

# Digitaltechnik

## im Stil der 90er Jahre

Alle Rechte an dieser Präsentation: Andreas Krüger, DJ3EI, [dj3ei@famsik.de](mailto:dj3ei@famsik.de), 2018  
Sie darf genutzt werden unter  
Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.0 Generic License



# Binäre Signale

Es gibt nur zwei legale Zustände:

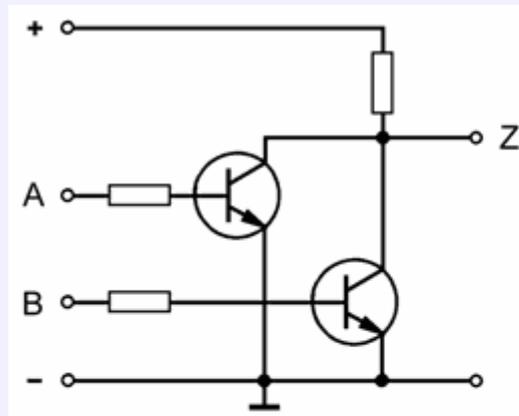
- „+“ (nahe Betriebsspannung): Schreibweise: 1
- „0 Volt“, Schreibweise: 0

# Gatter 1, 1960er Stil

TC706

5

Welche logische Grundschtung stellt die folgende Transistorschaltung dar und wie arbeitet sie?

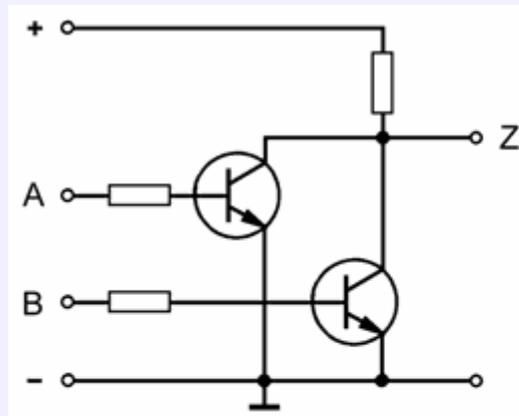


# Gatter 1, 1960er Stil

TC706

5

Welche logische Grundschtung stellt die folgende Transistorschaltung dar und wie arbeitet sie?



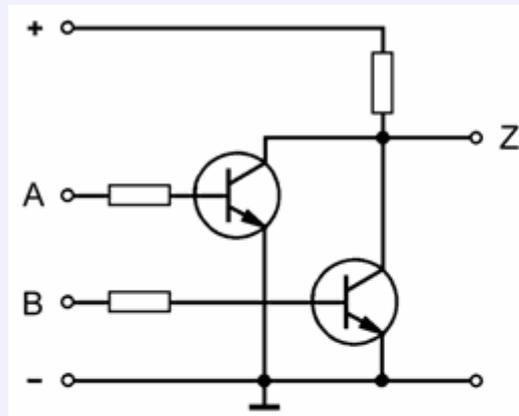
- Wenn A **oder** B auf 1 sind, kommt 0 raus.
  - Wenn beide 0 sind, kommt 1 raus.
- „Oder“ mit nachträglichem Inverter.  
Englisch: „NOR“ (man denkt sich: „Not-OR“).

# Gatter 1, 1960er Stil

TC706

5

Welche logische Grundschtung stellt die folgende Transistorschaltung dar und wie arbeitet sie?

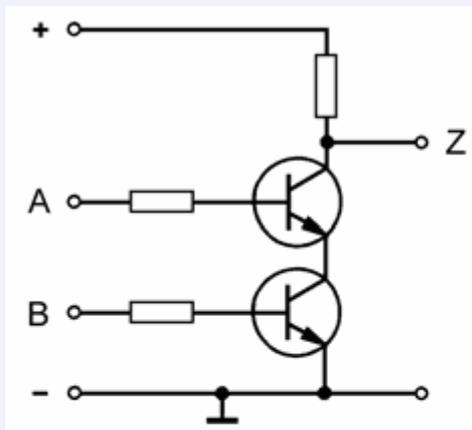


- Die Schaltung stellt ein AND-Gatter dar. Der Ausgang Z führt dann Nullpotential, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z die Betriebsspannung.
- Die Schaltung stellt ein NAND-Gatter [negiertes UND-Gatter] dar. Der Ausgang Z führt dann Nullpotential, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z die Betriebsspannung.
- Die Schaltung stellt ein OR-Gatter dar. Der Ausgang Z führt dann Betriebsspannung, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z Nullpotential.
- Die Schaltung stellt ein NOR-Gatter [negiertes ODER-Gatter] dar. Der Ausgang Z führt dann die Betriebsspannung, wenn beide Eingänge A und B Nullpotential führen bzw. offen sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z Nullpotential.

