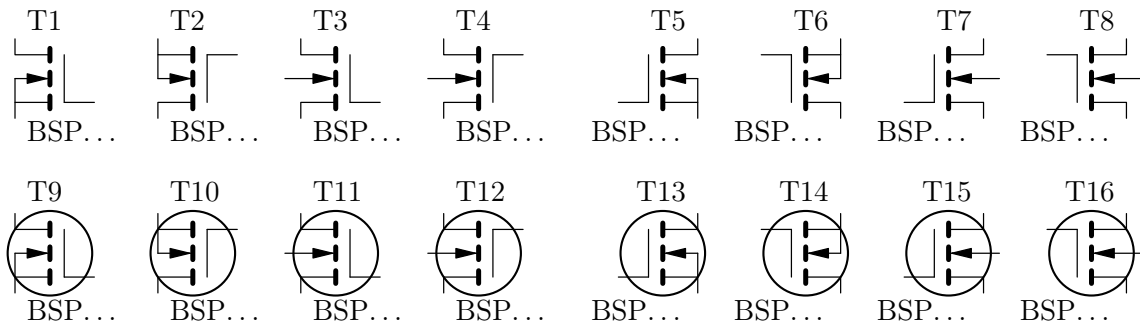


Abbildung 2.20: Anreichernde n-Kanal-Mosfets

Einige verarmende n-Kanal-Mosfets sind in der Abbildung 2.21 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in den Abbildungen 5.3 und 5.4:

```

\begin{circuitdiagram}{72}{21}
\nocircledtrans
\trans{ndep}{3}{16}{Lud}{T1}{BSP\dots}
\trans{ndep}{12}{16}{LUud}{T2}{BSP\dots}
\trans{ndep*}{21}{16}{Lud}{T3}{BSP\dots}
\trans{ndep*}{30}{16}{LUud}{T4}{BSP\dots}
\trans{ndep}{42}{16}{Rud}{T5}{BSP\dots}
\trans{ndep}{51}{16}{RUud}{T6}{BSP\dots}
\trans{ndep*}{60}{16}{Rud}{T7}{BSP\dots}
\trans{ndep*}{69}{16}{RUud}{T8}{BSP\dots}
\circledtrans
\trans{ndep}{3}{5}{Lud}{T9}{BSP\dots}
\trans{ndep}{12}{5}{LUud}{T10}{BSP\dots}
\trans{ndep*}{21}{5}{Lud}{T11}{BSP\dots}
\trans{ndep*}{30}{5}{LUud}{T12}{BSP\dots}
\trans{ndep}{42}{5}{Rud}{T13}{BSP\dots}
\trans{ndep}{51}{5}{RUud}{T14}{BSP\dots}
\trans{ndep*}{60}{5}{Rud}{T15}{BSP\dots}
\trans{ndep*}{69}{5}{RUud}{T16}{BSP\dots}
\end{circuitdiagram}

```

Einige anreichernde p-Kanal-Mosfets sind in der Abbildung 2.22 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in den Abbildungen 5.3 und 5.4:

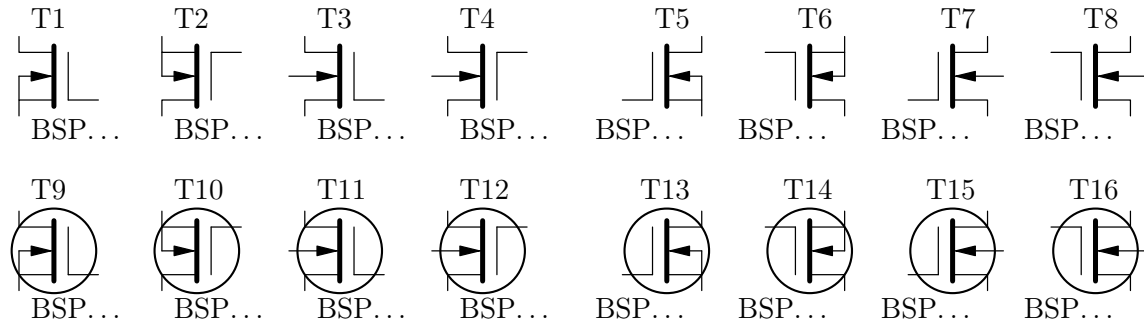


Abbildung 2.21: Verarmende n-Kanal-Mosfets

```

\begin{circuitdiagram}{72}{21}
\nocircledtrans
\trans{penh}{3}{16}{Lud}{T1}{BSP\dots}
\trans{penh}{12}{16}{LDud}{T2}{BSP\dots}
\trans{penh*}{21}{16}{Lud}{T3}{BSP\dots}
\trans{penh*}{30}{16}{LDud}{T4}{BSP\dots}
\trans{penh}{42}{16}{Rud}{T5}{BSP\dots}
\trans{penh}{51}{16}{RDud}{T6}{BSP\dots}
\trans{penh*}{60}{16}{Rud}{T7}{BSP\dots}
\trans{penh*}{69}{16}{RDud}{T8}{BSP\dots}
\circledtrans
\trans{penh}{3}{5}{Lud}{T9}{BSP\dots}
\trans{penh}{12}{5}{LDud}{T10}{BSP\dots}
\trans{penh*}{21}{5}{Lud}{T11}{BSP\dots}
\trans{penh*}{30}{5}{LDud}{T12}{BSP\dots}
\trans{penh}{42}{5}{Rud}{T13}{BSP\dots}
\trans{penh}{51}{5}{RDud}{T14}{BSP\dots}
\trans{penh*}{60}{5}{Rud}{T15}{BSP\dots}
\trans{penh*}{69}{5}{RDud}{T16}{BSP\dots}
\end{circuitdiagram}

```

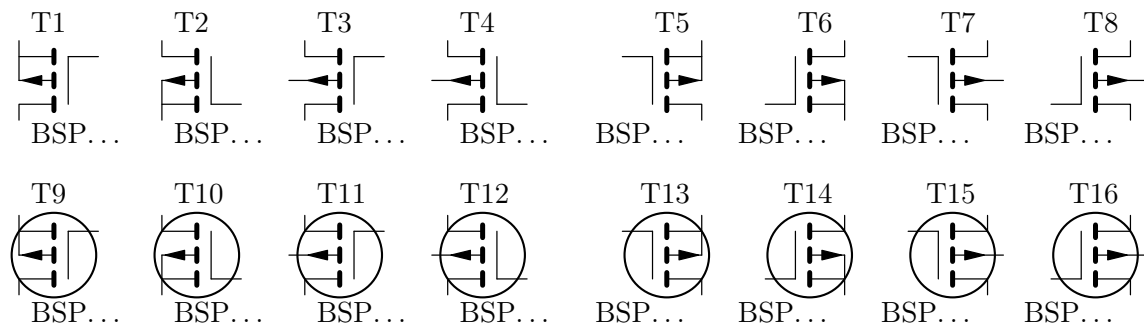


Abbildung 2.22: Anreichernde p-Kanal-Mosfets

Einige verarmende p-Kanal-Mosfets sind in der Abbildung 2.23 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in den Abbildungen 5.3 und 5.4:


```

\begin{circuitdiagram}{72}{21}
  \nocircledtrans
  \trans{pdep}{3}{16}{Lud}{T1}{BSP\dots}
  \trans{pdep}{12}{16}{LDud}{T2}{BSP\dots}
  \trans{pdep*}{21}{16}{Lud}{T3}{BSP\dots}
  \trans{pdep*}{30}{16}{LDud}{T4}{BSP\dots}
  \trans{pdep}{42}{16}{Rud}{T5}{BSP\dots}
  \trans{pdep}{51}{16}{RDud}{T6}{BSP\dots}
  \trans{pdep*}{60}{16}{Rud}{T7}{BSP\dots}
  \trans{pdep*}{69}{16}{RDud}{T8}{BSP\dots}
  \circledtrans
  \trans{pdep}{3}{5}{Lud}{T9}{BSP\dots}
  \trans{pdep}{12}{5}{LDud}{T10}{BSP\dots}
  \trans{pdep*}{21}{5}{Lud}{T11}{BSP\dots}
  \trans{pdep*}{30}{5}{LDud}{T12}{BSP\dots}
  \trans{pdep}{42}{5}{Rud}{T13}{BSP\dots}
  \trans{pdep}{51}{5}{RDud}{T14}{BSP\dots}
  \trans{pdep*}{60}{5}{Rud}{T15}{BSP\dots}
  \trans{pdep*}{69}{5}{RDud}{T16}{BSP\dots}
\end{circuitdiagram}

```

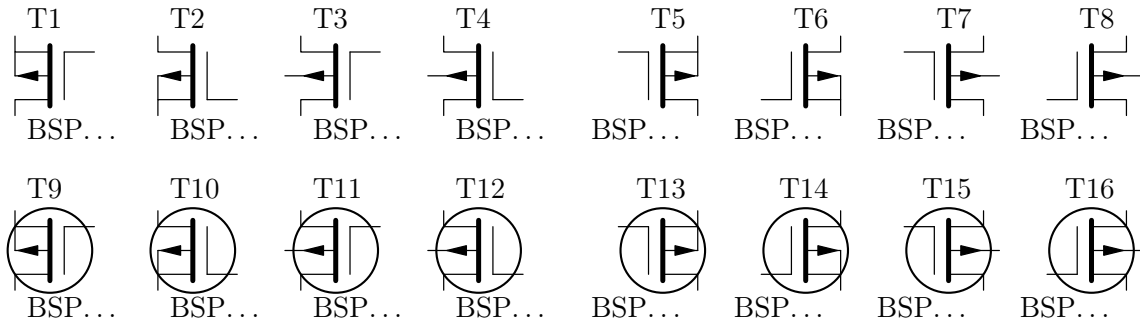


Abbildung 2.23: Verarmende p-Kanal-Mosfets

2.13 Sperrschicht-Fets

Der Befehl `\trans` zeichnet einen Transistor und besitzt sechs Argumente. Als erstes Argument steht der Typ (`nj` oder `pj`), danach folgen die fünf Standardargumente. Einige n-Kanal-Sperrschicht-Fets sind in der Abbildung 2.24 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in den Abbildungen 5.3 und 5.4:

```

\begin{circuitdiagram}{68}{10}
  \nocircledtrans
  \trans{nj}{2}{5}{Lud}{T1}{J108}
  \trans{nj}{11}{5}{LUud}{T2}{J108}
  \trans{nj}{20}{5}{Rud}{T3}{J108}
  \trans{nj}{29}{5}{RUud}{T4}{J108}
  \circledtrans

```

```

\trans{nj}{38}{5}{Lud}{T5}{J108}
\trans{nj}{47}{5}{LUud}{T6}{J108}
\trans{nj}{56}{5}{Rud}{T7}{J108}
\trans{nj}{65}{5}{RUud}{T8}{J108}
\end{circuitdiagram}

```

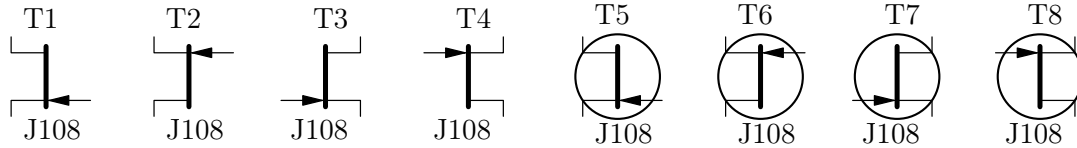


Abbildung 2.24: n-Kanal-Sperrschicht-Fets

Einige p-Kanal-Sperrschicht-Fets sind in der Abbildung 2.25 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in den Abbildungen 5.3 und 5.4:

```

\begin{circuitdiagram}{68}{10}
\nocircledtrans
\trans{pj}{2}{5}{Lud}{T1}{J174}
\trans{pj}{11}{5}{LDud}{T2}{J174}
\trans{pj}{20}{5}{Rud}{T3}{J174}
\trans{pj}{29}{5}{RDud}{T4}{J174}
\circledtrans
\trans{pj}{38}{5}{Lud}{T5}{J174}
\trans{pj}{47}{5}{LDud}{T6}{J174}
\trans{pj}{56}{5}{Rud}{T7}{J174}
\trans{pj}{65}{5}{RDud}{T8}{J174}
\end{circuitdiagram}

```

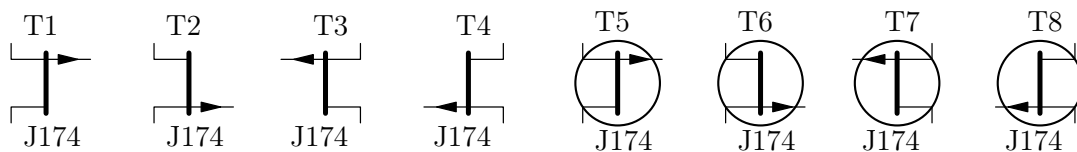


Abbildung 2.25: p-Kanal-Sperrschicht-Fets

2.14 Operationsverstärker

Der Befehl `\opamp` zeichnet einen Operationsverstärker und besitzt die fünf Standardargumente. Einige Operationsverstärker sind in der Abbildung 2.26 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{74}{24}
\opamp{7}{18}{L}{IC1}{LM358}
\opamp{17}{18}{Lhr}{IC2}{LM358}
\opamp{33}{18}{L1}{IC3}{LM358}

```

```

\opamp{45}{18}{LU}{IC4}{LM358}
\opamp{55}{18}{LUhr}{IC5}{LM358}
\opamp{70}{18}{LU1}{IC6}{LM358}
\opamp{4}{6}{R}{IC7}{LM358}
\opamp{17}{6}{Rh1}{IC8}{LM358}
\opamp{27}{6}{Rr}{IC9}{LM358}
\opamp{42}{6}{RU}{IC10}{LM358}
\opamp{55}{6}{RUh1}{IC11}{LM358}
\opamp{65}{6}{RUr}{IC12}{LM358}
\end{circuitdiagram}

```

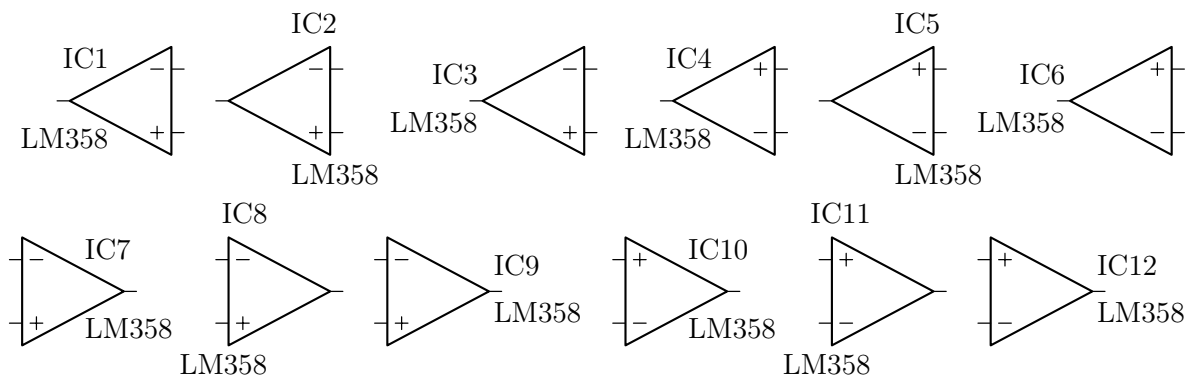


Abbildung 2.26: Operationsverstärker

2.15 Gatter

Der Befehl `\gate` (bereitgestellt von der Paketooption `digital`) zeichnet ein Gatter und besitzt sechs Argumente. Als erstes Argument steht der Typ (`and`, `nand`, `or` usw.), danach folgen die fünf Standardargumente. Einige AND-Gatter sind in der Abbildung 2.27 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{71}{12}
\gate{and}{4}{7}{L}{IC1}{7408}
\gate{and}{13}{7}{Lu}{IC2}{7408}
\gate{and}{22}{7}{Ldd}{IC3}{7408}
\gate{and}{31}{7}{Lcc}{IC4}{7408}
\gate{and}{40}{7}{R}{IC5}{7408}
\gate{and}{49}{7}{Ru}{IC6}{7408}
\gate{and}{58}{7}{Rdd}{IC7}{7408}
\gate{and}{67}{7}{Rcc}{IC8}{7408}
\end{circuitdiagram}

```

Einige NAND-Gatter sind in der Abbildung 2.28 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{71}{12}
\gate{nand}{4}{7}{L}{IC1}{7400}

```

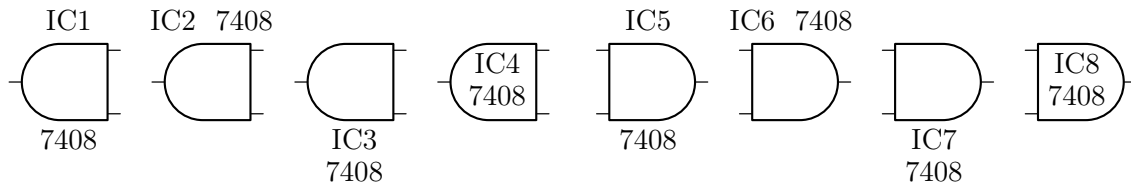


Abbildung 2.27: AND-Gatter

```

\gate{nand}{13}{7}{Lu}{IC2}{7400}
\gate{nand}{22}{7}{Ldd}{IC3}{7400}
\gate{nand}{31}{7}{Lcc}{IC4}{7400}
\gate{nand}{40}{7}{R}{IC5}{7400}
\gate{nand}{49}{7}{Ru}{IC6}{7400}
\gate{nand}{58}{7}{Rdd}{IC7}{7400}
\gate{nand}{67}{7}{Rcc}{IC8}{7400}
\end{circuitdiagram}

```

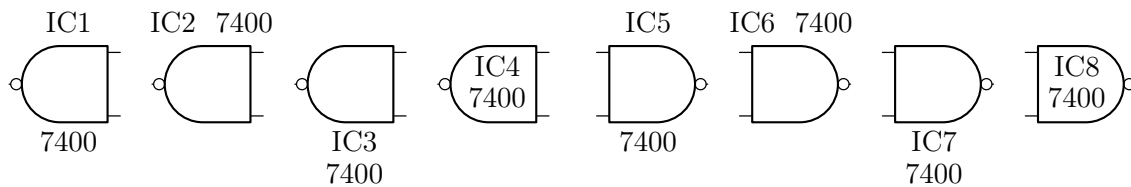


Abbildung 2.28: NAND-Gatter

Einige OR-Gatter sind in der Abbildung 2.29 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{71}{12}
\gate{or}{4}{7}{L}{IC1}{7432}
\gate{or}{13}{7}{Lu}{IC2}{7432}
\gate{or}{22}{7}{Ldd}{IC3}{7432}
\gate{or}{31}{7}{Lcc}{IC4}{7432}
\gate{or}{40}{7}{R}{IC5}{7432}
\gate{or}{49}{7}{Ru}{IC6}{7432}
\gate{or}{58}{7}{Rdd}{IC7}{7432}
\gate{or}{67}{7}{Rcc}{IC8}{7432}
\end{circuitdiagram}

```

Einige NOR-Gatter sind in der Abbildung 2.30 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{71}{12}
\gate{nor}{4}{7}{L}{IC1}{7402}
\gate{nor}{13}{7}{Lu}{IC2}{7402}
\gate{nor}{22}{7}{Ldd}{IC3}{7402}
\gate{nor}{31}{7}{Lcc}{IC4}{7402}
\gate{nor}{40}{7}{R}{IC5}{7402}

```

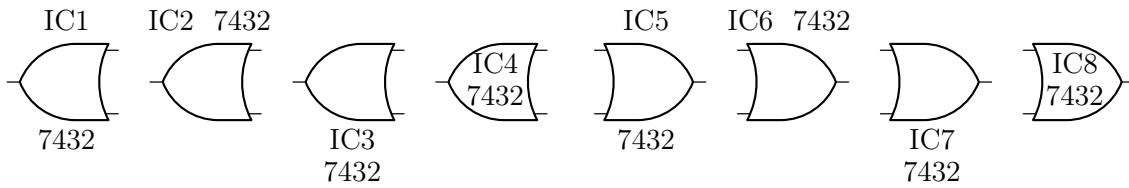


Abbildung 2.29: OR-Gatter

```

\gate{nor}{49}{7}{Ru}{IC6}{7402}
\gate{nor}{58}{7}{Rdd}{IC7}{7402}
\gate{nor}{67}{7}{Rcc}{IC8}{7402}
\end{circuitdiagram}

```

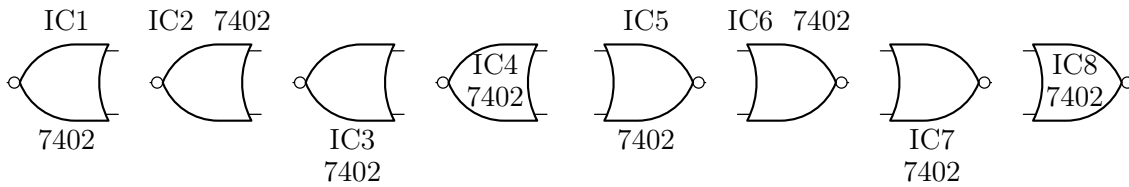


Abbildung 2.30: NOR-Gatter

Einige XOR-Gatter sind in der Abbildung 2.31 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{71}{12}
\gate{xor}{4}{7}{L}{IC1}{7486}
\gate{xor}{13}{7}{Lu}{IC2}{7486}
\gate{xor}{22}{7}{Ldd}{IC3}{7486}
\gate{xor}{31}{7}{Lcc}{IC4}{7486}
\gate{xor}{40}{7}{R}{IC5}{7486}
\gate{xor}{49}{7}{Ru}{IC6}{7486}
\gate{xor}{58}{7}{Rdd}{IC7}{7486}
\gate{xor}{67}{7}{Rcc}{IC8}{7486}
\end{circuitdiagram}