# Gatter2, 1960er Stil

TC705

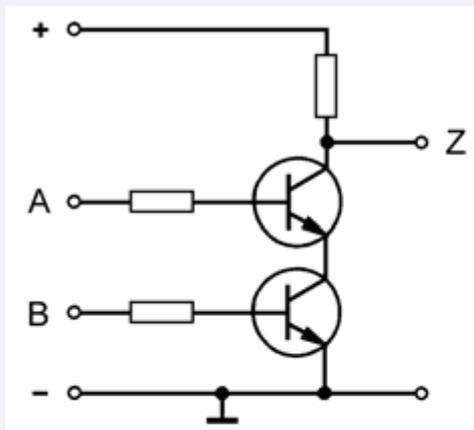
Welche logische Grundschtung stellt die folgende Transistorschaltung dar und wie arbeitet sie?



# Gatter2, 1960er Stil

TC705

Welche logische Grundschtaltung stellt die folgende Transistorschaltung dar und wie arbeitet sie?



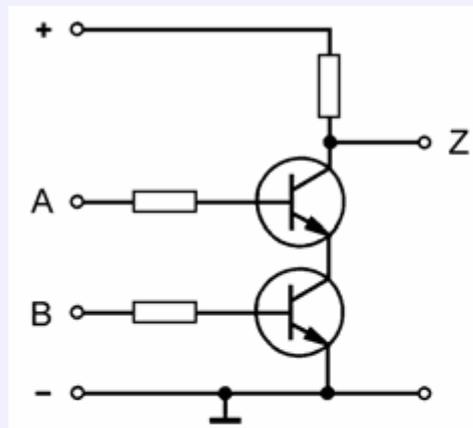
- Wenn A **und** B auf 1 sind, kommt 0 raus.
  - Wenn einer 0 ist, kommt 1 raus.
- „Und“ mit nachträglichem Inverter.  
Englisch: „NAND“ (man denkt sich: „Not-AND“).

# Gatter2, 1960er Stil

TC705

4

Welche logische Grundschtung stellt die folgende Transistorschaltung dar und wie arbeitet sie?



- Die Schaltung stellt ein AND-Gatter dar. Der Ausgang Z führt dann Betriebsspannung, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z Nullpotential.
- Die Schaltung stellt ein NAND-Gatter [negiertes UND-Gatter] dar. Der Ausgang Z führt dann Nullpotential, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z die Betriebsspannung.
- Die Schaltung stellt ein NOR-Gatter [negiertes ODER-Gatter] dar. Der Ausgang Z führt dann die Betriebsspannung, wenn keiner der beiden Eingänge A oder B mit der Betriebsspannung verbunden ist. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z Nullpotential.
- Die Schaltung stellt ein OR-Gatter dar. Der Ausgang Z führt dann Nullpotential, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z die Betriebsspannung.

# Begriff „Gatter“

Irgendeine Baugruppe,  
hauptsache: Binär rein, binär raus.

TC702

1

Welche Funktion hat ein Gatter?

- Ein Gatter konvertiert digitale Eingangssignale in analoge Ausgangssignale.
- Ein Gatter verarbeitet binäre Signale nach logischen Grundmustern.
- Ein Gatter berechnet die Summe oder die Differenz aus zwei binären Ziffern.
- Ein Gatter ist eine bistabile Kippschaltung, die zwei stabile Zustände (0 und 1) besitzt.

*Einen „Speicher“ würde man eher nicht „Gatter“ nennen.*

# Gatternamen sind englisch

TC703

2

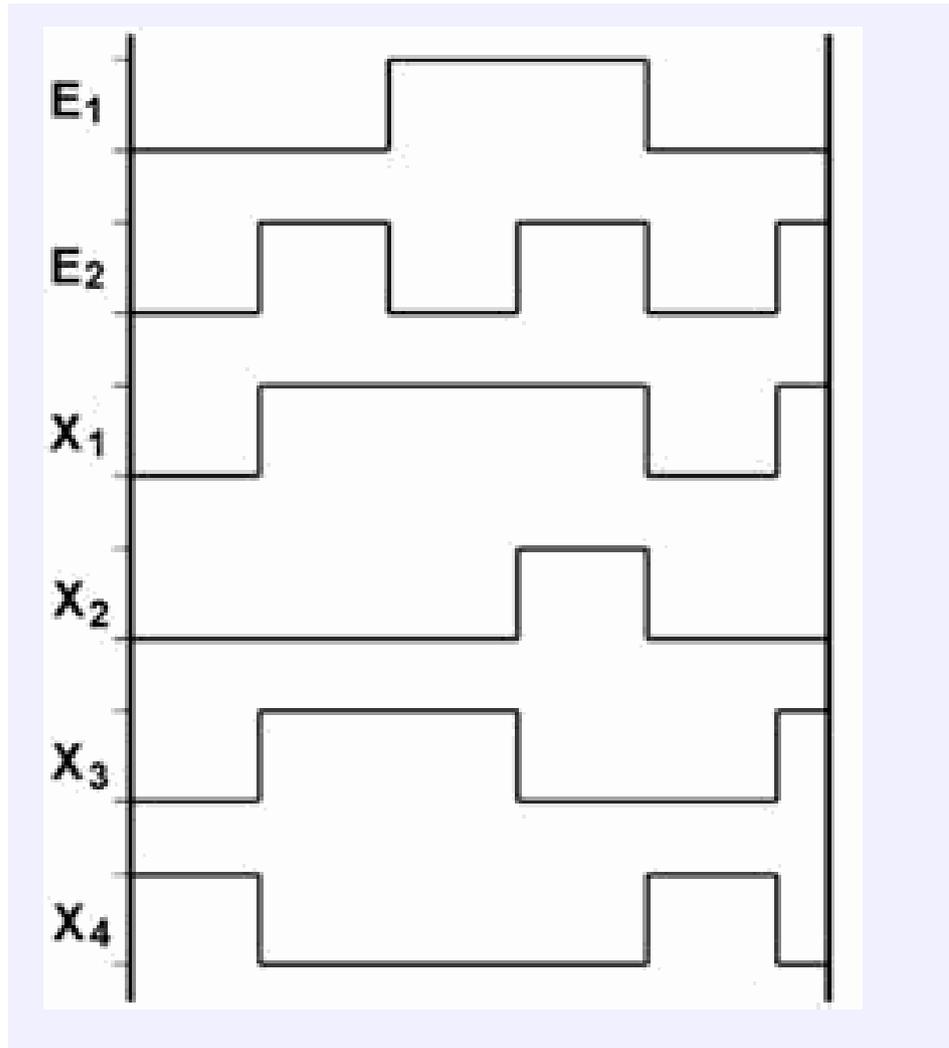
**Wie heißen die Grundbausteine in der Digitaltechnik?**

- UND-Gatter (UNG), ODER-Gatter (ORG), NICHT-UND-Gatter (NUNG), NICHT-ODER-Gatter (NORG).
- UND-Glied (UND), ODER-Glied (ODER), NICHT-UND-Glied (NUND), NICHT-ODER-Glied (NODER).
- UND-Glied (AND), ODER-Glied (OR), NICHT-UND-Glied (NAND), NICHT-ODER-Glied (NOR).
- (+)-Gatter (UND), (-)-Gatter (OR), NICHT-(+)-Gatter (NUND), NICHT-(-)-Gatter (NODER).

# Wichtige Gatter

- AND  
Ausgang 1  $\Leftrightarrow$  beide Eingänge 1
- OR  
Ausgang 1  $\Leftrightarrow$  mindestens ein Eingang 1
- NAND  
AND, gefolgt von Inverter
- NOR  
OR, gefolgt von Inverter
- XOR  
„exclusive or“, „entweder oder“ (oder auch „ungleich“)  
Ausgang 1  $\Leftrightarrow$  ein Eingang 1, der andere 0