```

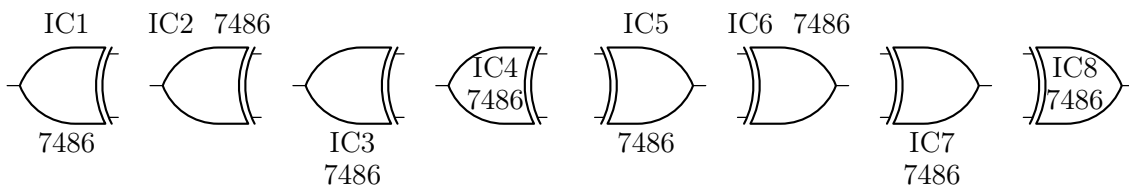


Abbildung 2.31: XOR-Gatter

Einige XNOR-Gatter sind in der Abbildung 2.32 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{71}{12}
\gate{xnor}{4}{7}{L}{IC1}{74266}
\gate{xnor}{13}{7}{Lu}{IC2}{74266}
\gate{xnor}{22}{7}{Ldd}{IC3}{74266}
\gate{xnor}{31}{7}{Lcc}{IC4}{74266}
\gate{xnor}{40}{7}{R}{IC5}{74266}
\gate{xnor}{49}{7}{Ru}{IC6}{74266}
\gate{xnor}{58}{7}{Rdd}{IC7}{74266}
\gate{xnor}{67}{7}{Rcc}{IC8}{74266}
\end{circuitdiagram}

```

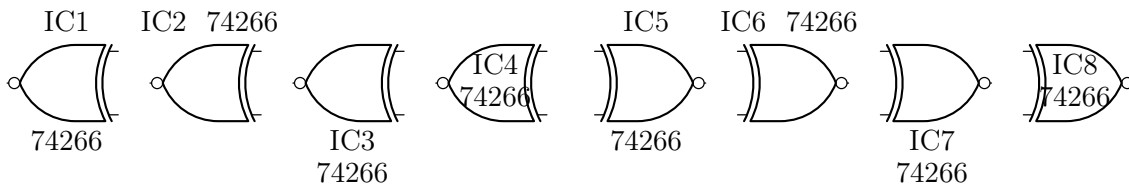


Abbildung 2.32: XNOR-Gatter

Einige Puffer-Gatter sind in der Abbildung 2.33 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{73}{12}
\gate{buf}{3}{7}{L}{IC1}{7407}
\gate{buf}{12}{7}{Lu}{IC2}{7407}
\gate{buf}{21}{7}{Ldd}{IC3}{7407}
\gate{buf}{29}{7}{Lr}{IC4}{7407}
\gate{buf}{41}{7}{R}{IC5}{7407}
\gate{buf}{50}{7}{Ru}{IC6}{7407}
\gate{buf}{59}{7}{Rdd}{IC7}{7407}
\gate{buf}{70}{7}{Rl}{IC8}{7407}
\end{circuitdiagram}

```

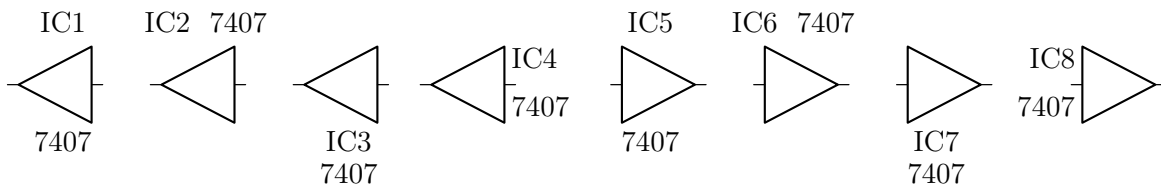


Abbildung 2.33: Puffer-Gatter

Einige NOT-Gatter sind in der Abbildung 2.34 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{73}{12}
\gate{not}{3}{7}{L}{IC1}{7404}
\gate{not}{12}{7}{Lu}{IC2}{7404}

```

```

\gate{not}{21}{7}{Ldd}{IC3}{7404}
\gate{not}{29}{7}{Lr}{IC4}{7404}
\gate{not}{41}{7}{R}{IC5}{7404}
\gate{not}{50}{7}{Ru}{IC6}{7404}
\gate{not}{59}{7}{Rdd}{IC7}{7404}
\gate{not}{70}{7}{Rl}{IC8}{7404}
\end{circuitdiagram}

```

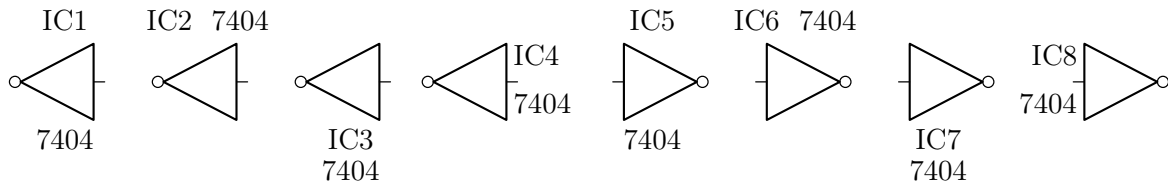


Abbildung 2.34: NOT-Gatter

2.16 Decoder

Der Befehl `\decoder` (bereitgestellt von der Paketooption `digital`) zeichnet einen Decoder und besitzt sechs Argumente. Als erstes Argument steht der Typ (`mux21`, `demux13` usw.), danach folgen die fünf Standardargumente. Einige Multiplexer sind in den Abbildungen 2.35 bis 2.36 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{58}{32}
\decoder{mux21}{4}{26}{L}{IC1}{74xx}
\decoder{mux21e}{14}{26}{L}{IC2}{74xx}
\decoder{mux21ne}{24}{26}{L}{IC3}{74xx}
\decoder{mux21}{34}{26}{R}{IC4}{74xx}
\decoder{mux21e}{44}{26}{R}{IC5}{74xx}
\decoder{mux21ne}{54}{26}{R}{IC6}{74xx}
\decoder{mux41}{4}{9}{L}{IC7}{74xx}
\decoder{mux41e}{14}{9}{L}{IC8}{74xx}
\decoder{mux41ne}{24}{9}{L}{IC9}{74xx}
\decoder{mux41}{34}{9}{R}{IC10}{74xx}
\decoder{mux41e}{44}{9}{R}{IC11}{74xx}
\decoder{mux41ne}{54}{9}{R}{IC12}{74xx}
\end{circuitdiagram}

```

```

\begin{circuitdiagram}{58}{64}
\decoder{mux81}{4}{50}{L}{IC1}{74xx}
\decoder{mux81e}{14}{50}{L}{IC2}{74xx}
\decoder{mux81ne}{24}{50}{L}{IC3}{74xx}
\decoder{mux81}{34}{50}{R}{IC4}{74xx}
\decoder{mux81e}{44}{50}{R}{IC5}{74xx}
\decoder{mux81ne}{54}{50}{R}{IC6}{74xx}
\decoder{mux101}{4}{17}{L}{IC7}{74xx}

```

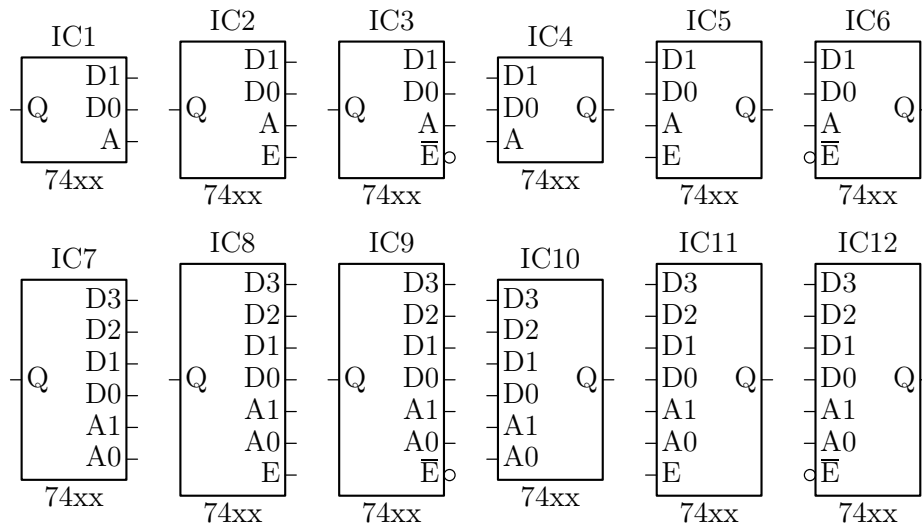


Abbildung 2.35: Multiplexer

```

\decoder{mux101e}{14}{17}{L}{IC8}{74xx}
\decoder{mux101ne}{24}{17}{L}{IC9}{74xx}
\decoder{mux101}{34}{17}{R}{IC10}{74xx}
\decoder{mux101e}{44}{17}{R}{IC11}{74xx}
\decoder{mux101ne}{54}{17}{R}{IC12}{74xx}
\end{circuitdiagram}

```

Einige Demultiplexer sind in den Abbildungen 2.37 bis 2.38 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{58}{24}
\decoder{demux12}{4}{19}{L}{IC1}{74xx}
\decoder{demux12d}{14}{19}{L}{IC2}{74xx}
\decoder{demux12e}{24}{19}{L}{IC3}{74xx}
\decoder{demux12}{34}{19}{R}{IC4}{74xx}
\decoder{demux12d}{44}{19}{R}{IC5}{74xx}
\decoder{demux12e}{54}{19}{R}{IC6}{74xx}
\decoder{demux14}{4}{6}{L}{IC7}{74xx}
\decoder{demux14d}{14}{6}{L}{IC8}{74xx}
\decoder{demux14e}{24}{6}{L}{IC9}{74xx}
\decoder{demux14}{34}{6}{R}{IC10}{74xx}
\decoder{demux14d}{44}{6}{R}{IC11}{74xx}
\decoder{demux14e}{54}{6}{R}{IC12}{74xx}
\end{circuitdiagram}

```

```

\begin{circuitdiagram}{58}{46}
\decoder{demux18}{4}{36}{L}{IC1}{74xx}
\decoder{demux18d}{14}{36}{L}{IC2}{74xx}
\decoder{demux18e}{24}{36}{L}{IC3}{74xx}
\decoder{demux18}{34}{36}{R}{IC4}{74xx}

```

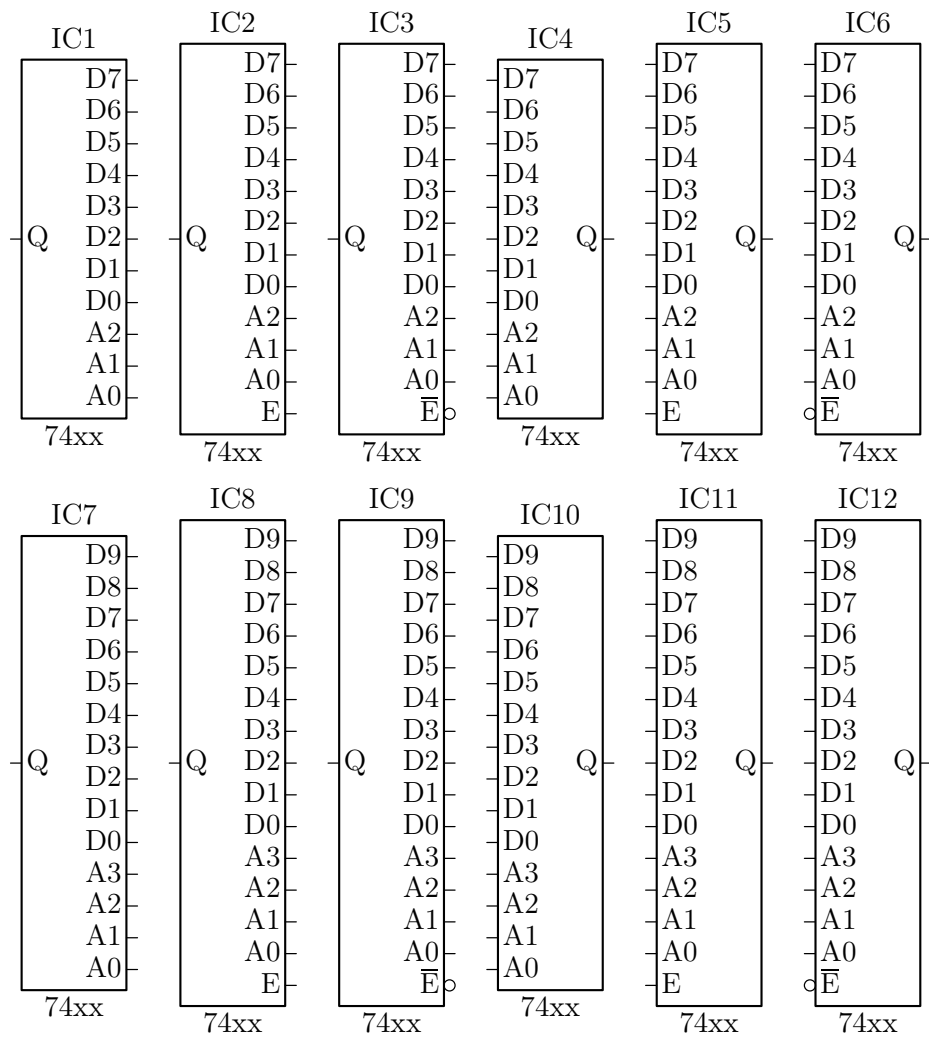



Abbildung 2.36: Multiplexer

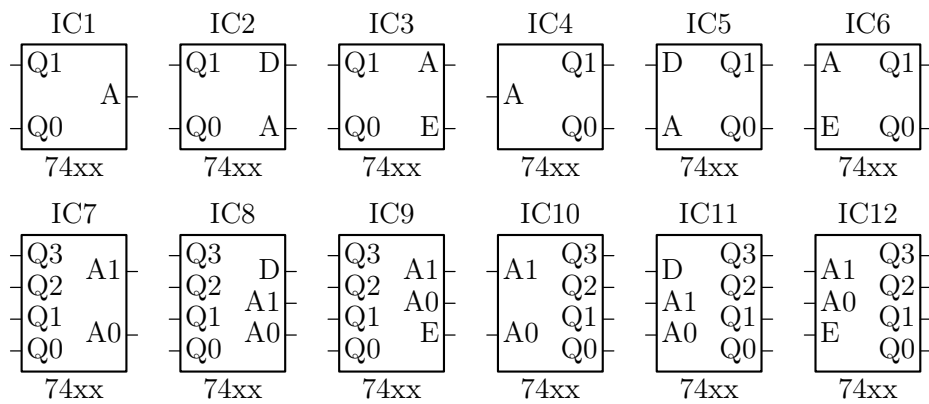


Abbildung 2.37: Demultiplexer

```

\decoder{demux18d}{44}{36}{R}{IC5}{74xx}
\decoder{demux18e}{54}{36}{R}{IC6}{74xx}
\decoder{demux110}{4}{12}{L}{IC7}{74xx}
\decoder{demux110d}{14}{12}{L}{IC8}{74xx}
\decoder{demux110e}{24}{12}{L}{IC9}{74xx}
\decoder{demux110}{34}{12}{R}{IC10}{74xx}
\decoder{demux110d}{44}{12}{R}{IC11}{74xx}
\decoder{demux110e}{54}{12}{R}{IC12}{74xx}
\end{circuitdiagram}

```

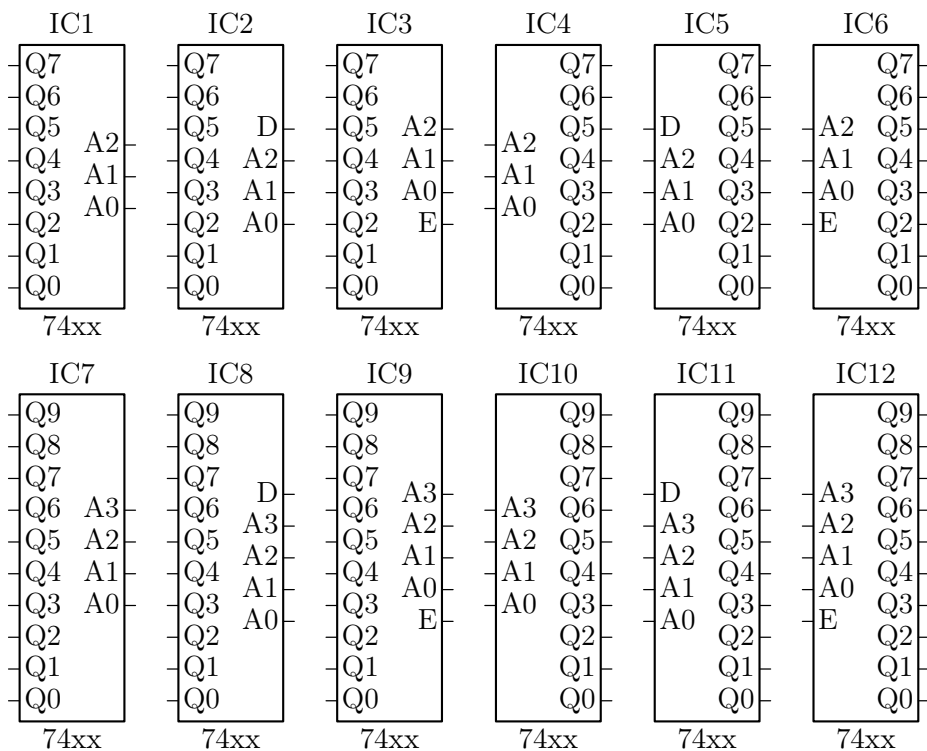


Abbildung 2.38: Demultiplexer

Wie bei den Multiplexern kann der Data- und Enable-Eingang zu **nd** und **ne** negiert werden, und die beiden können auch kombiniert werden, z. B. **demux14ndne**.

2.17 Arithmetische Bausteine

Der Befehl **\arithm** (bereitgestellt von der Paketooption **digital**) zeichnet einen arithmetischen Baustein und besitzt sechs Argumente. Als erstes Argument steht der Typ (**halfadd**, **mul3** usw.), danach folgen die fünf Standardargumente. Einige Addierer sind in der Abbildung 2.39 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{58}{33}
\arithm{halfadd}{4}{28}{L}{IC1}{74xx}
\arithm{fulladd}{14}{28}{L}{IC2}{74xx}
\arithm{halfadd}{34}{28}{R}{IC3}{74xx}
\arithm{fulladd}{44}{28}{R}{IC4}{74xx}

```

```

\arithm{add2}{4}{11}{L}{IC5}{74xx}
\arithm{add3}{14}{11}{L}{IC6}{74xx}
\arithm{add4}{24}{11}{L}{IC7}{74xx}
\arithm{add2}{34}{11}{R}{IC8}{74xx}
\arithm{add3}{44}{11}{R}{IC9}{74xx}
\arithm{add4}{54}{11}{R}{IC10}{74xx}
\end{circuitdiagram}

```

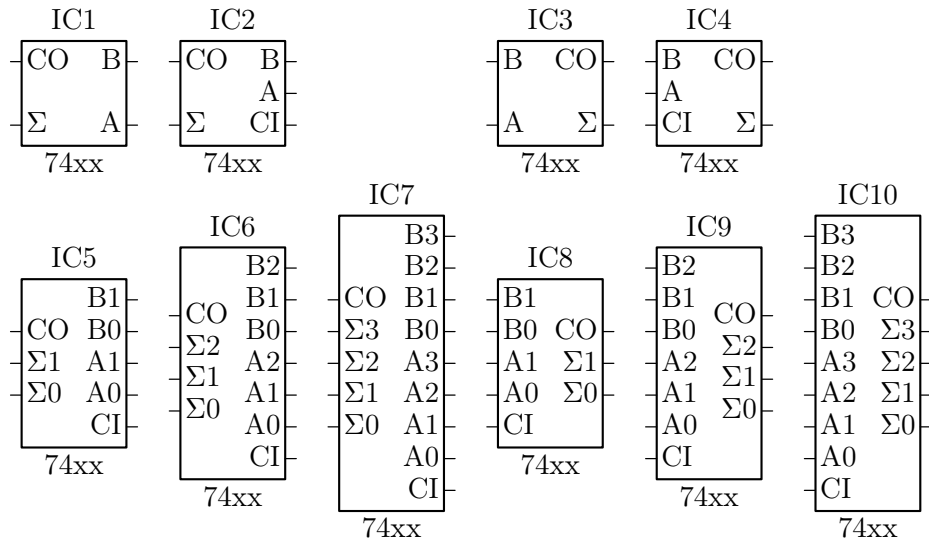


Abbildung 2.39: Addierer

Einige Multiplizierer sind in der Abbildung 2.40 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{58}{29}
\arithm{mul1}{4}{24}{L}{IC1}{74xx}
\arithm{mul1}{34}{24}{R}{IC2}{74xx}
\arithm{mul2}{4}{10}{L}{IC3}{74xx}
\arithm{mul3}{14}{10}{L}{IC4}{74xx}
\arithm{mul4}{24}{10}{L}{IC5}{74xx}
\arithm{mul2}{34}{10}{R}{IC6}{74xx}
\arithm{mul3}{44}{10}{R}{IC7}{74xx}
\arithm{mul4}{54}{10}{R}{IC8}{74xx}
\end{circuitdiagram}

```

2.18 Flipflops

Der Befehl `\flipflop` (bereitgestellt von der Paketooption `digital`) zeichnet ein Flipflop und besitzt sechs Argumente. Als erstes Argument steht der Typ (`sr`, `d`, `jk` usw.), danach folgen die fünf Standardargumente. Einige SR-Flipflops sind in der Abbildung 2.41 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

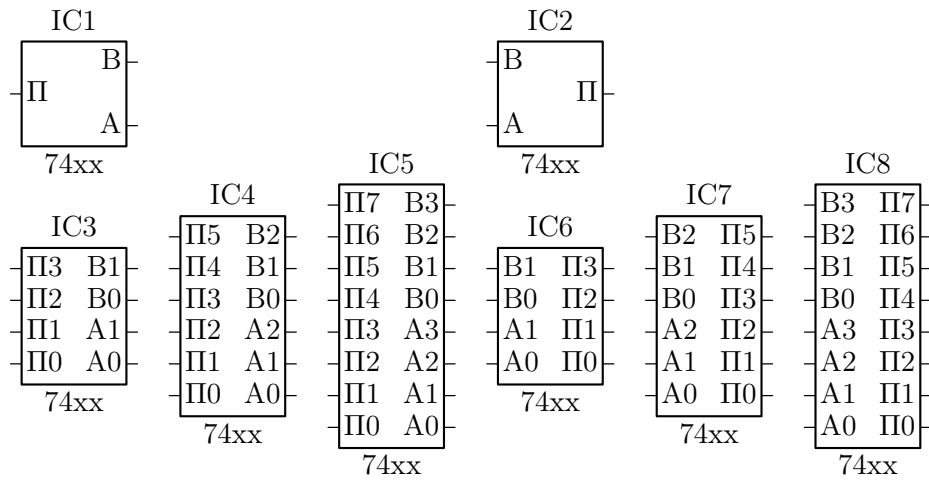


Abbildung 2.40: Multiplizierer

```

\begin{circuitdiagram}{58}{26}
\flipflop{sr}{4}{21}{L}{IC1}{74xx}
\flipflop{sr}{14}{21}{Lu}{IC2}{74xx}
\flipflop{sr}{24}{21}{Ldd}{IC3}{74xx}
\flipflop{sr}{34}{21}{R}{IC4}{74xx}
\flipflop{sr}{44}{21}{Ru}{IC5}{74xx}
\flipflop{sr}{54}{21}{Rdd}{IC6}{74xx}
\flipflop{nsr}{4}{7}{L}{IC7}{74xx}
\flipflop{nsr}{14}{7}{Lu}{IC8}{74xx}
\flipflop{nsr}{24}{7}{Ldd}{IC9}{74xx}
\flipflop{nsr}{34}{7}{R}{IC10}{74xx}
\flipflop{nsr}{44}{7}{Ru}{IC11}{74xx}
\flipflop{nsr}{54}{7}{Rdd}{IC12}{74xx}
\end{circuitdiagram}

```

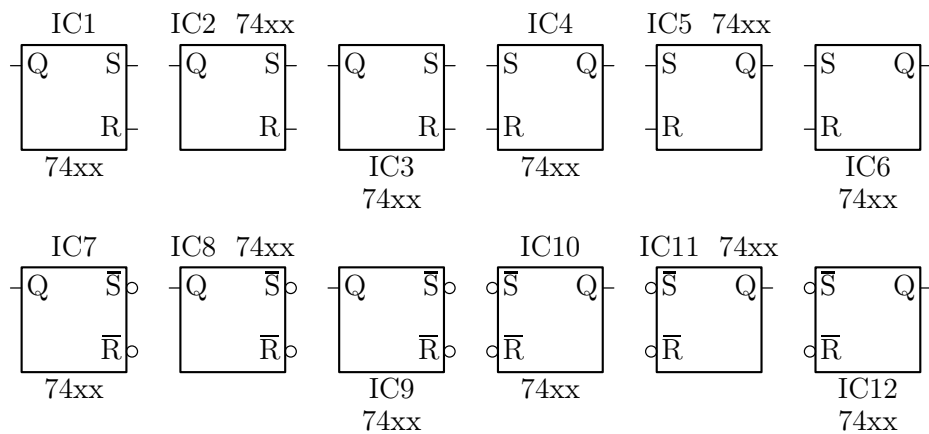


Abbildung 2.41: SR-Flipflops

Einige D-Flipflops sind in der Abbildung 2.42 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{58}{26}
\flipflop{d}{4}{21}{L}{IC1}{74xx}
\flipflop{d}{14}{21}{Lu}{IC2}{74xx}
\flipflop{d}{24}{21}{Ldd}{IC3}{74xx}
\flipflop{d}{34}{21}{R}{IC4}{74xx}
\flipflop{d}{44}{21}{Ru}{IC5}{74xx}
\flipflop{d}{54}{21}{Rdd}{IC6}{74xx}
\flipflop{nd}{4}{7}{L}{IC7}{74xx}
\flipflop{nd}{14}{7}{Lu}{IC8}{74xx}
\flipflop{nd}{24}{7}{Ldd}{IC9}{74xx}
\flipflop{nd}{34}{7}{R}{IC10}{74xx}
\flipflop{nd}{44}{7}{Ru}{IC11}{74xx}
\flipflop{nd}{54}{7}{Rdd}{IC12}{74xx}
\end{circuitdiagram}

```

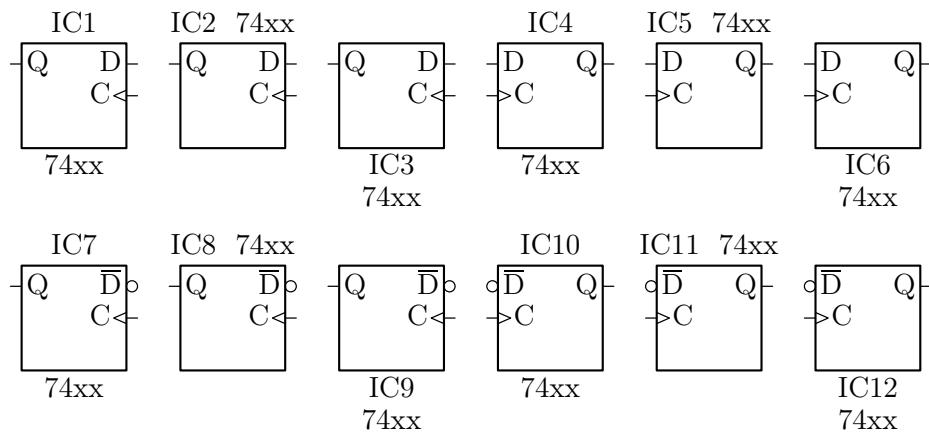


Abbildung 2.42: D-Flipflops

Einige JK-Flipflops sind in der Abbildung 2.43 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1:

```

\begin{circuitdiagram}{58}{26}
\flipflop{jk}{4}{21}{L}{IC1}{74xx}
\flipflop{jk}{14}{21}{Lu}{IC2}{74xx}
\flipflop{jk}{24}{21}{Ldd}{IC3}{74xx}
\flipflop{jk}{34}{21}{R}{IC4}{74xx}
\flipflop{jk}{44}{21}{Ru}{IC5}{74xx}
\flipflop{jk}{54}{21}{Rdd}{IC6}{74xx}
\flipflop{nj}{4}{7}{L}{IC7}{74xx}
\flipflop{nj}{14}{7}{Lu}{IC8}{74xx}
\flipflop{nj}{24}{7}{Ldd}{IC9}{74xx}
\flipflop{nj}{34}{7}{R}{IC10}{74xx}
\flipflop{nj}{44}{7}{Ru}{IC11}{74xx}
\flipflop{nj}{54}{7}{Rdd}{IC12}{74xx}
\end{circuitdiagram}

```

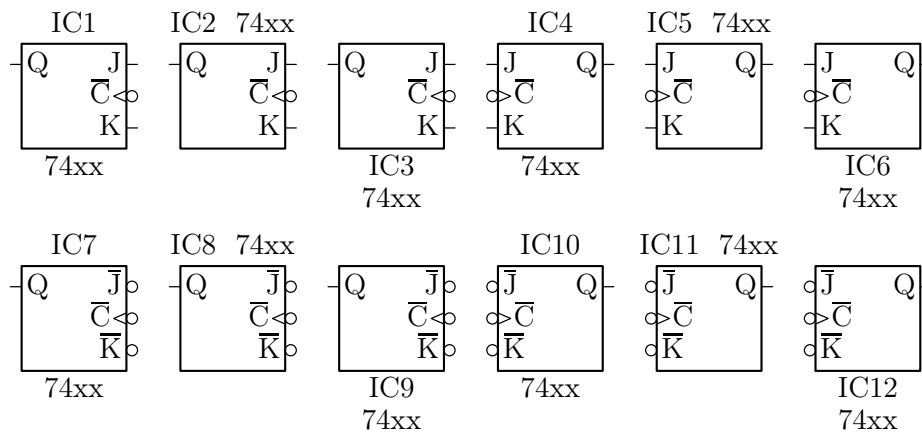


Abbildung 2.43: JK-Flipflops

2.19 Linear-ICs

Der Befehl `\linic` (bereitgestellt von der Paketooption `ic`) zeichnet einen Linear-IC und besitzt sechs Argumente. Als erstes Argument steht der Typ, danach folgen die fünf Standardargumente. Alle derzeit möglichen Linear-ICs sind in der Abbildung 2.44 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1. Die ICs sind nur in der Orientierung R dargestellt; in der Orientierung L sind sie, analog zu den Flipflops, einfach nur gespiegelt:

```
\begin{circuitdiagram}{34}{18}
  \linic{78xx}{5}{9}{Rhr}{IC1}{78xx}
  \linic{79xx}{17}{9}{Rhr}{IC2}{79xx}
  \linic{ne555}{28}{9}{Rhr}{IC3}{NE555}
\end{circuitdiagram}
```

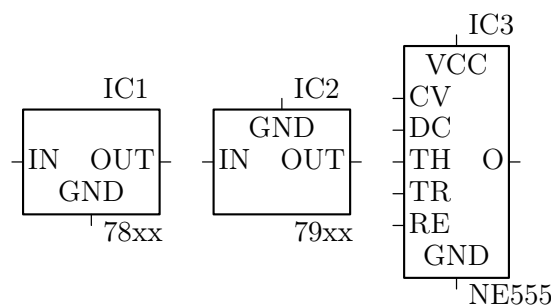


Abbildung 2.44: Linear-ICs

2.20 TTL-ICs

Der Befehl `\ttlic` (bereitgestellt von der Paketooption `ic`) zeichnet einen TTL-IC und besitzt sechs Argumente. Als erstes Argument steht der Typ, danach folgen die fünf Standardargumente. Alle derzeit möglichen TTL-ICs sind in den Abbildungen 2.45 bis 2.48 dargestellt, weitere Möglichkeiten zur Beschriftung in der Abbildung 5.1. Die ICs sind nur in der Orientierung R dargestellt; in der Orientierung L sind sie, analog zu den Flipflops, einfach nur gespiegelt:

```

\begin{circuitdiagram}{68}{44}
\ttlic{7400}{4}{34}{R}{IC1}{7400}
\ttlic{7401}{14}{34}{R}{IC2}{7401}
\ttlic{7402}{24}{34}{R}{IC3}{7402}
\ttlic{7403}{34}{34}{R}{IC4}{7403}
\ttlic{7404}{44}{34}{R}{IC5}{7404}
\ttlic{7405}{54}{34}{R}{IC6}{7405}
\ttlic{7406}{64}{34}{R}{IC7}{7406}
\ttlic{7407}{4}{11}{R}{IC8}{7407}
\ttlic{7408}{14}{11}{R}{IC9}{7408}
\ttlic{7409}{24}{11}{R}{IC10}{7409}
\ttlic{7410}{34}{11}{R}{IC11}{7410}
\ttlic{7411}{44}{11}{R}{IC12}{7411}
\ttlic{7414}{54}{11}{R}{IC13}{7414}
\ttlic{7420}{64}{11}{R}{IC14}{7420}
\end{circuitdiagram}

```

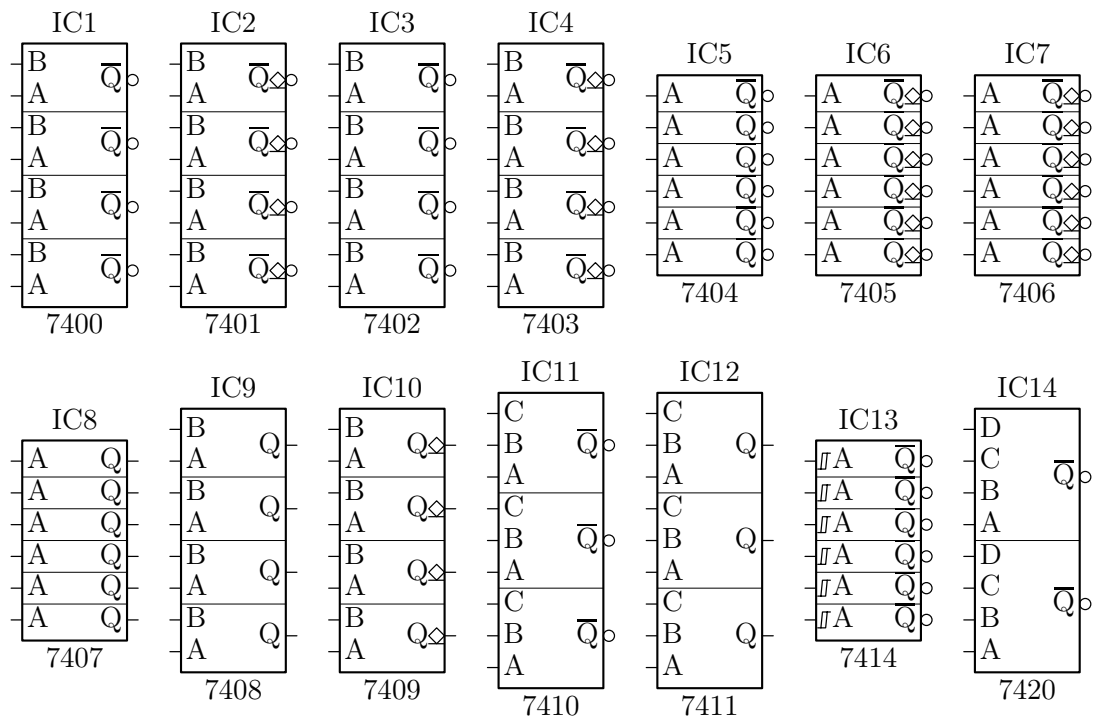


Abbildung 2.45: TTL-ICs

```

\begin{circuitdiagram}{68}{47}
\ttlic{7421}{4}{36}{R}{IC1}{7421}
\ttlic{7422}{14}{36}{R}{IC2}{7422}
\ttlic{7426}{24}{36}{R}{IC3}{7426}
\ttlic{7427}{34}{36}{R}{IC4}{7427}
\ttlic{7430}{44}{36}{R}{IC5}{7430}
\ttlic{7432}{54}{36}{R}{IC6}{7432}

```

```

\ttlic{7433}{64}{36}{R}{IC7}{7433}
\ttlic{7437}{4}{12}{R}{IC8}{7437}
\ttlic{7442}{14}{12}{R}{IC9}{7442}
\ttlic{7447}{24}{12}{R}{IC10}{7447}
\ttlic{7473}{34}{12}{R}{IC11}{7473}
\ttlic{7474}{44}{12}{R}{IC12}{7474}
\ttlic{7475}{54}{12}{R}{IC13}{7475}
\ttlic{7476}{64}{12}{R}{IC14}{7476}
\end{circuitdiagram}

```

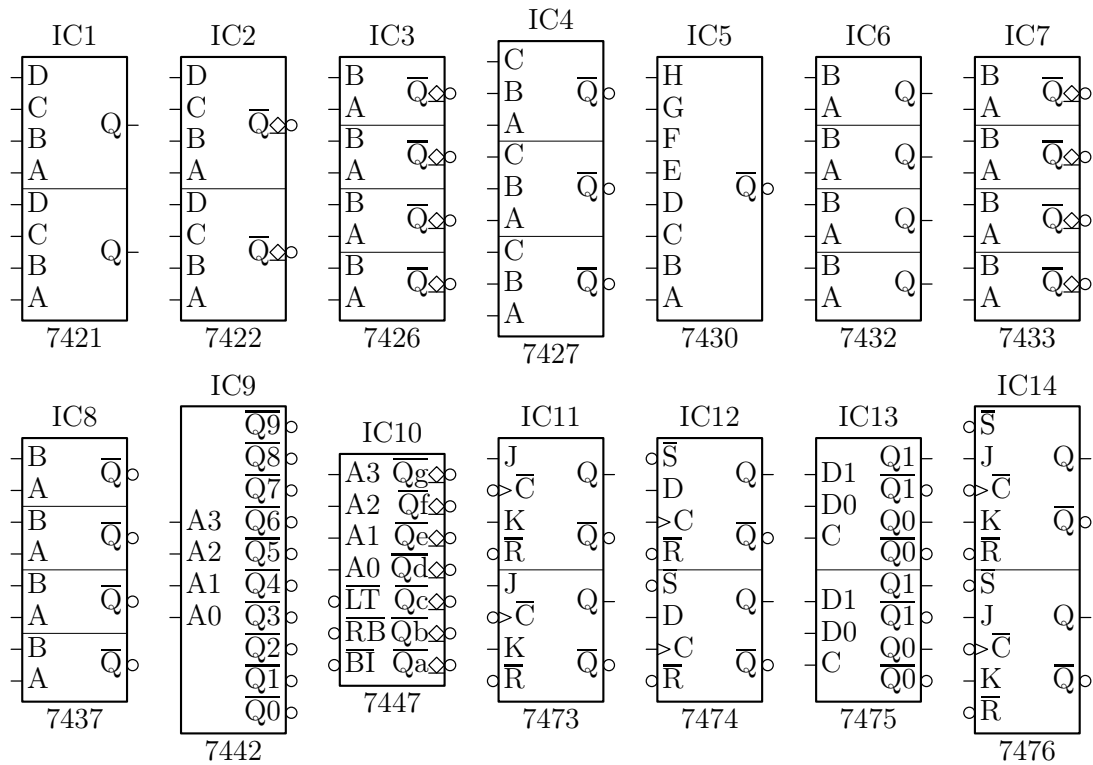


Abbildung 2.46: TTL-ICs

```

\begin{circuitdiagram}{68}{50}
\ttlic{7483}{4}{37}{R}{IC1}{7483}
\ttlic{7485}{14}{37}{R}{IC2}{7485}
\ttlic{7486}{24}{37}{R}{IC3}{7486}
\ttlic{7490}{34}{37}{R}{IC4}{7490}
\ttlic{7492}{44}{37}{R}{IC5}{7492}
\ttlic{74107}{54}{37}{R}{IC6}{74107}
\ttlic{74109}{64}{37}{R}{IC7}{74109}
\ttlic{74112}{4}{12}{R}{IC8}{74112}
\ttlic{74113}{14}{12}{R}{IC9}{74113}
\ttlic{74114}{24}{12}{R}{IC10}{74114}
\ttlic{74122}{34}{12}{R}{IC11}{74122}
\ttlic{74123}{44}{12}{R}{IC12}{74123}

```



```

\ttlic{74125}{54}{12}{R}{IC13}{74125}
\ttlic{74126}{64}{12}{R}{IC14}{74126}
\end{circuitdiagram}

```

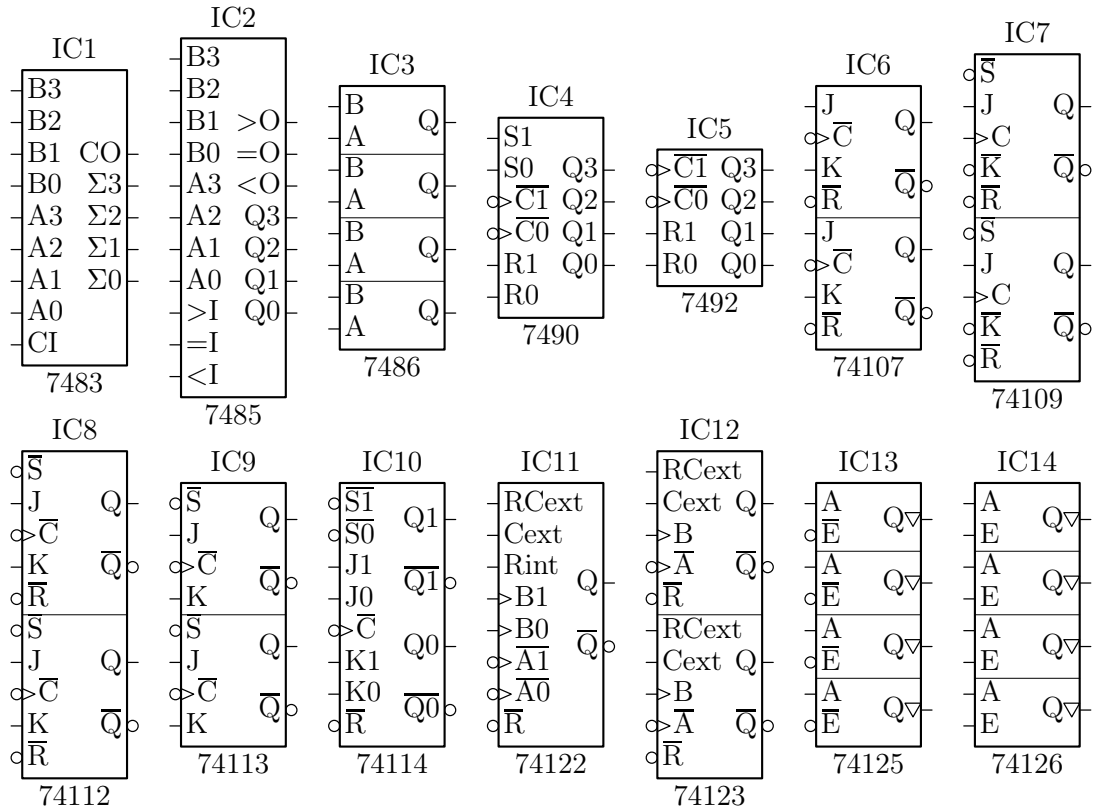


Abbildung 2.47: TTL-ICs

```

\begin{circuitdiagram}{68}{56}
\ttlic{74132}{4}{41}{R}{IC1}{74132}
\ttlic{74133}{14}{41}{R}{IC2}{74133}
\ttlic{74136}{24}{41}{R}{IC3}{74136}
\ttlic{74137}{34}{41}{R}{IC4}{74137}
\ttlic{74138}{44}{41}{R}{IC5}{74138}
\ttlic{74139}{54}{41}{R}{IC6}{74139}
\ttlic{74145}{64}{41}{R}{IC7}{74145}
\ttlic{74155}{4}{12}{R}{IC8}{74155}
\ttlic{74157}{14}{12}{R}{IC9}{74157}
\ttlic{74173}{24}{12}{R}{IC10}{74173}
\ttlic{74175}{34}{12}{R}{IC11}{74175}
\ttlic{74240}{44}{12}{R}{IC12}{74240}
\ttlic{74244}{54}{12}{R}{IC13}{74244}
\ttlic{74273}{64}{12}{R}{IC14}{74273}
\end{circuitdiagram}