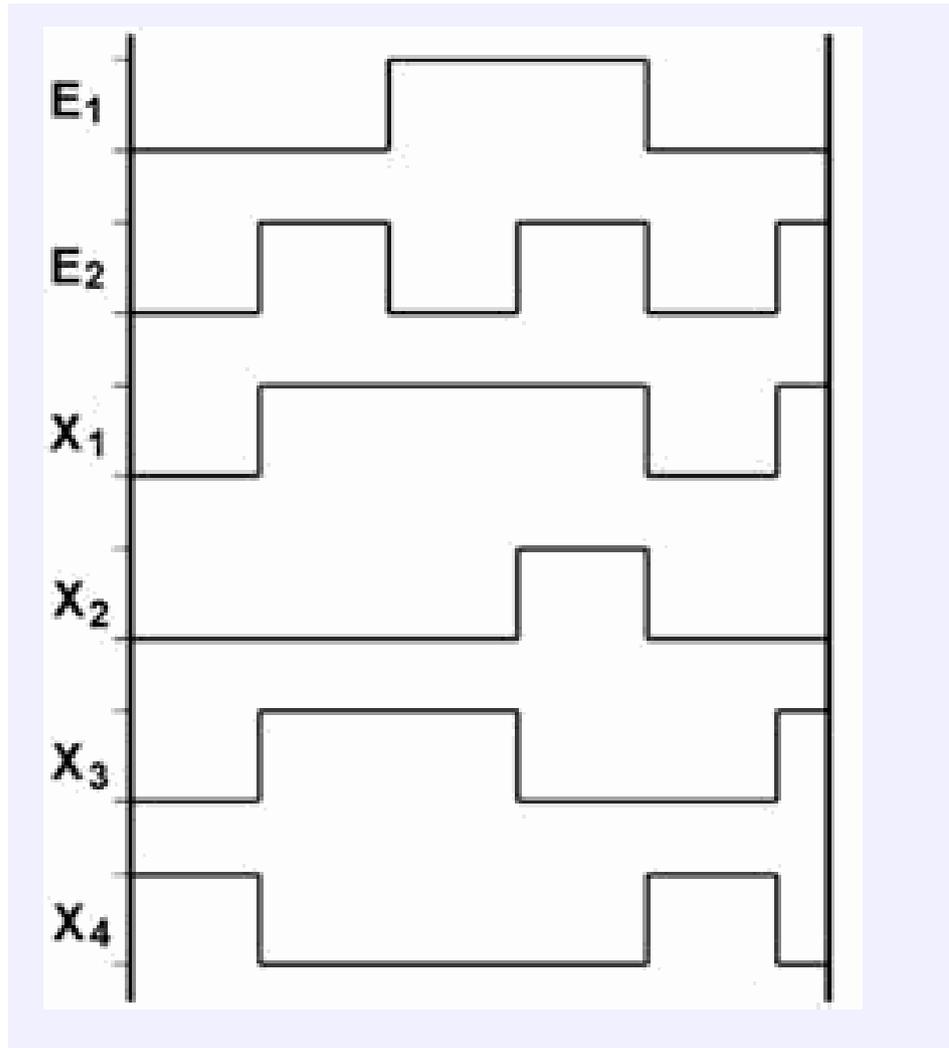
# Was ist was?



Die beiden Eingänge.

?