```

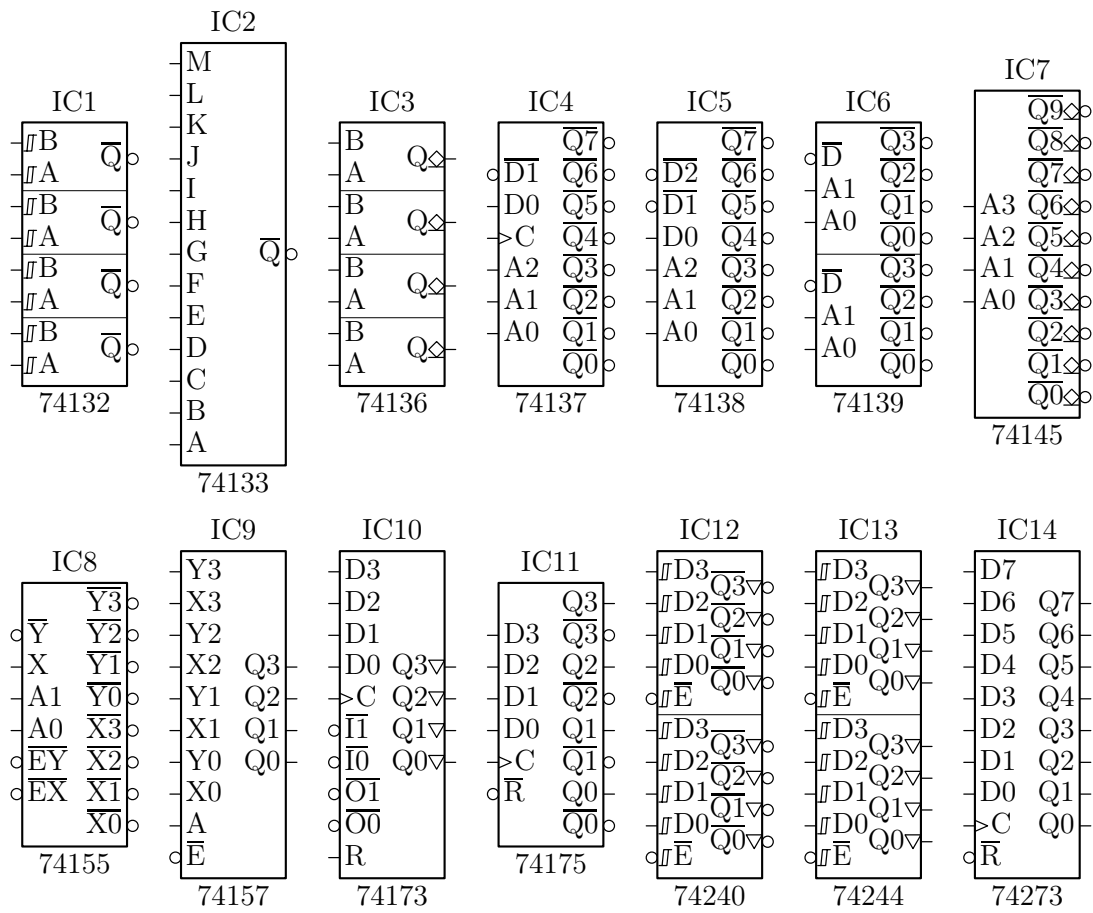


Abbildung 2.48: TTL-ICs

3 Leitungen und Anschlüsse

3.1 Drähte

Der Befehl `\wire` zeichnet einen Draht und besitzt vier Argumente. Die ersten beiden sind die x- und y-Koordinate des Startpunkts, die letzten beiden die des Endpunkts. Einige Drähte sind in der Abbildung 3.1 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{15}{3}
  \wire{0}{2}{3}{2}
  \wire{5}{0}{5}{3}
  \wire{7}{0}{9}{2}
  \wire{11}{1}{15}{1}
  \wire{13}{0}{13}{3}
\end{circuitdiagram}
```



Abbildung 3.1: Drähte

Der Befehl besitzt ein optionales Argument, das `H` oder `V` sein kann. In diesem Fall wird kein diagonaler Draht, sondern ein rechtwinklig abgeknickter Draht gezeichnet, der entweder zuerst horizontal oder zuerst vertikal verläuft. Einige solche Drähte sind in der Abbildung 3.2 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{30}{3}
  \wire[H]{0}{0}{2}{3}
  \wire[V]{4}{0}{6}{3}
  \wire[H]{10}{0}{8}{3}
  \wire[V]{14}{0}{12}{3}
  \wire[H]{16}{3}{18}{0}
  \wire[V]{20}{3}{22}{0}
  \wire[H]{26}{3}{24}{0}
  \wire[V]{30}{3}{28}{0}
\end{circuitdiagram}
```



Abbildung 3.2: Abgeknickte Drähte

3.2 Lötunkte

Der Befehl `\junct` zeichnet einen Lötunkt und besitzt zwei Argumente. Dies sind die x- und y-Koordinate des Punkts. Einige Lötunkte sind in der Abbildung 3.3 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{13}{3}
  \wire{0}{1}{2}{1}
```

```
\wire{2}{0}{2}{3}
\junct{2}{1}
\wire{4}{2}{7}{2}
\wire{5}{0}{5}{2}
\junct{5}{2}
\wire{9}{1}{13}{1}
\wire{11}{0}{11}{3}
\junct{11}{1}
\end{circuitdiagram}
```



Abbildung 3.3: Lötunkte

3.3 Anschlusspins

Der Befehl `\pin` zeichnet einen Anschlusspin und besitzt vier Argumente. Dies sind die ersten vier der fünf Standardargumente, d. h. nur der Bauelementwert fällt weg. Einige Anschlusspins sind in der Abbildung 3.4 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{58}{6}
\pin{1}{3}{L}{-}
\pin{6}{3}{L}{A}
\pin{10}{3}{R}{-}
\pin{14}{3}{R}{B}
\pin{19}{3}{LR}{-}
\pin{23}{3}{LR}{A}
\pin{27}{3}{LRd}{B}
\pin{31}{3}{U}{-}
\pin{35}{3}{U}{A}
\pin{39}{3}{D}{-}
\pin{43}{3}{D}{B}
\pin{47}{3}{UD}{-}
\pin{51}{3}{UD}{A}
\pin{57}{3}{UD1}{B}
\end{circuitdiagram}
```

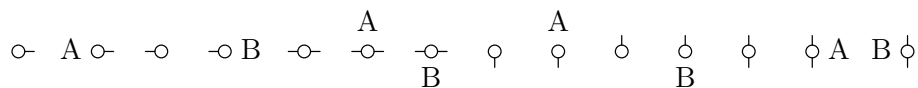


Abbildung 3.4: Anschlusspins

3.4 Spannungsversorgung

Der Befehl `\ground` zeichnet ein Massesymbol und besitzt drei Argumente. Dies sind die ersten drei der fünf Standardargumente, d. h. Referenz und Bauelementwert fallen weg. Einige

Massesymbole sind in der Abbildung 3.5 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{15}{4}
  \ground{1}{2}{L}
  \ground{5}{2}{R}
  \ground{9}{2}{U}
  \ground{13}{2}{D}
\end{circuitdiagram}
```



Abbildung 3.5: Masse

Der Befehl `\power` zeichnet einen Versorgungsspannungspfeil und besitzt vier Argumente. Dies sind die ersten drei und das letzte der fünf Standardargumente, d. h. die Referenz fällt weg. Einige Versorgungsspannungspfeile sind in der Abbildung 3.6 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{19}{6}
  \power{4}{3}{L}{5V}
  \power{8}{3}{R}{5V}
  \power{14}{3}{U}{5V}
  \power{18}{3}{D}{5V}
\end{circuitdiagram}
```



Abbildung 3.6: Versorgungsspannungspfeile

3.5 Spannungspfeile

Der Befehl `\VOLTarrow` zeichnet einen Spannungspfeil und besitzt sechs Argumente. Die ersten vier sind die beiden Koordinaten des Anfangspunkts und die beiden Koordinaten des Endpunkts. Beim Zeichnen der Linie wird an beiden Enden ein fester Abstand gelassen, damit die Kombination zusammen mit `\pin` vernünftig aussieht. Das fünfte ist die Orientierung und das sechste der Wert. Einige Spannungspfeile sind in der Abbildung 3.7 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{12}{15}
  \pin{2}{13}{R}{}
  \pin{2}{2}{U}{}
  \ground{2}{0}{D}
  \VOLTarrow{2}{13}{2}{2}{r}{\$U_1\$}
  \pin{11}{14}{L}{}
  \VOLTarrow{11}{14}{2}{13}{d}{\$U_2\$}
  \pin{10}{2}{U}{}
  \ground{10}{0}{D}
```

```

\Voltarrow{2}{2}{10}{2}{u}{0V}
\Voltarrow{10}{2}{11}{14}{1}{U_3$}
\end{circuitdiagram}

```

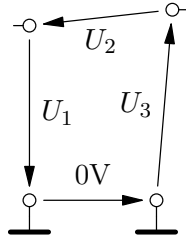


Abbildung 3.7: Spannungspfeile

3.6 Strompfeile

Der Befehl `\currarrow` zeichnet einen Strompfeil (ohne Linie oder Draht) und besitzt vier Argumente. Dies sind die ersten drei der fünf Standardargumente, d. h. Referenz und Bauelementwert fallen weg, und das vierte Argument ist der Text. Einige Strompfeile sind in der Abbildung 3.8 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{43}{6}
\wire{0}{3}{4}{3}
\currarrow{2}{3}{L}{$I_1$}
\wire{6}{3}{10}{3}
\currarrow{8}{3}{Ld}{$I_2$}
\wire{12}{3}{16}{3}
\currarrow{14}{3}{R}{$I_3$}
\wire{18}{3}{22}{3}
\currarrow{20}{3}{Rd}{$I_4$}
\wire{25}{1}{25}{5}
\currarrow{25}{3}{U}{$I_5$}
\wire{32}{1}{32}{5}
\currarrow{32}{3}{U1}{$I_6$}
\wire{35}{1}{35}{5}
\currarrow{35}{3}{D}{$I_7$}
\wire{42}{1}{42}{5}
\currarrow{42}{3}{D1}{$I_8$}
\end{circuitdiagram}

```

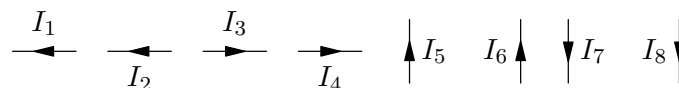


Abbildung 3.8: Strompfeile

4 Zusätze zu den Bauelementen

Alle Zusätze zu Bauelementen stehen im optionalen Argument an erster Stelle vom Bauelementbefehl.

4.1 Verlängerte Zuleitungen

Die Befehle `\wireL`, `\wireR`, `\wireLR`, `\wireU`, `\wireD` und `\wireUD` zeichnen Leitungen an die Anschlüsse eines Bauelements und besitzen ein Argument. Dies ist die Länge des Drahts. Einige verlängerte Zuleitungen sind in der Abbildung 4.1 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{70}{39}
\voltsrc[\wireL{2}]{5}{34}{H}{U1}{}
\voltsrc[\wireU{2}]{12}{34}{V}{U2}{}
\currsrc[\wireR{2}]{22}{34}{H}{I1}{}
\currsrc[\wireD{2}]{31}{34}{V}{I2}{}
\othersrc[\wireLR{1}]{batt}{41}{34}{L}{U3}{}
\othersrc[\wireUD{1}]{oo}{49}{34}{V}{I3}{}
\switch[\wireL{2}]{off}{60}{34}{R}{S1}{}
\switch[\wireUD{1}]{online}{66}{34}{U}{S2}{}
\switch[\wireL{1}]{tog}{4}{23}{L}{S3}{}
\switch[\wireLR{1}]{togtouch*}{12}{23}{DR}{S4}{}
\resis[\wireL{2}]{23}{23}{H}{R1}{}
\resis[\wireUD{1}]{29}{23}{V}{R2}{}
\capac[\wireLR{1}]{37}{23}{Hu}{C1}{}
\capac[\wireU{2}]{43}{23}{V}{C2}{}
\induc[\wireLR{1}]{52}{23}{H}{L1}{}
\induc[\wireUD{1}]{59}{23}{V}{L2}{}
\diode[\wireR{2}]{66}{23}{L}{D1}{}
\diode[\wireU{2}]{2}{12}{D}{D2}{}
\diac[\wireLR{1}]{11}{12}{H}{D3}{}
\diac[\wireD{2}]{19}{12}{V}{D4}{}
\trans[\wireR{2}]{nnp}{27}{12}{Lud}{T1}{}
\trans[\wireUD{1}]{pnp}{37}{12}{Rud}{T2}{}
\trans[\wireU{1.5}]{nenh}{43}{12}{Lud}{T3}{}
\trans[\wireR{1}]{pdep*}{51}{12}{Rud}{T4}{}
\trans[\wireUD{1.5}]{nj}{59}{12}{LUud}{T5}{}
\trans[\wireL{1}]{pj}{68}{12}{RDud}{T6}{}
\pin[\wireL{2}]{18}{3}{R}{A}
\pin[\wireD{2}]{23}{3}{U}{B}
\pin[\wireUD{1}]{27}{3}{UD}{C}
\ground[\wireR{2}]{32}{3}{L}
\ground[\wireU{2}]{39}{3}{D}
\power[\wireR{2}]{47}{3}{L}{5 V}
\power[\wireD{2}]{54}{3}{U}{12 V}
\end{circuitdiagram}
```

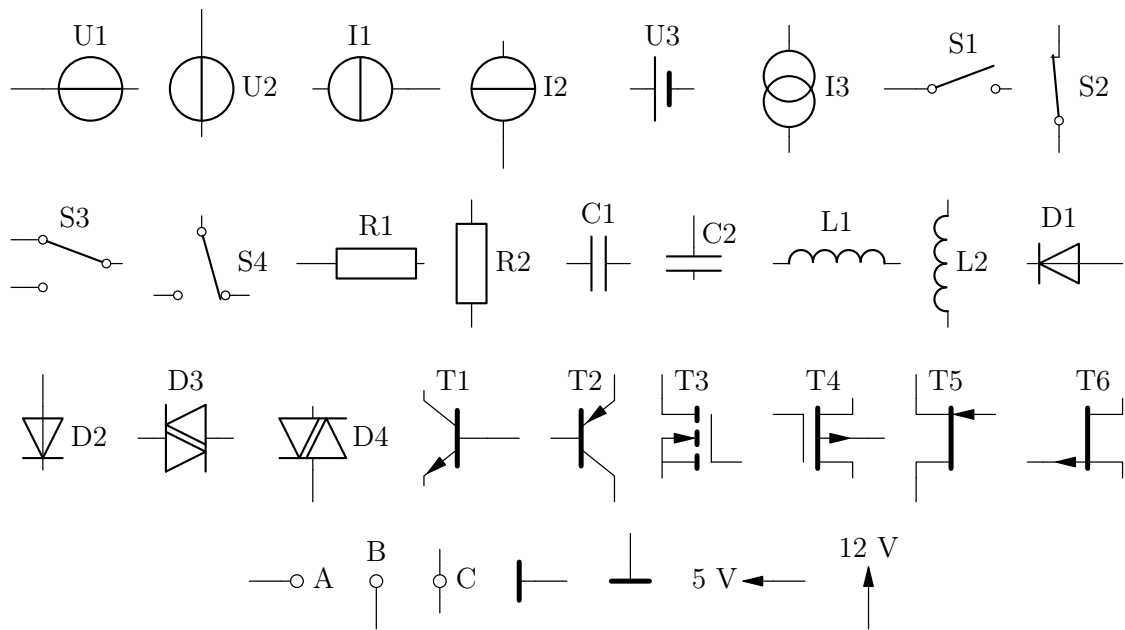


Abbildung 4.1: Verlängerte Zuleitungen

4.2 Stecker und Buchsen

Der Befehl `\male` verwandelt einen Pin in einen Stecker und besitzt kein Argument. Einige Stecker sind in der Abbildung 4.2 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{19}{6}
  \pin[\male]{3}{3}{L}{A}
  \pin[\male]{8}{3}{R}{B}
  \pin[\male]{14}{3}{U}{A}
  \pin[\male]{18}{3}{D}{B}
\end{circuitdiagram}
```

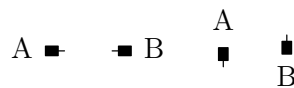


Abbildung 4.2: Stecker

Der Befehl `\female` verwandelt einen Pin in eine Buchse und besitzt kein Argument. Einige Buchsen sind in der Abbildung 4.3 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{19}{6}
  \pin[\female]{3}{3}{L}{A}
  \pin[\female]{8}{3}{R}{B}
  \pin[\female]{14}{3}{U}{A}
  \pin[\female]{18}{3}{D}{B}
\end{circuitdiagram}
```

Stecker und Buchsen passen dann ineinander (Abbildung 4.4):



Abbildung 4.3: Buchsen

```
\begin{circuitdiagram}{7}{2}
\pin[\male]{1}{1}{L}{}
\pin[\female]{1}{1}{R}{}
\pin[\male]{6}{1}{U}{}
\pin[\female]{6}{1}{D}{}
\end{circuitdiagram}
```

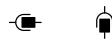


Abbildung 4.4: Stecker und Buchsen

4.3 Spannungspfeile

Der Befehl `\voltarrow` zeichnet einen Spannungspfeil an ein Bauelement und besitzt zwei Argumente. Dies sind die Position des Pfeils und der Text. Einige Bauelemente mit Spannungspfeilen sind in der Abbildung 4.5 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{60}{26}
\voltsrc[\voltarrow{UL}]{U_1$}{3}{21}{Hd}{U1}{}
\currsrc[\voltarrow{UR}]{U_2$}{11}{21}{Hd}{I1}{}
\switch[\voltarrow{DL}]{U_3$}{off}{19}{21}{R}{S1}{}
\resis[\voltarrow{DR}]{U_4$}{27}{21}{H}{R1}{}
\capac[\voltarrow{UL}]{U_5$}{35}{21}{Hd}{C1}{}
\induc[\voltarrow{UR}]{U_6$}{43}{21}{Hd}{L1}{}
\diode[\voltarrow{DL}]{U_7$}{51}{21}{R}{D1}{}
\diac[\voltarrow{DR}]{U_8$}{58}{21}{H}{D2}{}
\voltsrc[\voltarrow{LU}]{U_9$}{13}{11}{V}{U2}{}
\currsrc[\voltarrow{LD}]{U_{10}$}{26}{11}{V}{I2}{}
\switch[\voltarrow{RU}]{U_{11}$}{off}{35}{11}{UR1}{S2}{}
\resis[\voltarrow{RD}]{U_{12}$}{46}{11}{V1}{R2}{}
\capac[\voltarrow{LU}]{U_{13}$}{14}{3}{V}{C2}{}
\induc[\voltarrow{LD}]{U_{14}$}{24}{3}{V}{L2}{}
\diode[\voltarrow{RU}]{U_{15}$}{33}{3}{D1}{D3}{}
\diac[\voltarrow{RD}]{U_{16}$}{45}{3}{V1}{D4}{}
\end{circuitdiagram}
```

4.4 Signal-Symbole

Der Befehl `\sigsym` (bereitgestellt von der Paketoption `srcmeas`) zeichnet ein Spannungs- bzw. Strom-Signal-Symbol und besitzt ein Argument. Dies beschreibt die Signalform. Einige Signal-Symbole sind in der Abbildung 4.6 dargestellt:

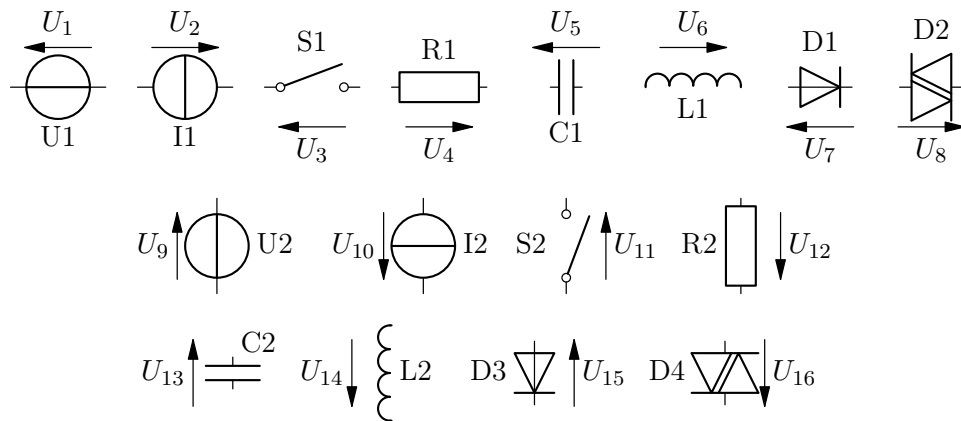


Abbildung 4.5: Spannungspfeile

```

\begin{circuitdiagram}{66}{16}
\othersrc[\sigsym{cos}]{o}{3}{12}{H}{U1}{-}
\othersrc[\sigsym{cos>}]{o}{10}{12}{V}{U2}{-}
\othersrc[\sigsym{-cos}]{o}{20}{12}{H}{U3}{-}
\othersrc[\sigsym{-cos>}]{o}{27}{12}{V}{U4}{-}
\othersrc[\sigsym{rec}]{o}{37}{12}{H}{U5}{-}
\othersrc[\sigsym{rec>}]{o}{44}{12}{V}{U6}{-}
\othersrc[\sigsym{-rec}]{o}{54}{12}{H}{U7}{-}
\othersrc[\sigsym{-rec>}]{o}{61}{12}{V}{U8}{-}
\othersrc[\sigsym{tri}]{o}{3}{3}{H}{I1}{-}
\othersrc[\sigsym{tri>}]{o}{10}{3}{V}{I2}{-}
\othersrc[\sigsym{-tri}]{o}{20}{3}{H}{I3}{-}
\othersrc[\sigsym{-tri>}]{o}{27}{3}{V}{I4}{-}
\othersrc[\sigsym{saw}]{o}{37}{3}{H}{I5}{-}
\othersrc[\sigsym{saw>}]{o}{44}{3}{V}{I6}{-}
\othersrc[\sigsym{-saw}]{o}{54}{3}{H}{I7}{-}
\othersrc[\sigsym{-saw>}]{o}{61}{3}{V}{I8}{-}
\end{circuitdiagram}