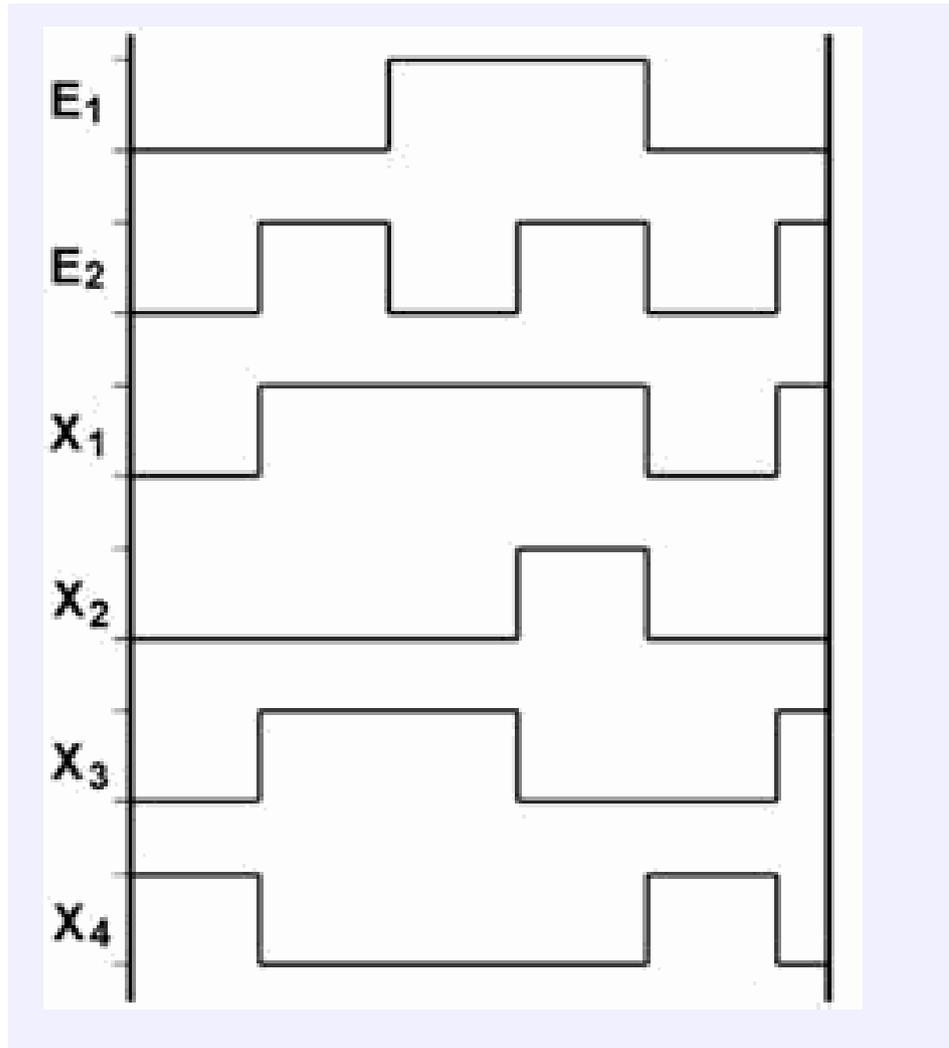
# Was ist was?



OR

?