```

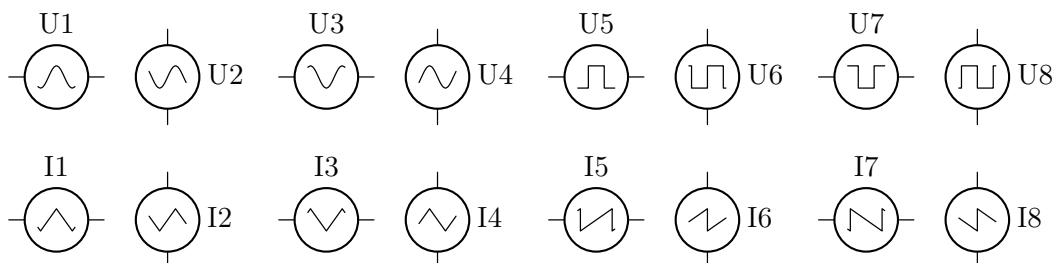


Abbildung 4.6: Signal-Symbole

4.5 Polarität

Der Befehl `\polarity` (bereitgestellt von der Paketoption `srcmeas`) zeichnet ein Plus- und ein Minuszeichen und besitzt ein Argument. Dies beschreibt die Position des Pluszeichens. Einige Polaritäten sind in der Abbildung 4.7 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{69}{18}
\voltsrc[\polarity{UL}]{4}{14}{H}{U1}{}
\currsrc[\polarity{UR}]{13}{14}{Hu}{I1}{}
\othersrc[\polarity{DL}]{batt2}{22}{14}{Ldd}{U2}{}
\othersrc[\polarity{DR}]{oo}{31}{14}{Hr}{I2}{}
\voltsrc[\polarity{LU}]{40}{14}{V}{U3}{}
\currsrc[\polarity{LD}]{52}{14}{Vlr}{I3}{}
\othersrc[\polarity{RU}]{batt2}{59}{14}{Uh1}{U4}{}
\othersrc[\polarity{RD}]{oo}{66}{14}{Vd}{I4}{}
\measdev[\polarity{UL}]{4}{4}{H}{M1}{}
\measdev[\polarity{UR}]{13}{4}{Hu}{M2}{}
\measdev[\polarity{DL}]{22}{4}{Hdd}{M3}{}
\measdev[\polarity{DR}]{31}{4}{Hr}{M4}{}
\measdev[\polarity{LU}]{40}{4}{V}{M5}{}
\measdev[\polarity{LD}]{52}{4}{Vlr}{M6}{}
\measdev[\polarity{RU}]{59}{4}{Vh1}{M7}{}
\measdev[\polarity{RD}]{66}{4}{Vd}{M8}{}
\end{circuitdiagram}
```

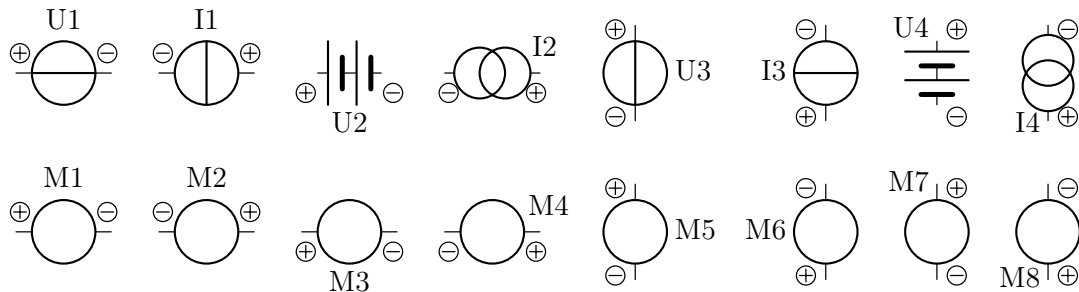


Abbildung 4.7: Polaritäten

4.6 Messgeräte-Einheiten

Der Befehl `\measunit` (bereitgestellt von der Paketoption `srcmeas`) druckt eine Einheit eines Messgeräts und besitzt ein Argument. Dies ist die Einheit als Text. Einige Messgeräte-Einheiten sind in der Abbildung 4.8 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{66}{7}
\measdev[\measunit{V}]{3}{3}{H}{M1}{}
\measdev[\measunit{kV}]{10}{3}{V}{M2}{}
\measdev[\measunit{mV}]{20}{3}{H}{M3}{}
\measdev[\measunit{A}]{27}{3}{V}{M4}{}
\measdev[\measunit{mA}]{37}{3}{H}{M5}{}
\end{circuitdiagram}
```

```

\measdev[\measunit{\micro A}]{44}{3}{V}{M6}{-}
\measdev[\measunit{\Ohm}]{54}{3}{H}{M7}{-}
\measdev[\measunit{k\Ohm}]{61}{3}{V}{M8}{-}
\end{circuitdiagram}

```

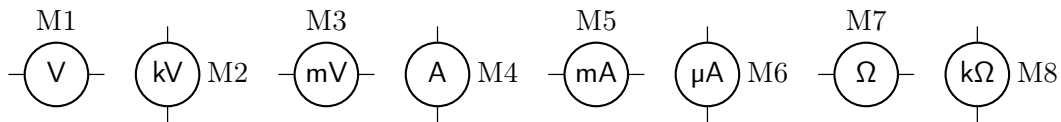


Abbildung 4.8: Messgeräte-Einheiten

4.7 Veränderbarkeit

Der Befehl `\modify` zeichnet einen Veränderbarkeitspfeil diagonal durch ein Bauelement und besitzt ein Argument. Dies ist die Position der Pfeilspitze und – bei Widerständen – ob eine Verbindung zum Anschluss hergestellt wird. Einige Quellen sind in der Abbildung 4.9 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{67}{25}
\voltsrc[\modify{LU}]{3}{21}{H}{U1}{-}
\voltsrc[\modify{LD}]{11}{21}{H}{U2}{-}
\voltsrc[\modify{RU}]{19}{21}{H}{U3}{-}
\voltsrc[\modify{RD}]{27}{21}{H}{U4}{-}
\voltsrc[\modify{LU}]{35}{21}{V}{U5}{-}
\voltsrc[\modify{LD}]{44}{21}{V}{U6}{-}
\voltsrc[\modify{RU}]{53}{21}{V}{U7}{-}
\voltsrc[\modify{RD}]{62}{21}{V}{U8}{-}
\currsrc[\modify{LU}]{3}{12}{H}{I1}{-}
\currsrc[\modify{LD}]{11}{12}{H}{I2}{-}
\currsrc[\modify{RU}]{19}{12}{H}{I3}{-}
\currsrc[\modify{RD}]{27}{12}{H}{I4}{-}
\currsrc[\modify{LU}]{35}{12}{V}{I5}{-}
\currsrc[\modify{LD}]{44}{12}{V}{I6}{-}
\currsrc[\modify{RU}]{53}{12}{V}{I7}{-}
\currsrc[\modify{RD}]{62}{12}{V}{I8}{-}
\othersrc[\modify{LU}]{o}{3}{3}{H}{U9}{-}
\othersrc[\modify{LD}]{+-}{11}{3}{L}{U10}{-}
\othersrc[\modify{RU}]{oo}{19}{3}{H}{I}{-}
\othersrc[\modify{RD}]{()}{27}{3}{H}{I10}{-}
\othersrc[\modify{LU}]{o}{35}{3}{V}{U11}{-}
\othersrc[\modify{LD}]{+-}{44}{3}{U}{U12}{-}
\othersrc[\modify{RU}]{oo}{53}{3}{V}{I11}{-}
\othersrc[\modify{RD}]{()}{62}{3}{V}{I12}{-}
\end{circuitdiagram}

```

Einige Widerstände sind in der Abbildung 4.10 dargestellt:

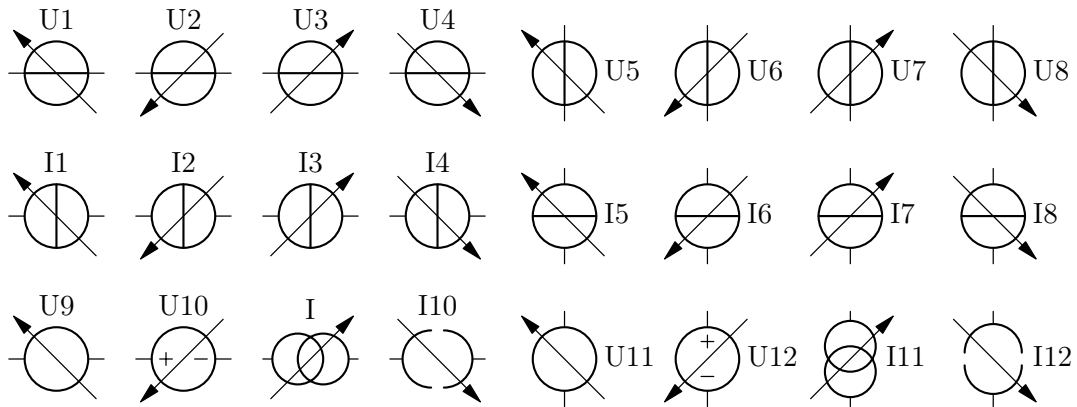


Abbildung 4.9: Veränderbarkeitspfeile bei Quellen

```

\begin{circuitdiagram}{71}{16}
\resis[\modify{LU}]{5}{13}{H}{R1}{}
\resis[\modify{LU*}]{13}{13}{H}{R2}{}
\resis[\modify{LD}]{22}{13}{H}{R3}{}
\resis[\modify{LD*}]{30}{13}{H}{R4}{}
\resis[\modify{RU}]{39}{13}{H}{R5}{}
\resis[\modify{RU*}]{48}{13}{H}{R6}{}
\resis[\modify{RD}]{56}{13}{H}{R7}{}
\resis[\modify{RD*}]{65}{13}{H}{R8}{}
\resis[\modify{LU}]{3}{4}{V}{R9}{}
\resis[\modify{LU*}]{12}{4}{V}{R10}{}
\resis[\modify{LD}]{21}{4}{V}{R11}{}
\resis[\modify{LD*}]{30}{4}{V}{R12}{}
\resis[\modify{RU}]{39}{4}{V}{R13}{}
\resis[\modify{RU*}]{48}{4}{V}{R14}{}
\resis[\modify{RD}]{57}{4}{V}{R15}{}
\resis[\modify{RD*}]{66}{4}{V}{R16}{}
\end{circuitdiagram}

```

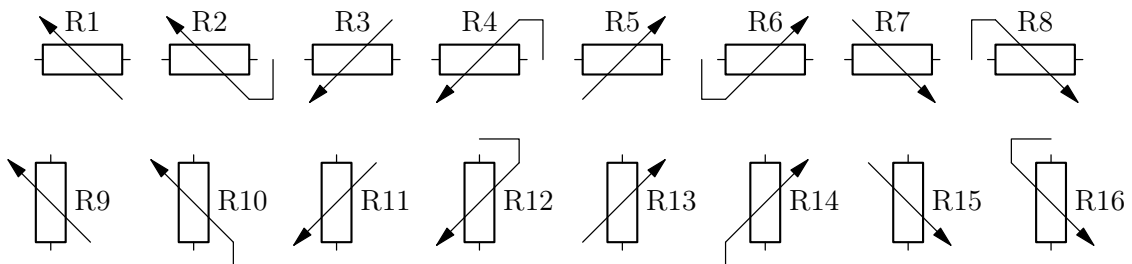


Abbildung 4.10: Veränderbarkeitspfeile bei Widerständen

Einige Kondensatoren sind in der Abbildung 4.11 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{63}{7}
\capac[\modify{LU}]{3}{3}{Hud}{C1}{}

```

```

\capac[\modify{LD}]{10}{3}{Hud}{C2}{}
\capac[\modify{RU}]{17}{3}{Hud}{C3}{}
\capac[\modify{RD}]{24}{3}{Hud}{C4}{}
\capac[\modify{LU}]{31}{3}{Vr}{C5}{}
\capac[\modify{LD}]{40}{3}{Vr}{C6}{}
\capac[\modify{RU}]{49}{3}{Vr}{C7}{}
\capac[\modify{RD}]{58}{3}{Vr}{C8}{}
\end{circuitdiagram}

```

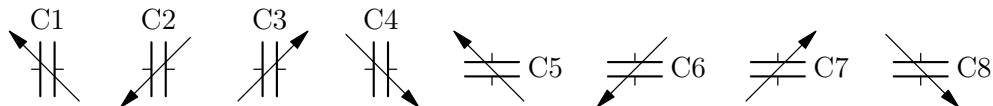


Abbildung 4.11: Veränderbarkeitspfeile bei Kondensatoren

Einige horizontale Spulen sind in der Abbildung 4.12 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{62}{23}
\normalinduc
\induc[\modify{LU}]{3}{19}{H}{L1}{}
\induc[\modify{LU}]{11}{19}{HD}{L2}{}
\induc[\modify{LD}]{19}{19}{H}{L3}{}
\induc[\modify{LD}]{27}{19}{HD}{L4}{}
\induc[\modify{RU}]{35}{19}{H}{L5}{}
\induc[\modify{RU}]{43}{19}{HD}{L6}{}
\induc[\modify{RD}]{51}{19}{H}{L7}{}
\induc[\modify{RD}]{59}{19}{HD}{L8}{}
\curlyinduc
\induc[\modify{LU}]{3}{11}{H}{L9}{}
\induc[\modify{LU}]{11}{11}{HD}{L10}{}
\induc[\modify{LD}]{19}{11}{H}{L11}{}
\induc[\modify{LD}]{27}{11}{HD}{L12}{}
\induc[\modify{RU}]{35}{11}{H}{L13}{}
\induc[\modify{RU}]{43}{11}{HD}{L14}{}
\induc[\modify{RD}]{51}{11}{H}{L15}{}
\induc[\modify{RD}]{59}{11}{HD}{L16}{}
\filledinduc
\induc[\modify{LU}]{3}{3}{H}{L17}{}
\induc[\modify{LU}]{11}{3}{HD}{L18}{}
\induc[\modify{LD}]{19}{3}{H}{L19}{}
\induc[\modify{LD}]{27}{3}{HD}{L20}{}
\induc[\modify{RU}]{35}{3}{H}{L21}{}
\induc[\modify{RU}]{43}{3}{HD}{L22}{}
\induc[\modify{RD}]{51}{3}{H}{L23}{}
\induc[\modify{RD}]{59}{3}{HD}{L24}{}
\end{circuitdiagram}

```

Einige vertikale Spulen sind in der Abbildung 4.13 dargestellt:

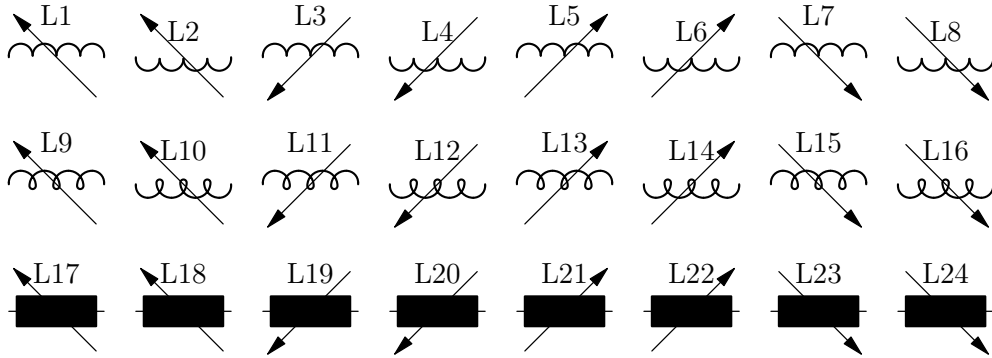


Abbildung 4.12: Veränderbarkeitspfeile bei horizontalen Spulen

```

\begin{circuitdiagram}{71}{22}
\normalinduc
\induc[\modify{LU}]{3}{19}{V}{L1}{}
\induc[\modify{LU}]{12}{19}{VR}{L2}{}
\induc[\modify{LD}]{21}{19}{V}{L3}{}
\induc[\modify{LD}]{30}{19}{VR}{L4}{}
\induc[\modify{RU}]{39}{19}{V}{L5}{}
\induc[\modify{RU}]{48}{19}{VR}{L6}{}
\induc[\modify{RD}]{57}{19}{V}{L7}{}
\induc[\modify{RD}]{66}{19}{VR}{L8}{}
\curlyinduc
\induc[\modify{LU}]{3}{11}{V}{L9}{}
\induc[\modify{LU}]{12}{11}{VR}{L10}{}
\induc[\modify{LD}]{21}{11}{V}{L11}{}
\induc[\modify{LD}]{30}{11}{VR}{L12}{}
\induc[\modify{RU}]{39}{11}{V}{L13}{}
\induc[\modify{RU}]{48}{11}{VR}{L14}{}
\induc[\modify{RD}]{57}{11}{V}{L15}{}
\induc[\modify{RD}]{66}{11}{VR}{L16}{}
\filledinduc
\induc[\modify{LU}]{3}{3}{V}{L17}{}
\induc[\modify{LU}]{12}{3}{VR}{L18}{}
\induc[\modify{LD}]{21}{3}{V}{L19}{}
\induc[\modify{LD}]{30}{3}{VR}{L20}{}
\induc[\modify{RU}]{39}{3}{V}{L21}{}
\induc[\modify{RU}]{48}{3}{VR}{L22}{}
\induc[\modify{RD}]{57}{3}{V}{L23}{}
\induc[\modify{RD}]{66}{3}{VR}{L24}{}
\end{circuitdiagram}

```

4.8 Einstellbarkeit

Der Befehl `\trim` zeichnet einen Einstellbarkeitsstrich diagonal durch ein Bauelement und besitzt ein Argument. Dies ist die Position der Strichendes und – bei Widerständen – ob eine

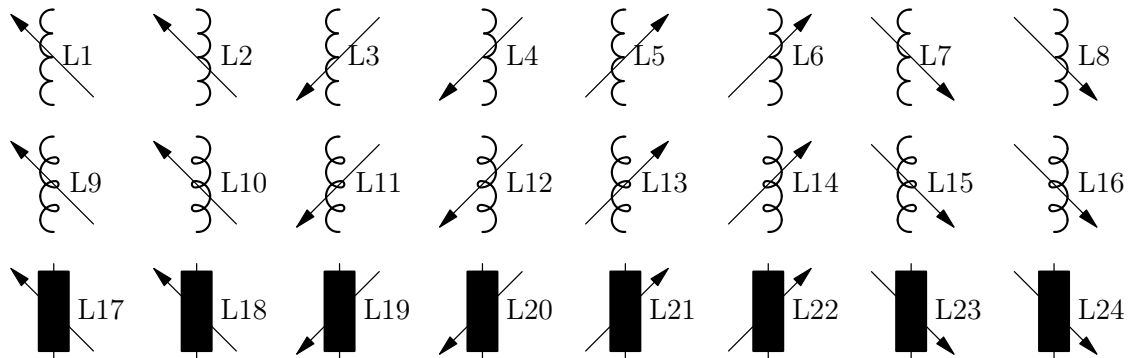


Abbildung 4.13: Veränderbarkeitspfeile bei vertikalen Spulen

Verbindung zum Anschluss hergestellt wird. Einige Widerstände sind in der Abbildung 4.14 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{71}{16}
\resis[\trim{LU}]{5}{13}{H}{R1}{}
\resis[\trim{LU*}]{13}{13}{H}{R2}{}
\resis[\trim{LD}]{22}{13}{H}{R3}{}
\resis[\trim{LD*}]{30}{13}{H}{R4}{}
\resis[\trim{RU}]{39}{13}{H}{R5}{}
\resis[\trim{RU*}]{48}{13}{H}{R6}{}
\resis[\trim{RD}]{56}{13}{H}{R7}{}
\resis[\trim{RD*}]{65}{13}{H}{R8}{}
\resis[\trim{LU}]{3}{4}{V}{R9}{}
\resis[\trim{LU*}]{12}{4}{V}{R10}{}
\resis[\trim{LD}]{21}{4}{V}{R11}{}
\resis[\trim{LD*}]{30}{4}{V}{R12}{}
\resis[\trim{RU}]{39}{4}{V}{R13}{}
\resis[\trim{RU*}]{48}{4}{V}{R14}{}
\resis[\trim{RD}]{57}{4}{V}{R15}{}
\resis[\trim{RD*}]{66}{4}{V}{R16}{}
\end{circuitdiagram}
```

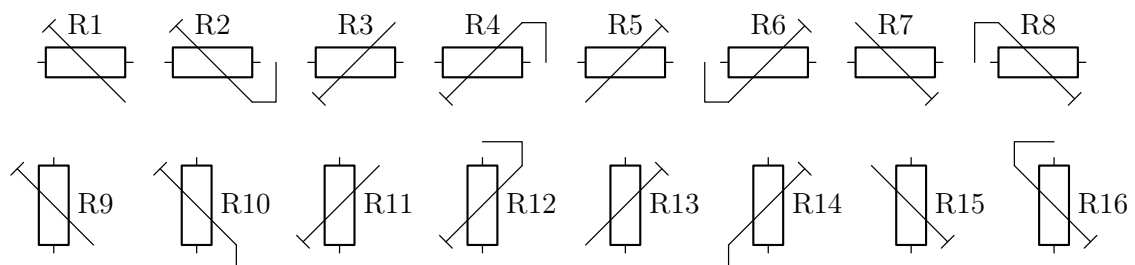


Abbildung 4.14: Einstellbarkeitsstriche bei Widerständen

Einige Kondensatoren sind in der Abbildung 4.15 dargestellt:


```

\begin{circuitdiagram}{63}{7}
\capac[\trim{LU}]{3}{3}{Hud}{C1}{}
\capac[\trim{LD}]{10}{3}{Hud}{C2}{}
\capac[\trim{RU}]{17}{3}{Hud}{C3}{}
\capac[\trim{RD}]{24}{3}{Hud}{C4}{}
\capac[\trim{LU}]{31}{3}{Vr}{C5}{}
\capac[\trim{LD}]{40}{3}{Vr}{C6}{}
\capac[\trim{RU}]{49}{3}{Vr}{C7}{}
\capac[\trim{RD}]{58}{3}{Vr}{C8}{}
\end{circuitdiagram}

```

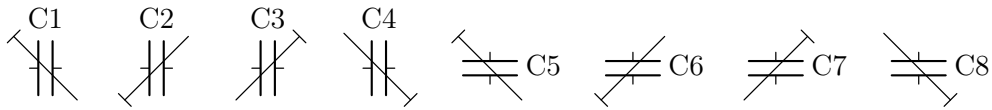


Abbildung 4.15: Einstellbarkeitsstriche bei Kondensatoren

Einige horizontale Spulen sind in der Abbildung 4.16 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{62}{23}
\normalinduc
\induc[\trim{LU}]{3}{19}{H}{L1}{}
\induc[\trim{LU}]{11}{19}{HD}{L2}{}
\induc[\trim{LD}]{19}{19}{H}{L3}{}
\induc[\trim{LD}]{27}{19}{HD}{L4}{}
\induc[\trim{RU}]{35}{19}{H}{L5}{}
\induc[\trim{RU}]{43}{19}{HD}{L6}{}
\induc[\trim{RD}]{51}{19}{H}{L7}{}
\induc[\trim{RD}]{59}{19}{HD}{L8}{}
\curlyinduc
\induc[\trim{LU}]{3}{11}{H}{L9}{}
\induc[\trim{LU}]{11}{11}{HD}{L10}{}
\induc[\trim{LD}]{19}{11}{H}{L11}{}
\induc[\trim{LD}]{27}{11}{HD}{L12}{}
\induc[\trim{RU}]{35}{11}{H}{L13}{}
\induc[\trim{RU}]{43}{11}{HD}{L14}{}
\induc[\trim{RD}]{51}{11}{H}{L15}{}
\induc[\trim{RD}]{59}{11}{HD}{L16}{}
\filledinduc
\induc[\trim{LU}]{3}{3}{H}{L17}{}
\induc[\trim{LU}]{11}{3}{HD}{L18}{}
\induc[\trim{LD}]{19}{3}{H}{L19}{}
\induc[\trim{LD}]{27}{3}{HD}{L20}{}
\induc[\trim{RU}]{35}{3}{H}{L21}{}
\induc[\trim{RU}]{43}{3}{HD}{L22}{}
\induc[\trim{RD}]{51}{3}{H}{L23}{}
\induc[\trim{RD}]{59}{3}{HD}{L24}{}
\end{circuitdiagram}

```

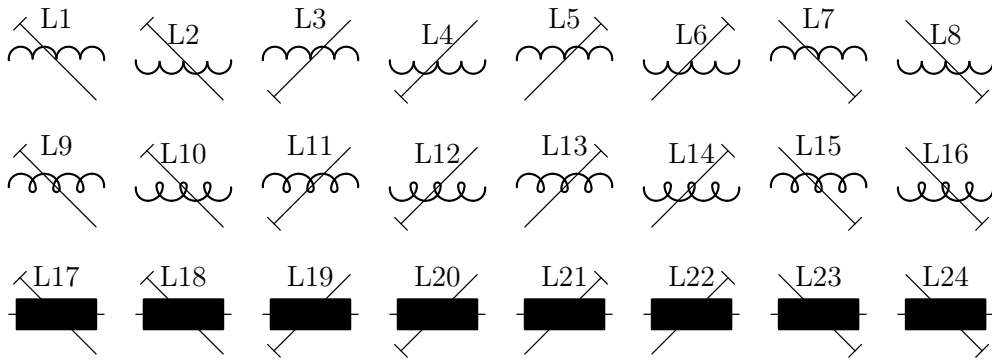


Abbildung 4.16: Einstellbarkeitsstriche bei horizontalen Spulen

Einige vertikale Spulen sind in der Abbildung 4.17 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{71}{22}
  \normalinduc
  \induc[\trim{LU}]{3}{19}{V}{L1}{}
  \induc[\trim{LU}]{12}{19}{VR}{L2}{}
  \induc[\trim{LD}]{21}{19}{V}{L3}{}
  \induc[\trim{LD}]{30}{19}{VR}{L4}{}
  \induc[\trim{RU}]{39}{19}{V}{L5}{}
  \induc[\trim{RU}]{48}{19}{VR}{L6}{}
  \induc[\trim{RD}]{57}{19}{V}{L7}{}
  \induc[\trim{RD}]{66}{19}{VR}{L8}{}
  \curlyinduc
  \induc[\trim{LU}]{3}{11}{V}{L9}{}
  \induc[\trim{LU}]{12}{11}{VR}{L10}{}
  \induc[\trim{LD}]{21}{11}{V}{L11}{}
  \induc[\trim{LD}]{30}{11}{VR}{L12}{}
  \induc[\trim{RU}]{39}{11}{V}{L13}{}
  \induc[\trim{RU}]{48}{11}{VR}{L14}{}
  \induc[\trim{RD}]{57}{11}{V}{L15}{}
  \induc[\trim{RD}]{66}{11}{VR}{L16}{}
  \filledinduc
  \induc[\trim{LU}]{3}{3}{V}{L17}{}
  \induc[\trim{LU}]{12}{3}{VR}{L18}{}
  \induc[\trim{LD}]{21}{3}{V}{L19}{}
  \induc[\trim{LD}]{30}{3}{VR}{L20}{}
  \induc[\trim{RU}]{39}{3}{V}{L21}{}
  \induc[\trim{RU}]{48}{3}{VR}{L22}{}
  \induc[\trim{RD}]{57}{3}{V}{L23}{}
  \induc[\trim{RD}]{66}{3}{VR}{L24}{}
\end{circuitdiagram}

```

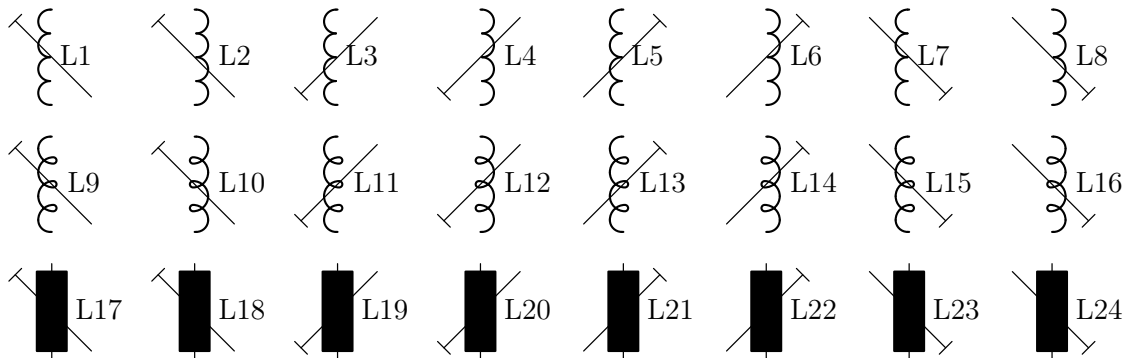


Abbildung 4.17: Einstellbarkeitsstriche bei vertikalen Spulen

4.9 Schleifer

Der Befehl `\slider` zeichnet einen Schleifkontakt an einen Widerstand und besitzt ein Argument. Dies ist die Position des Schleifkontakts. Einige Widerstände sind in der Abbildung 4.18 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{31}{6}
  \resis[\slider{U}]{3}{3}{Hd}{R1}{}
  \resis[\slider{D}]{11}{3}{H}{R2}{}
  \resis[\slider{L}]{19}{3}{V}{R3}{}
  \resis[\slider{R}]{28}{3}{V1}{R4}{}
\end{circuitdiagram}
```

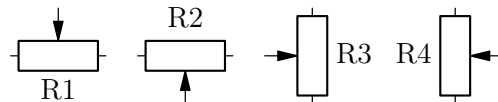


Abbildung 4.18: Schleifkontakte bei Widerständen

4.10 Kalt- und Heißeiter

Die Befehle `\ptc` bzw. `\ntc` (beide bereitgestellt von der Paketooption **passive**) kennzeichnen einen Widerstand als Kalt- bzw. Heißeiter und besitzen ein Argument. Dies ist die Position des kurzen Striches und damit des Temperaturbuchstabens ϑ . Einige Kaltleiter sind in der Abbildung 4.19 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{66}{6}
  \resis[\ptc{LU}]{3}{3}{Hd}{R1}{}
  \resis[\ptc{LD}]{11}{3}{H}{R2}{}
  \resis[\ptc{RU}]{19}{3}{Hd}{R3}{}
  \resis[\ptc{RD}]{27}{3}{H}{R4}{}
  \resis[\ptc{LU}]{36}{3}{V}{R5}{}
  \resis[\ptc{LD}]{45}{3}{V}{R6}{}
  \resis[\ptc{RU}]{54}{3}{V1}{R7}{}
  \resis[\ptc{RD}]{63}{3}{V1}{R8}{}
\end{circuitdiagram}
```

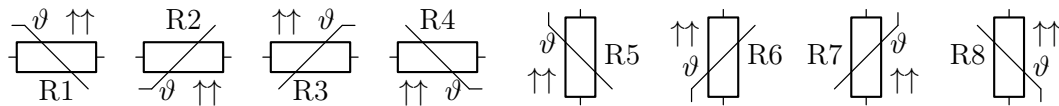


Abbildung 4.19: Kaltleiter

Einige Heißeiter sind in der Abbildung 4.20 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{66}{6}
\resis[\ntc{LU}]{3}{3}{Hd}{R1}{}
\resis[\ntc{LD}]{11}{3}{H}{R2}{}
\resis[\ntc{RU}]{19}{3}{Hd}{R3}{}
\resis[\ntc{RD}]{27}{3}{H}{R4}{}
\resis[\ntc{LU}]{36}{3}{V}{R5}{}
\resis[\ntc{LD}]{45}{3}{V}{R6}{}
\resis[\ntc{RU}]{54}{3}{V1}{R7}{}
\resis[\ntc{RD}]{63}{3}{V1}{R8}{}
\end{circuitdiagram}
```

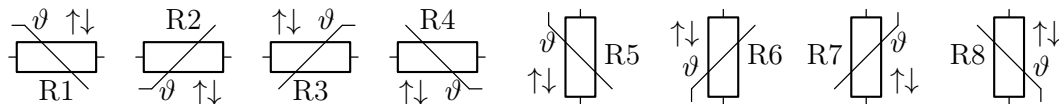


Abbildung 4.20: Heißeiter

4.11 Photoempfindlichkeit

Der Befehl `\photo` zeichnet zwei Lichtpfeile, die auf das Bauelement zeigen, und besitzt ein Argument. Dies ist die Position der Pfeile. Einige Photowiderstände sind in der Abbildung 4.21 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{35}{8}
\resis[\photo{U}]{4}{4}{Hd}{R1}{}
\resis[\photo{D}]{12}{4}{Hu}{R2}{}
\resis[\photo{L}]{21}{4}{V}{R3}{}
\resis[\photo{R}]{31}{4}{V1}{R4}{}
\end{circuitdiagram}
```

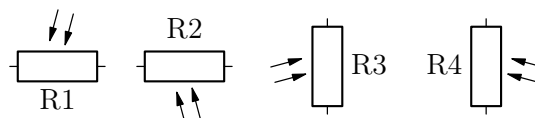


Abbildung 4.21: Photoempfindlichkeit bei Widerständen

Einige Photodioden sind in der Abbildung 4.22 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{61}{8}
\diode[\photo{U}]{2}{4}{Ld}{D1}{}
\diode[\photo{D}]{8}{4}{Lu}{D2}{}
\diode[\photo{U}]{14}{4}{Rd}{D3}{}
\diode[\photo{D}]{20}{4}{Ru}{D4}{}
\diode[\photo{L}]{28}{4}{U}{D5}{}
\diode[\photo{R}]{38}{4}{U1}{D6}{}
\diode[\photo{L}]{47}{4}{D}{D7}{}
\diode[\photo{R}]{57}{4}{D1}{D8}{}
\end{circuitdiagram}

```



Abbildung 4.22: Photoempfindlichkeit bei Dioden

4.12 Lichtaussendung

Der Befehl `\emit` zeichnet zwei Lichtpfeile, die vom Bauelement wegzeigen, und besitzt ein Argument. Dies ist die Position der Pfeile. Einige Leuchtdioden sind in der Abbildung 4.23 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{61}{8}
\diode[\emit{U}]{2}{4}{Ld}{D1}{}
\diode[\emit{D}]{8}{4}{Lu}{D2}{}
\diode[\emit{U}]{14}{4}{Rd}{D3}{}
\diode[\emit{D}]{20}{4}{Ru}{D4}{}
\diode[\emit{L}]{28}{4}{U}{D5}{}
\diode[\emit{R}]{38}{4}{U1}{D6}{}
\diode[\emit{L}]{47}{4}{D}{D7}{}
\diode[\emit{R}]{57}{4}{D1}{D8}{}
\end{circuitdiagram}

```

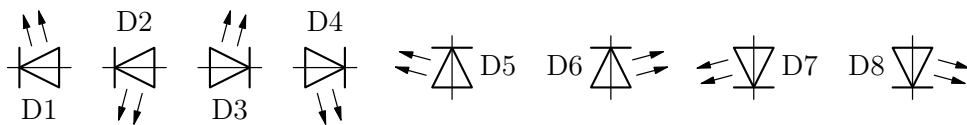


Abbildung 4.23: Leuchtdioden

4.13 Elektrolytkondensatoren

Der Befehl `\elcap` zeichnet ein Pluszeichen an einen Kondensator und besitzt ein Argument. Dies ist die Position des Pluszeichens. Einige Elektrolytkondensatoren sind in der Abbildung 4.24 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{52}{6}
\capac[\elcap{LU}]{2}{2}{Hu}{C1}{}
\capac[\elcap{RU}]{7}{2}{Hu}{C2}{}
\capac[\elcap{LD}]{12}{2}{Hu}{C3}{}
\capac[\elcap{RD}]{17}{2}{Hu}{C4}{}
\capac[\elcap{LU}]{23}{2}{Vr}{C5}{}
\capac[\elcap{RU}]{31}{2}{Vr}{C6}{}
\capac[\elcap{LD}]{39}{2}{Vr}{C7}{}
\capac[\elcap{RD}]{47}{2}{Vr}{C8}{}
\end{circuitdiagram}

```

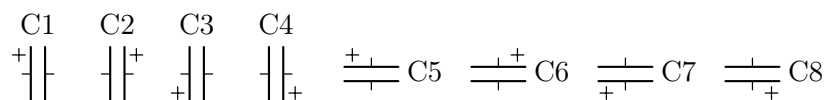


Abbildung 4.24: Elektrolytkondensatoren

4.14 Eisenkerne und Windungen für Spulen

Der Befehl `\ironcore` zeichnet einen Eisenkern an eine Spule und besitzt kein Argument. Einige Spulen mit Eisenkern sind in der Abbildung 4.25 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{30}{22}
\normalinduc
\induc[\ironcore]{3}{19}{Hd}{L1}{}
\induc[\ironcore]{11}{19}{HD}{L2}{}
\induc[\ironcore]{18}{19}{V}{L3}{}
\induc[\ironcore]{28}{19}{VR1}{L4}{}
\curlyinduc
\induc[\ironcore]{3}{11}{Hd}{L5}{}
\induc[\ironcore]{11}{11}{HD}{L6}{}
\induc[\ironcore]{18}{11}{V}{L7}{}
\induc[\ironcore]{28}{11}{VR1}{L8}{}
\filledinduc
\induc[\ironcore]{3}{3}{Hd}{L9}{}
\induc[\ironcore]{11}{3}{HD}{L10}{}
\induc[\ironcore]{18}{3}{V}{L11}{}
\induc[\ironcore]{28}{3}{VR1}{L12}{}
\end{circuitdiagram}

```

Ein zusammengesetzter Transformator ist in der Abbildung 4.26 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{9}{6}
\induc[\ironcore]{3}{3}{VR1}{L1}{}
\induc[\ironcore]{6}{3}{V}{-}{}
\end{circuitdiagram}

```

Um kompliziertere Transformatoren zu erstellen, dienen zwei weitere Befehle: `\Ironcore` zeichnet eine Doppellinie und besitzt vier Argumente. Diese sind die x- und y-Koordinate, die

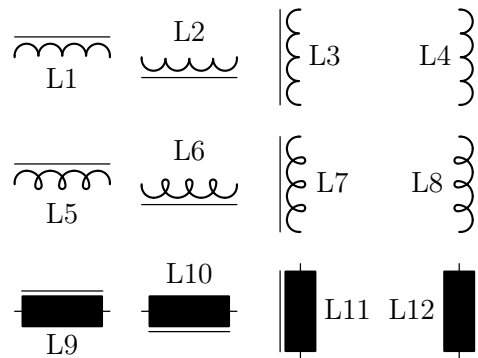


Abbildung 4.25: Eisenkerne



Abbildung 4.26: Ein Transformator

Ausrichtung (H oder V) und die Länge (die man am besten gleich der Anzahl der Windungen wählt). `\windings` erlaubt mehrere (oder weniger) Windungen bei einer Spule und besitzt ein Argument. Dies ist die Anzahl der zu zeichnenden Windungen. Ein komplizierterer Transformator ist in der Abbildung 4.27 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{5}{14}
  \induc[\windings{5}\wireUD{3}]{1}{7}{VR}{}{}
  \Ironcore{2.5}{7}{V}{8}
  \induc[\windings{8}\wireUD{1}]{4}{7}{V}{}{}
  \wire{4}{4}{5}{4}
\end{circuitdiagram}
```

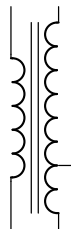


Abbildung 4.27: Ein komplizierterer Transformator

Werden ein Eisenkern und/oder die verlängerten Zuleitungen bei einer Spule zusammen mit `\windings` verwendet, so muss der Windungsbefehl als erster stehen, weil die anderen Befehle von dessen Argument abhängen. In der Abbildung 4.28 ist links eine korrekt und rechts eine fehlerhaft gesetzte Spule dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{30}{4}
  \induc[\windings{6}\ironcore\wireLR{2}]{7}{2}{Hd}{L1}{}
  \induc[\ironcore\wireLR{2}\windings{6}]{23}{2}{Hd}{L2}{}
\end{circuitdiagram}
```

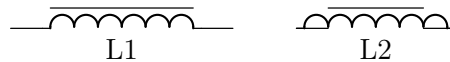


Abbildung 4.28: Eine korrekt und eine fehlerhaft gesetzte Spule

4.15 Zener-Dioden bzw. Z-Dioden

Der Befehl `\zener` zeichnet den Strich der Zener-Diode an eine Diode und besitzt ein Argument. Dies ist die Position des Strichs. Einige Zener-Dioden sind in der Abbildung 4.29 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{51}{6}
\diode[\zener{U}]{2}{2}{L}{D1}{}
\diode[\zener{D}]{8}{2}{L}{D2}{}
\diode[\zener{U}]{14}{2}{R}{D3}{}
\diode[\zener{D}]{20}{2}{R}{D4}{}
\diode[\zener{L}]{26}{2}{U}{D5}{}
\diode[\zener{R}]{33}{2}{U}{D6}{}
\diode[\zener{L}]{40}{2}{D}{D7}{}
\diode[\zener{R}]{47}{2}{D}{D8}{}
\end{circuitdiagram}
```



Abbildung 4.29: Zener-Dioden bzw. Z-Dioden

4.16 Schottky-Dioden

Der Befehl `\schottky` (bereitgestellt von der Paketooption `semicon`) zeichnet die beiden Striche der Schottky-Diode an eine Diode und besitzt kein Argument. Einige Schottky-Dioden sind in der Abbildung 4.30 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{25}{6}
\diode[\schottky]{2}{2}{L}{D1}{}
\diode[\schottky]{8}{2}{R}{D2}{}
\diode[\schottky]{14}{2}{U}{D3}{}
\diode[\schottky]{21}{2}{D}{D4}{}
\end{circuitdiagram}
```

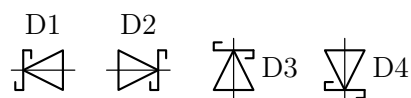


Abbildung 4.30: Schottky-Dioden

4.17 Tunneldioden

Der Befehl `\tunnel` (bereitgestellt von der Paketooption `semicon`) zeichnet die beiden Striche der Tunneldiode an eine Diode und besitzt kein Argument. Einige Tunneldioden sind in der Abbildung 4.31 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{25}{6}
  \diode[\tunnel]{2}{2}{L}{D1}{ }
  \diode[\tunnel]{8}{2}{R}{D2}{ }
  \diode[\tunnel]{14}{2}{U}{D3}{ }
  \diode[\tunnel]{21}{2}{D}{D4}{ }
\end{circuitdiagram}
```

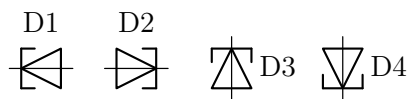


Abbildung 4.31: Tunneldioden

4.18 Kapazitätsdioden

Der Befehl `\capdio` (bereitgestellt von der Paketooption `semicon`) zeichnet einen Kondensator an eine Diode und besitzt kein Argument. Einige Kapazitätsdioden sind in der Abbildung 4.32 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{27}{20}
  \lineddiode
  \diode[\capdio]{2}{16}{L}{D1}{ }
  \diode[\capdio]{8}{16}{R}{D2}{ }
  \diode[\capdio]{14}{16}{U}{D3}{ }
  \diode[\capdio]{22}{16}{D}{D4}{ }
  \emptydiode
  \diode[\capdio]{2}{9}{L}{D5}{ }
  \diode[\capdio]{8}{9}{R}{D6}{ }
  \diode[\capdio]{14}{9}{U}{D7}{ }
  \diode[\capdio]{22}{9}{D}{D8}{ }
  \filleddiode
  \diode[\capdio]{2}{2}{L}{D9}{ }
  \diode[\capdio]{8}{2}{R}{D10}{ }
  \diode[\capdio]{14}{2}{U}{D11}{ }
  \diode[\capdio]{22}{2}{D}{D12}{ }
\end{circuitdiagram}
```

4.19 Thyristoren

Der Befehl `\thyr` (bereitgestellt von der Paketooption `semicon`) zeichnet einen Thyristor-Anschluss an eine Diode und besitzt ein Argument. Dies ist die Position des Anschlusses. Einige Thyristoren sind in der Abbildung 4.33 dargestellt:

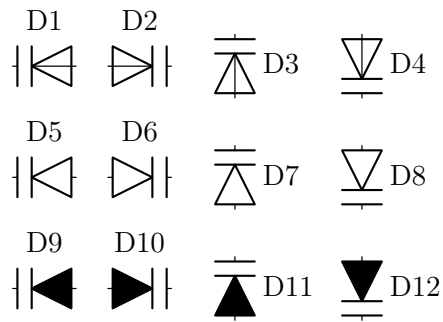


Abbildung 4.32: Kapazitätsdioden

```

\begin{circuitdiagram}{70}{19}
\diode[\thyr{LU}]{2}{15}{Ld}{D1}{}
\diode[\thyr{U}]{8}{15}{Ld}{D2}{}
\diode[\thyr{RU}]{14}{15}{Ld}{D3}{}
\diode[\thyr{LD}]{20}{15}{L}{D4}{}
\diode[\thyr{D}]{26}{15}{L}{D5}{}
\diode[\thyr{RD}]{32}{15}{L}{D6}{}
\diode[\thyr{LU}]{38}{15}{Rd}{D7}{}
\diode[\thyr{U}]{44}{15}{Rd}{D8}{}
\diode[\thyr{RU}]{50}{15}{Rd}{D9}{}
\diode[\thyr{LD}]{56}{15}{R}{D10}{}
\diode[\thyr{D}]{62}{15}{R}{D11}{}
\diode[\thyr{RD}]{68}{15}{R}{D12}{}
\diode[\thyr{LU}]{11}{8}{U}{D13}{}
\diode[\thyr{L}]{20}{8}{U}{D14}{}
\diode[\thyr{LD}]{29}{8}{U}{D15}{}
\diode[\thyr{RU}]{41}{8}{U1}{D16}{}
\diode[\thyr{R}]{50}{8}{U1}{D17}{}
\diode[\thyr{RD}]{59}{8}{U1}{D18}{}
\diode[\thyr{LU}]{11}{2}{D}{D19}{}
\diode[\thyr{L}]{20}{2}{D}{D20}{}
\diode[\thyr{LD}]{29}{2}{D}{D21}{}
\diode[\thyr{RU}]{41}{2}{D1}{D22}{}
\diode[\thyr{R}]{50}{2}{D1}{D23}{}
\diode[\thyr{RD}]{59}{2}{D1}{D24}{}
\end{circuitdiagram}

```

4.20 Triacs

Der Befehl `\triac` (bereitgestellt von der Paketooption `semicon`) zeichnet einen Triac-Anschluss an einen Diac und besitzt ein Argument. Dies ist die Position des Anschlusses. Einige Triacs sind in der Abbildung 4.34 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{58}{15}
\diac[\triac{LU}]{14}{10}{Hd}{D1}{}

```

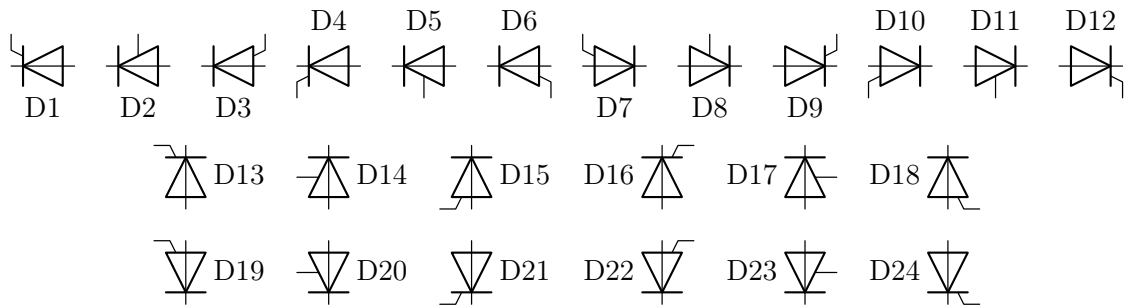


Abbildung 4.33: Thyristoren

```

\diac[\triac{U}]{20}{10}{Hd}{D2}{}
\diac[\triac{RU}]{26}{10}{Hd}{D3}{}
\diac[\triac{LD}]{32}{10}{H}{D4}{}
\diac[\triac{D}]{38}{10}{H}{D5}{}
\diac[\triac{RD}]{44}{10}{H}{D6}{}
\diac[\triac{LU}]{3}{2}{V}{D7}{}
\diac[\triac{L}]{13}{2}{V}{D8}{}
\diac[\triac{LD}]{23}{2}{V}{D9}{}
\diac[\triac{RU}]{35}{2}{V1}{D10}{}
\diac[\triac{R}]{45}{2}{V1}{D11}{}
\diac[\triac{RD}]{55}{2}{V1}{D12}{}
\end{circuitdiagram}

```

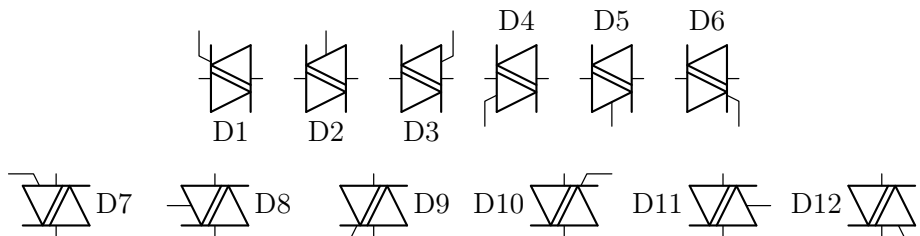


Abbildung 4.34: Triacs

4.21 Versorgungsspannung

Der Befehl `\supply` zeichnet Anschlüsse für die Versorgungsspannung bei Operationsverstärkern und besitzt ein Argument. Dies ist die Position der Anschlüsse. Einige Operationsverstärker mit Versorgungsspannung sind in der Abbildung 4.35 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{58}{8}
\opamp[\supply{U}]{4}{4}{L}{IC1}{}
\opamp[\supply{D}]{14}{4}{L}{IC2}{}
\opamp[\supply{UD}]{24}{4}{L}{IC3}{}
\opamp[\supply{U}]{34}{4}{R}{IC4}{}
\opamp[\supply{D}]{44}{4}{R}{IC5}{}
\opamp[\supply{UD}]{54}{4}{R}{IC6}{}

```

`\end{circuitdiagram}`

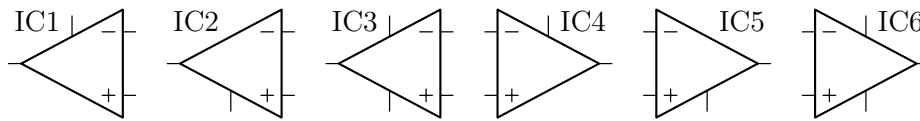


Abbildung 4.35: Versorgungsspannung für Operationsverstärker

4.22 Eingänge für Gatter

Der Befehl `\inputs` (bereitgestellt von der Paketooption `digital`) erlaubt mehrere Eingänge bei Gattern und besitzt ein Argument. Dies ist die Anzahl der Eingänge und kann zwischen 2 und 9 liegen. Einige Gatter mit mehreren Eingängen sind in der Abbildung 4.36 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{52}{17}
\gate[\inputs{3}]{and}{4}{14}{Lc}{IC1}{}
\gate[\inputs{3}]{nand}{13}{14}{Lc}{IC2}{}
\gate[\inputs{3}]{or}{22}{14}{Lc}{IC3}{}
\gate[\inputs{3}]{nor}{31}{14}{Lc}{IC4}{}
\gate[\inputs{3}]{xor}{40}{14}{Lc}{IC5}{}
\gate[\inputs{3}]{xnor}{49}{14}{Lc}{IC6}{}
\gate[\inputs{6}]{and}{3}{5}{Rc}{IC7}{}
\gate[\inputs{6}]{nand}{12}{5}{Rc}{IC8}{}
\gate[\inputs{6}]{or}{21}{5}{Rc}{IC9}{}
\gate[\inputs{6}]{nor}{30}{5}{Rc}{IC10}{}
\gate[\inputs{6}]{xor}{39}{5}{Rc}{IC11}{}
\gate[\inputs{6}]{xnor}{48}{5}{Rc}{IC12}{}
\end{circuitdiagram}
```

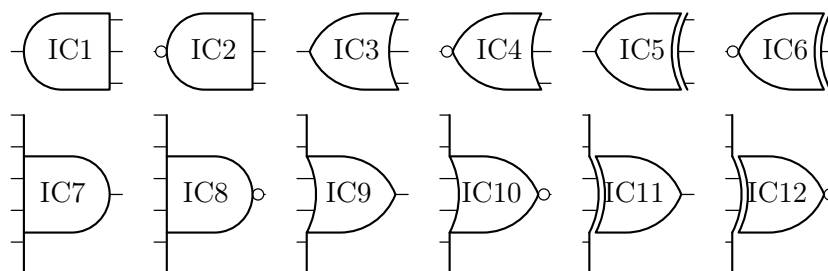


Abbildung 4.36: Mehrere Eingänge für Gatter

4.23 Schmitt-Trigger-Kennzeichnung

Der Befehl `\schmitt` (bereitgestellt von der Paketooption `digital`) zeichnet ein Schmitt-Trigger-Symbol in ein Gatter und besitzt kein Argument. Einige Gatter mit Schmitt-Trigger-Symbol sind in der Abbildung 4.37 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{68}{17}
\gate[\schmitt]{and}{4}{12}{L}{IC1}{}
\gate[\schmitt]{nand}{13}{12}{L}{IC2}{}
\gate[\schmitt]{or}{22}{12}{L}{IC3}{}
\gate[\schmitt]{nor}{31}{12}{L}{IC4}{}
\gate[\schmitt]{xor}{40}{12}{L}{IC5}{}
\gate[\schmitt]{xnor}{49}{12}{L}{IC6}{}
\gate[\schmitt]{buf}{57}{12}{L}{IC7}{}
\gate[\schmitt]{not}{65}{12}{L}{IC8}{}
\gate[\schmitt]{and}{3}{3}{R}{IC9}{}
\gate[\schmitt]{nand}{12}{3}{R}{IC10}{}
\gate[\schmitt]{or}{21}{3}{R}{IC11}{}
\gate[\schmitt]{nor}{30}{3}{R}{IC12}{}
\gate[\schmitt]{xor}{39}{3}{R}{IC13}{}
\gate[\schmitt]{xnor}{48}{3}{R}{IC14}{}
\gate[\schmitt]{buf}{57}{3}{R}{IC15}{}
\gate[\schmitt]{not}{65}{3}{R}{IC16}{}
\end{circuitdiagram}

```

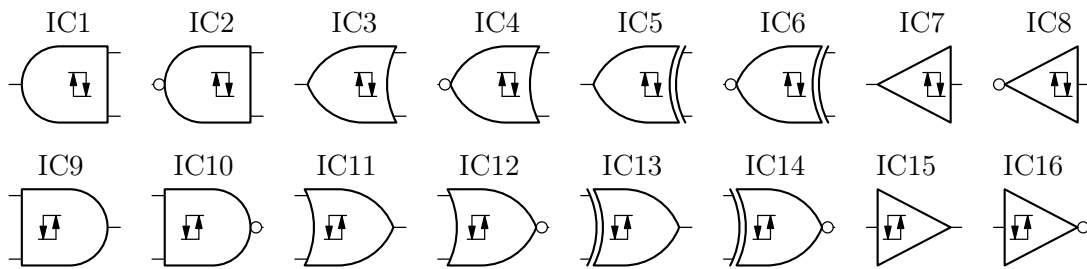


Abbildung 4.37: Schmitt-Trigger-Symbole in Gattern

4.24 Open-Collector-Kennzeichnung

Der Befehl `\opencoll` (bereitgestellt von der Paketooption `digital`) zeichnet ein Open-Collector-Symbol in ein Gatter und besitzt kein Argument. Einige Gatter mit Open-Collector-Symbol sind in der Abbildung 4.38 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{68}{17}
\gate[\opencoll]{and}{4}{12}{L}{IC1}{}
\gate[\opencoll]{nand}{13}{12}{L}{IC2}{}
\gate[\opencoll]{or}{22}{12}{L}{IC3}{}
\gate[\opencoll]{nor}{31}{12}{L}{IC4}{}
\gate[\opencoll]{xor}{40}{12}{L}{IC5}{}
\gate[\opencoll]{xnor}{49}{12}{L}{IC6}{}
\gate[\opencoll]{buf}{57}{12}{L}{IC7}{}
\gate[\opencoll]{not}{65}{12}{L}{IC8}{}
\gate[\opencoll]{and}{3}{3}{R}{IC9}{}
\gate[\opencoll]{nand}{12}{3}{R}{IC10}{}
\gate[\opencoll]{or}{21}{3}{R}{IC11}{}

```

```

\gate[\opencoll]{nor}{30}{3}{R}{IC12}{ }
\gate[\opencoll]{xor}{39}{3}{R}{IC13}{ }
\gate[\opencoll]{xnor}{48}{3}{R}{IC14}{ }
\gate[\opencoll]{buf}{57}{3}{R}{IC15}{ }
\gate[\opencoll]{not}{65}{3}{R}{IC16}{ }
\end{circuitdiagram}

```

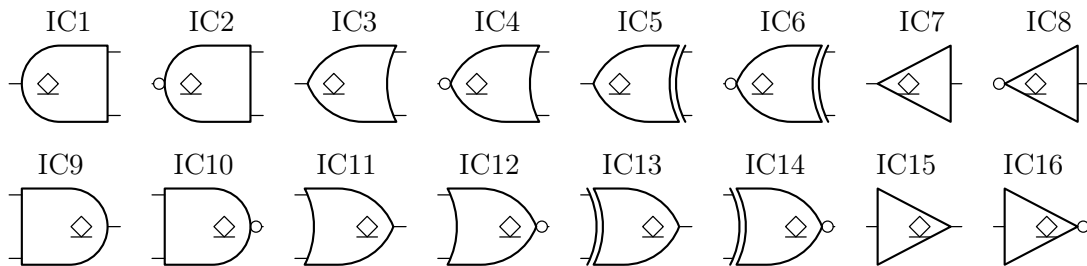


Abbildung 4.38: Open-Collector-Symbole in Gattern

4.25 Tristate-Eingänge

Der Befehl `\tristate` (bereitgestellt von der Paketooption `digital`) zeichnet ein Tristate-Eingang an ein Gatter und besitzt ein Argument. Dies ist U oder D, gefolgt von p für einen nicht-negierten und n für einen negierten Tristate-Eingang. Einige Gatter mit Tristate-Eingängen sind in der Abbildung 4.39 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{71}{30}
\gate[\tristate{Up}]{and}{4}{25}{Ld}{IC1}{ }
\gate[\tristate{Un}]{and}{13}{25}{Ld}{IC2}{ }
\gate[\tristate{Dp}]{and}{22}{25}{L}{IC3}{ }
\gate[\tristate{Dn}]{and}{31}{25}{L}{IC4}{ }
\gate[\tristate{Up}]{or}{40}{25}{Ld}{IC5}{ }
\gate[\tristate{Un}]{or}{49}{25}{Ld}{IC6}{ }
\gate[\tristate{Dp}]{or}{58}{25}{L}{IC7}{ }
\gate[\tristate{Dn}]{or}{67}{25}{L}{IC8}{ }
\gate[\tristate{Up}]{buf}{4}{15}{Ld}{IC9}{ }
\gate[\tristate{Un}]{buf}{13}{15}{Ld}{IC10}{ }
\gate[\tristate{Dp}]{buf}{22}{15}{L}{IC11}{ }
\gate[\tristate{Dn}]{buf}{31}{15}{L}{IC12}{ }
\gate[\tristate{Up}]{and}{40}{15}{Rd}{IC13}{ }
\gate[\tristate{Un}]{and}{49}{15}{Rd}{IC14}{ }
\gate[\tristate{Dp}]{and}{58}{15}{R}{IC15}{ }
\gate[\tristate{Dn}]{and}{67}{15}{R}{IC16}{ }
\gate[\tristate{Up}]{or}{4}{5}{Rd}{IC17}{ }
\gate[\tristate{Un}]{or}{13}{5}{Rd}{IC18}{ }
\gate[\tristate{Dp}]{or}{22}{5}{R}{IC19}{ }
\gate[\tristate{Dn}]{or}{31}{5}{R}{IC20}{ }
\gate[\tristate{Up}]{buf}{40}{5}{Rd}{IC21}{ }
\gate[\tristate{Un}]{buf}{49}{5}{Rd}{IC22}{ }

```

```

\gate[\tristate{Dp}]{buf}{58}{5}{R}{IC23}{-}
\gate[\tristate{Dn}]{buf}{67}{5}{R}{IC24}{-}
\end{circuitdiagram}

```

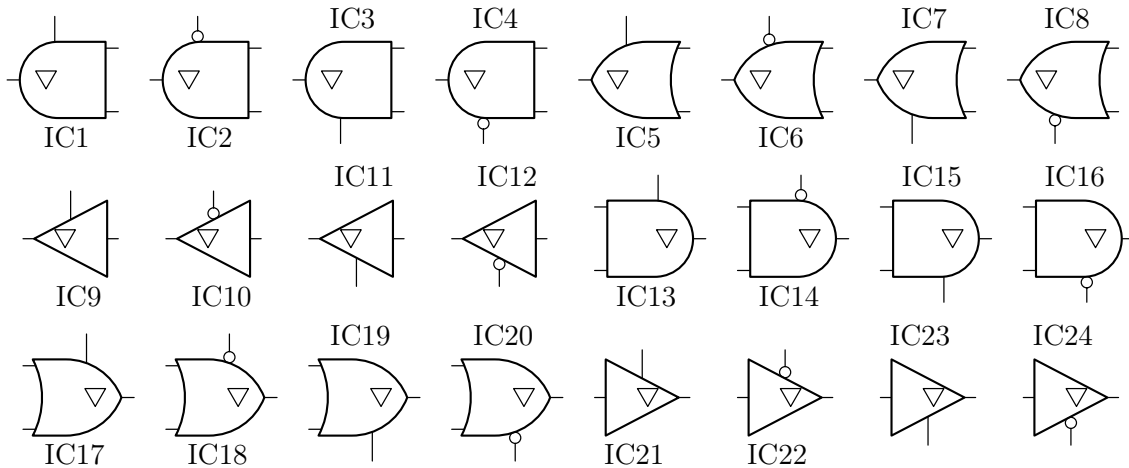


Abbildung 4.39: Tristate-Anschlüsse an Gattern

4.26 Ausgänge von Decodern

Der Befehl `\actlowout` (bereitgestellt von der Paketooption `digital`) negiert die Ausgänge der Demultiplexer und besitzt kein Argument. Einige Demultiplexer mit negierten Ausgängen sind in der Abbildung 4.40 dargestellt:

```

\begin{circuitdiagram}{58}{19}
\decoder[\actlowout]{demux12dne}{4}{9}{L}{IC2}{-}
\decoder[\actlowout]{demux14nde}{14}{9}{L}{IC2}{-}
\decoder[\actlowout]{demux18d}{24}{9}{L}{IC3}{-}
\decoder[\actlowout]{demux12ndne}{34}{9}{R}{IC5}{-}
\decoder[\actlowout]{demux14de}{44}{9}{R}{IC5}{-}
\decoder[\actlowout]{demux18ne}{54}{9}{R}{IC6}{-}
\end{circuitdiagram}

```

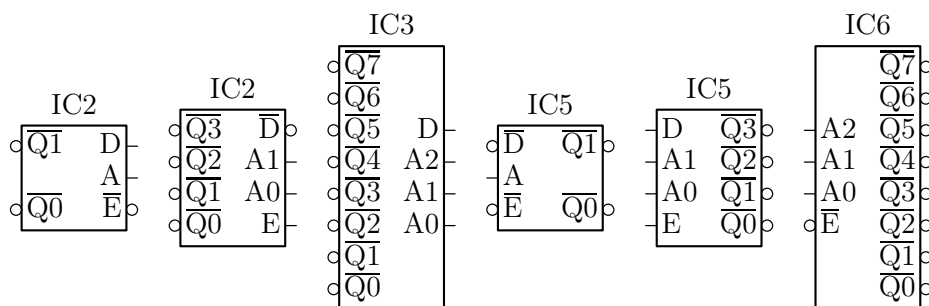


Abbildung 4.40: Negierte Demultiplexer-Ausgänge

4.27 Ein- und Ausgänge von Flipflops

Der Befehl `\showclock` (bereitgestellt von der Paketooption `digital`) fügt dem Flipflop einen Takteingang hinzu und besitzt ein Argument. Dies ist `p` für einen nicht-negierten und `n` für einen negierten statischen Eingang oder `pd` für einen nicht-negierten und `nd` für einen negierten dynamischen Eingang. Einige Flipflops mit Takteingang sind in der Abbildung 4.41 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{68}{31}
\flipflop[\showclock{p}]{sr}{4}{26}{L}{IC1}{-}
\flipflop[\showclock{n}]{sr}{14}{26}{L}{IC2}{-}
\flipflop[\showclock{pd}]{sr}{24}{26}{L}{IC3}{-}
\flipflop[\showclock{nd}]{sr}{34}{26}{L}{IC4}{-}
\flipflop[\showclock{p}]{d}{44}{26}{L}{IC5}{-}
\flipflop[\showclock{n}]{d}{54}{26}{L}{IC6}{-}
\flipflop[\showclock{pd}]{d}{64}{26}{L}{IC7}{-}
\flipflop[\showclock{nd}]{d}{4}{15}{L}{IC8}{-}
\flipflop[\showclock{pd}]{jk}{14}{15}{L}{IC9}{-}
\flipflop[\showclock{nd}]{jk}{24}{15}{L}{IC10}{-}
\flipflop[\showclock{p}]{sr}{44}{15}{R}{IC11}{-}
\flipflop[\showclock{n}]{sr}{54}{15}{R}{IC12}{-}
\flipflop[\showclock{pd}]{sr}{64}{15}{R}{IC13}{-}
\flipflop[\showclock{nd}]{sr}{4}{4}{R}{IC14}{-}
\flipflop[\showclock{p}]{d}{14}{4}{R}{IC15}{-}
\flipflop[\showclock{n}]{d}{24}{4}{R}{IC16}{-}
\flipflop[\showclock{pd}]{d}{34}{4}{R}{IC17}{-}
\flipflop[\showclock{nd}]{d}{44}{4}{R}{IC18}{-}
\flipflop[\showclock{pd}]{jk}{54}{4}{R}{IC19}{-}
\flipflop[\showclock{nd}]{jk}{64}{4}{R}{IC20}{-}
\end{circuitdiagram}
```

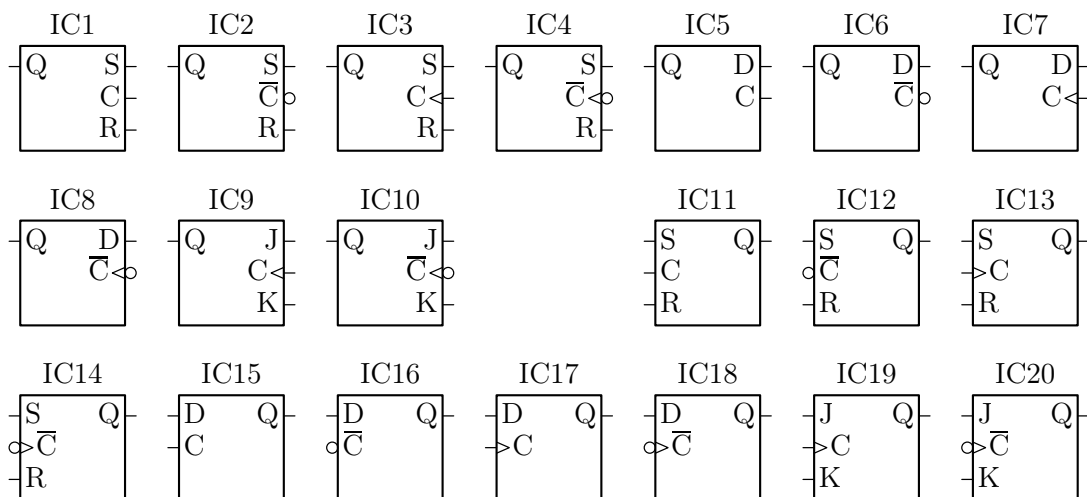


Abbildung 4.41: Takteingänge

Der Befehl `\showsetin` (bereitgestellt von der Paketooption `digital`) fügt einem Flipflop den Setzen/Preset-Eingang hinzu und besitzt ein Argument. Dies ist `p` für einen nicht-negierten

und **n** für einen negierten Eingang. Einige Flipflops mit Preset-Eingang sind in der Abbildung 4.42 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{58}{21}
\flipflop[\showsetin{p}]{sr}{4}{15}{Lh1}{IC1}{ }
\flipflop[\showsetin{n}]{sr}{14}{15}{Lh1}{IC2}{ }
\flipflop[\showsetin{p}]{d}{24}{15}{Lh1}{IC3}{ }
\flipflop[\showsetin{n}]{d}{34}{15}{Lh1}{IC4}{ }
\flipflop[\showsetin{p}]{jk}{44}{15}{Lh1}{IC5}{ }
\flipflop[\showsetin{n}]{jk}{54}{15}{Lh1}{IC6}{ }
\flipflop[\showsetin{p}]{sr}{4}{4}{Rhr}{IC7}{ }
\flipflop[\showsetin{n}]{sr}{14}{4}{Rhr}{IC8}{ }
\flipflop[\showsetin{p}]{d}{24}{4}{Rhr}{IC9}{ }
\flipflop[\showsetin{n}]{d}{34}{4}{Rhr}{IC10}{ }
\flipflop[\showsetin{p}]{jk}{44}{4}{Rhr}{IC11}{ }
\flipflop[\showsetin{n}]{jk}{54}{4}{Rhr}{IC12}{ }
\end{circuitdiagram}
```

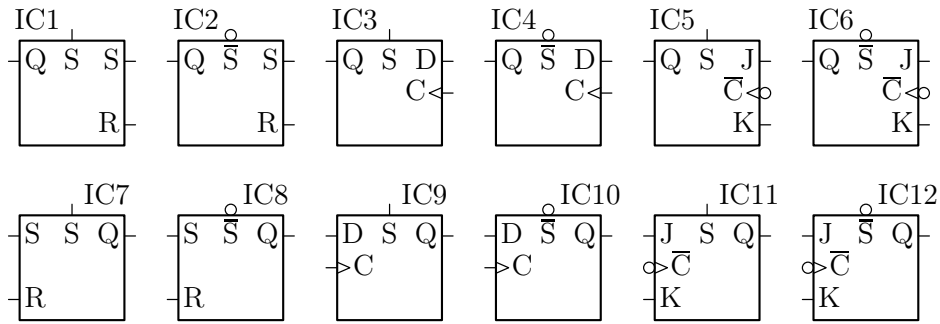


Abbildung 4.42: Preset-Eingänge

Der Befehl `\showresetin` (bereitgestellt von der Paketooption `digital`) fügt einem Flipflop den Löschen/Clear/Reset-Eingang hinzu und besitzt ein Argument. Dies ist **p** für einen nicht-negierten und **n** für einen negierten Eingang. Einige Flipflops mit Reset-Eingang sind in der Abbildung 4.43 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{58}{21}
\flipflop[\showresetin{p}]{sr}{4}{15}{Lh1}{IC1}{ }
\flipflop[\showresetin{n}]{sr}{14}{15}{Lh1}{IC2}{ }
\flipflop[\showresetin{p}]{d}{24}{15}{Lh1}{IC3}{ }
\flipflop[\showresetin{n}]{d}{34}{15}{Lh1}{IC4}{ }
\flipflop[\showresetin{p}]{jk}{44}{15}{Lh1}{IC5}{ }
\flipflop[\showresetin{n}]{jk}{54}{15}{Lh1}{IC6}{ }
\flipflop[\showresetin{p}]{sr}{4}{4}{Rhr}{IC7}{ }
\flipflop[\showresetin{n}]{sr}{14}{4}{Rhr}{IC8}{ }
\flipflop[\showresetin{p}]{d}{24}{4}{Rhr}{IC9}{ }
\flipflop[\showresetin{n}]{d}{34}{4}{Rhr}{IC10}{ }
\flipflop[\showresetin{p}]{jk}{44}{4}{Rhr}{IC11}{ }
\flipflop[\showresetin{n}]{jk}{54}{4}{Rhr}{IC12}{ }
```

`\end{circuitdiagram}`

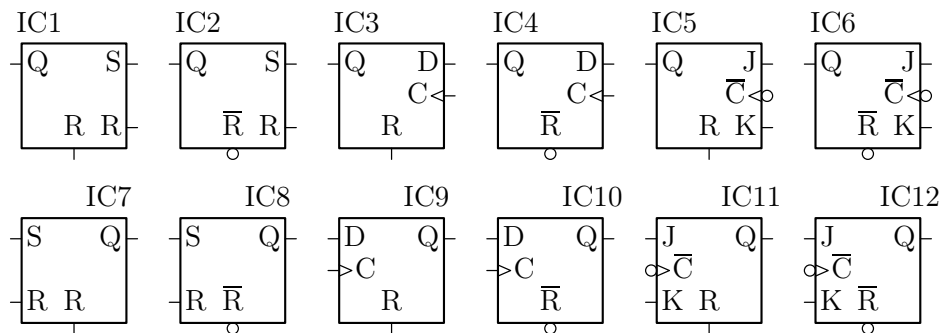


Abbildung 4.43: Reset-Eingänge

Der Befehl `\showinvout` (bereitgestellt von der Paketooption `digital`) fügt einem Flipflop den invertierten Ausgang hinzu und besitzt kein Argument. Einige Flipflops mit invertiertem Ausgang sind in der Abbildung 4.44 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{58}{10}
\flipflop[\showinvout]{sr}{4}{4}{L}{IC1}{}
\flipflop[\showinvout]{d}{14}{4}{L}{IC2}{}
\flipflop[\showinvout]{jk}{24}{4}{L}{IC3}{}
\flipflop[\showinvout]{sr}{34}{4}{R}{IC4}{}
\flipflop[\showinvout]{d}{44}{4}{R}{IC5}{}
\flipflop[\showinvout]{jk}{54}{4}{R}{IC6}{}
\end{circuitdiagram}
```

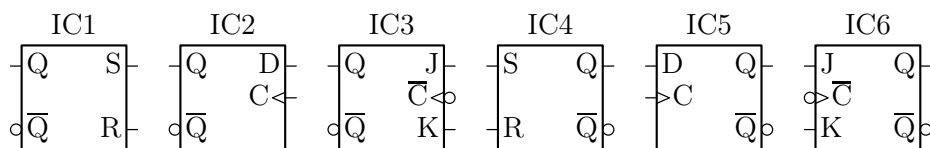


Abbildung 4.44: invertierte Flipflop-Ausgänge

4.28 Referenzen und Bauelementwerte manuell platzieren

Der Befehl `\putrefer` platziert die Referenz manuell und besitzt drei Argumente. Dies sind die x- und y-Koordinate sowie die Ausrichtung (1, r oder c). Einige Bauelemente mit manuell platzierten Referenzen sind in der Abbildung 4.45 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{40}{8}
\resis[\putrefer{2}{3}{1}\photo{U}]{3}{4}{H}{R1}{33k}
\capac[\putrefer{-1}{2}{r}\trim{RU}]{13}{4}{Vr}{C1}{47p}
\induc[\putrefer{0}{-3.5}{c}\ironcore]{23}{4}{H}{L1}{1mH}
\trans[\putrefer{-1}{3}{r}]{nenh}{32}{4}{R}{T1}{BSP\dots}
\end{circuitdiagram}
```

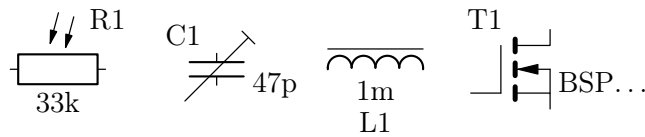


Abbildung 4.45: Referenzen manuell platzieren

Der Befehl `\putvalue` platziert in analoger Weise den Bauelementwert manuell. Einige Bauelemente mit manuell platzierten Werten sind in der Abbildung 4.46 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{38}{9}
\resis[\putvalue{2}{-3}{1}\photo{D}]{3}{4}{H}{R1}{33k}
\capac[\putvalue{-1}{2}{r}\trim{RU}]{13}{4}{Vr}{C1}{47p}
\induc[\putvalue{0}{4.5}{c}\ironcore]{23}{4}{H}{L1}{1m}
\trans[\putvalue{1}{3.5}{r}]{nenh}{33}{4}{R}{T1}{BSP\dots}
\end{circuitdiagram}
```

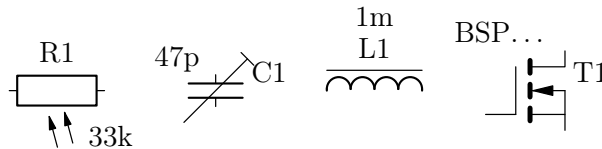


Abbildung 4.46: Bauelementwerte manuell platzieren

Der Befehl `\putrefval` platziert in analoger Weise Referenz und Bauelementwert manuell für den Fall, dass eine automatische Platzierung eingestellt ist, die beides gemeinsam setzt. Einige Bauelemente mit gemeinsam manuell platzierten Referenzen und Werten sind in der Abbildung 4.47 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{17}{8}
\resis[\putrefval{1}{3}{c}]{3}{4}{Hu}{R1}{33k}
\capac[\putrefval{0}{-3}{1}]{11}{4}{Hd}{C1}{10n}
\end{circuitdiagram}
```

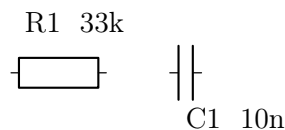


Abbildung 4.47: Referenzen und Bauelementwerte manuell platzieren

Statt platziert können die Referenzen und Bauelementwerte mit `\moverefer`, `\movevalue` und `\moverefval` verschoben werden; hier entfällt das dritte Argument für die Ausrichtung. Einige Bauelemente mit verschobenen Referenzen und/oder Werten sind in der Abbildung 4.48 dargestellt:

```
\begin{circuitdiagram}{54}{8}
\resis[\moverefer{2}{0}]{3}{4}{H}{R1}{33k}
\capac[\moverefer{0}{1.5}]{9}{4}{Hr}{C1}{10n}
```

```

\induc[\movevalue{0}{-1}]{18}{4}{H}{L1}{1m}
\trans[\movevalue{1}{-1}]{nnp}{26}{4}{R}{T1}{BC548}
\switch[\moverefval{-2}{0}]{off}{40}{4}{Ru}{S1}{abc}
\diode[\moverefval{1}{-0.5}]{48}{4}{Rd}{D1}{1N4148}
\end{circuitdiagram}

```

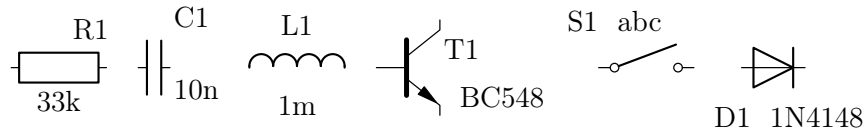


Abbildung 4.48: Referenzen und Bauelementwerte manuell verschieben

5 Referenzen und Bauelementwerte

In der Platzierung der Referenzen und Bauelementwerte stehen grundsätzlich l für „left“, r für „right“, u für „up“, d für „down“, c für „center“ und h für „half“.

5.1 Horizontale Platzierung

Das horizontale Modell wird angewendet bei

- Spannungsquellen, Stromquellen, allgemeinen Quellen, Widerständen, Kondensatoren, Spulen und Diacs mit Orientierung H,
- Schaltern, Dioden, Operationsverstärkern, Gattern und allen ICs mit Orientierung L oder R sowie
- Anschlusspins mit Orientierung L, R oder LR.

In Abbildung 5.1 sind alle Möglichkeiten dargestellt, um Referenz und Bauelementwert zu platzieren. In den interessanten Fällen ist zusätzlich die Positionierung dargestellt, wenn eine der beiden Angaben fehlt.

5.2 Vertikale Platzierung

Das vertikale Modell wird angewendet bei

- Spannungsquellen, Stromquellen, allgemeinen Quellen, Widerständen, Kondensatoren, Spulen und Diacs mit Orientierung V,
- Schaltern und Dioden mit Orientierung U oder D sowie
- Anschlusspins mit Orientierung U, D oder UD.

In Abbildung 5.2 sind alle Möglichkeiten dargestellt, um Referenz und Bauelementwert zu platzieren. In den interessanten Fällen ist zusätzlich die Positionierung dargestellt, wenn eine der beiden Angaben fehlt.

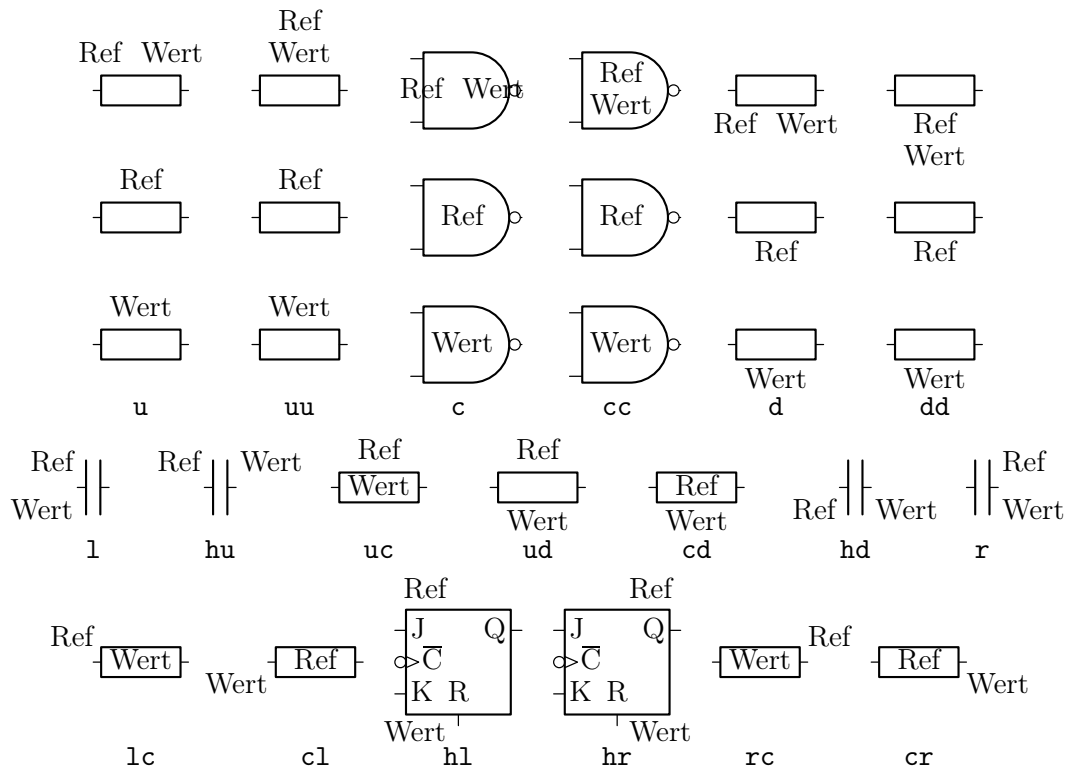


Abbildung 5.1: Horizontales Modell

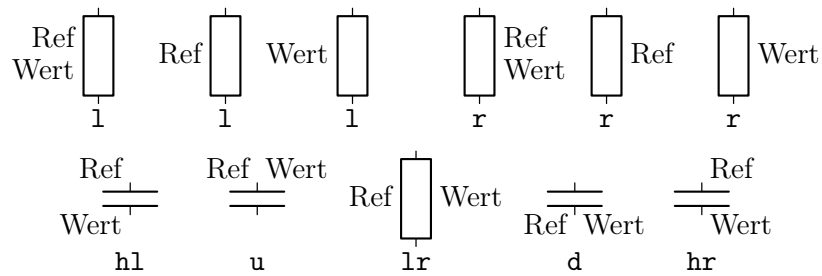


Abbildung 5.2: Vertikales Modell

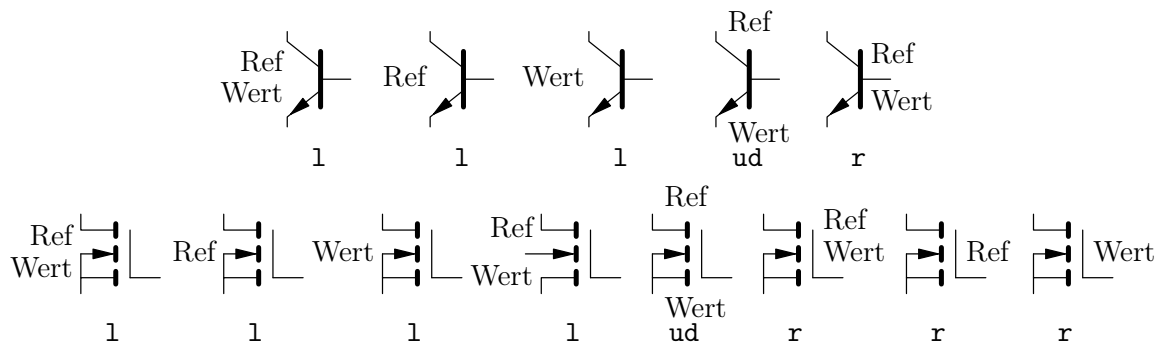


Abbildung 5.3: Transistor-Modell nach links

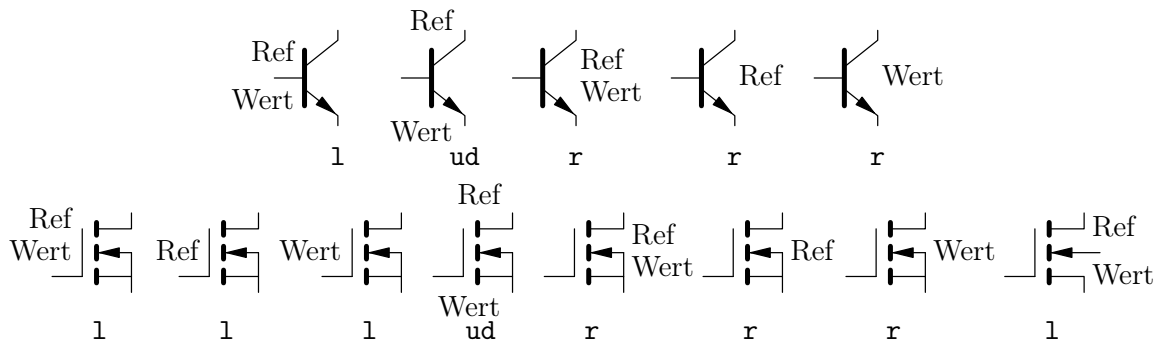


Abbildung 5.4: Transistor-Modell nach rechts

5.3 Transistor-Platzierung

Das Transistor-Modell ist in Abbildung 5.3 am Beispiel von Transistoren nach links und in Abbildung 5.4 am Beispiel von Transistoren nach rechts dargestellt.

5.4 Automatische Nummerierung

Wird bei einem Bauelement als Referenz lediglich * übergeben, so wird diese Referenz durch eine automatisch generierte Nummer ersetzt, sofern die Paketooption **autoref** gewählt wurde. Dabei werden

- alle Bauelemente `\switch` zu S1, S2, ... ,
- alle Bauelemente `\resis` zu R1, R2, ... ,
- alle Bauelemente `\capac` zu C1, C2, ... ,
- alle Bauelemente `\induc` zu L1, L2, ... ,
- alle Bauelemente `\diode` und `\diac` zu D1, D2, ... ,
- alle Bauelemente `\trans` zu T1, T2, ... ,
- alle Bauelemente `\opamp`, `\gate`, `\decoder`, `\arithm`, `\flipflop`, `\linic` und `\ttlic` zu IC1, IC2, ...

Das Symbol * ist im Befehl `\autorefsymbol` gespeichert und kann deshalb natürlich mit `\renewcommand` verändert werden. Die Präfixe S, R, C, L, D, T und IC sind jeweils in `\cdswitchname`, `\cdresisname`, `\cdcacname`, `\cdinducname`, `\cddiodename`, `\cdtransname` und `\cdicname` gespeichert. Der Befehl `\newautoref` setzt alle Zähler auf 0 zurück, so dass im folgenden Schaltplan wieder mit R1 usw. begonnen wird.