# Was ist was?

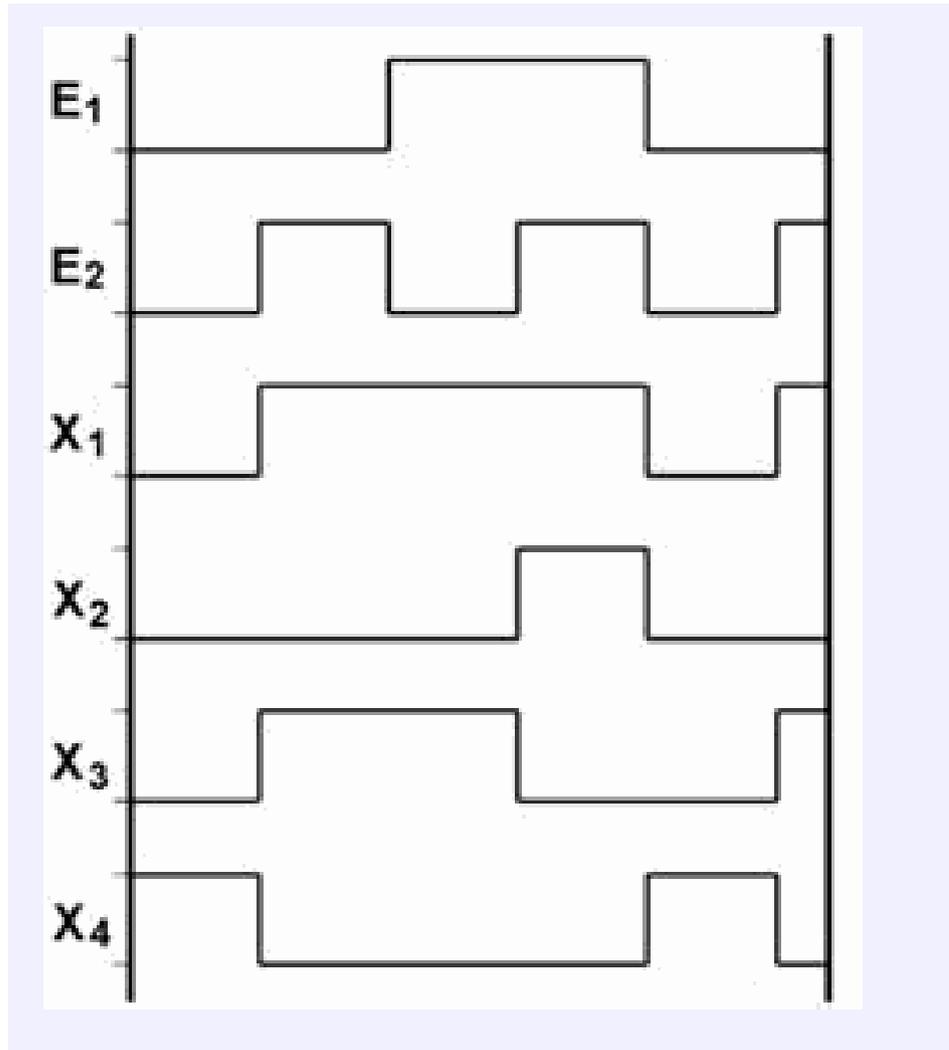


OR

AND

?

# Was ist was?



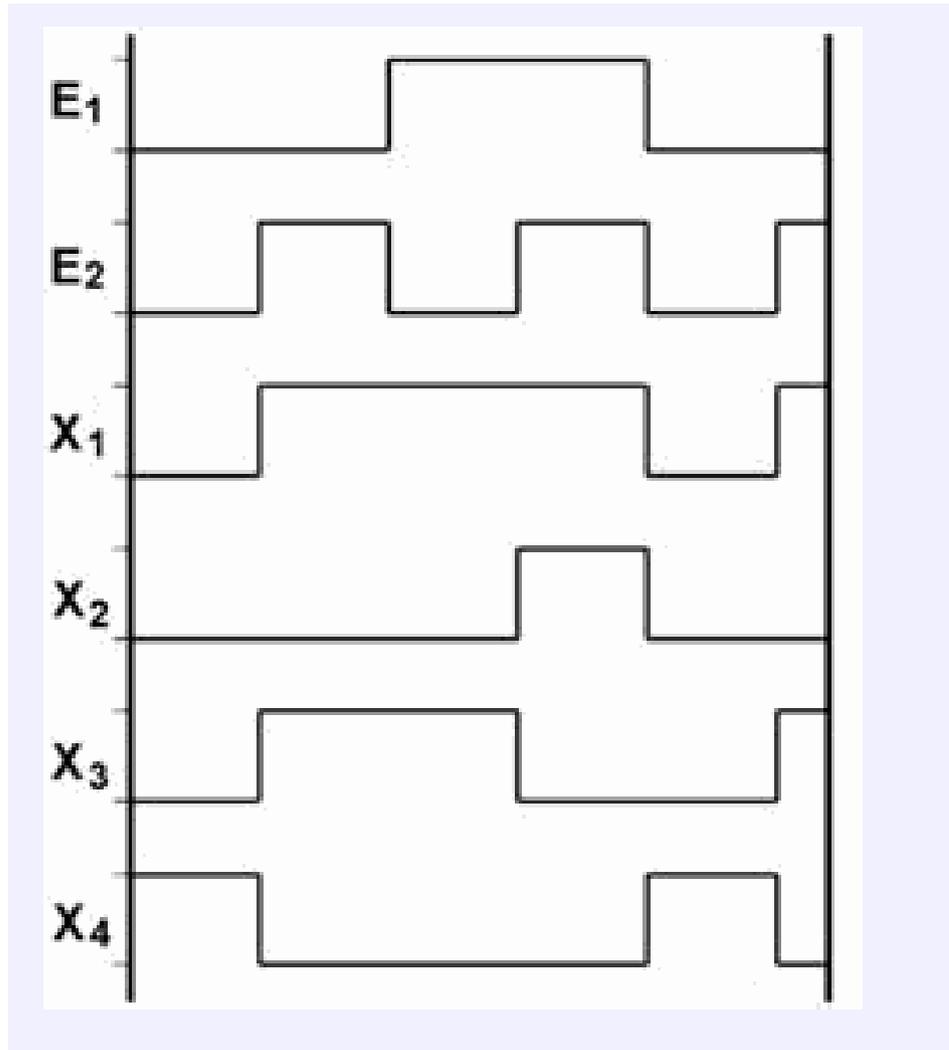
OR

AND

XOR

?

# Was ist was?



OR

AND

XOR

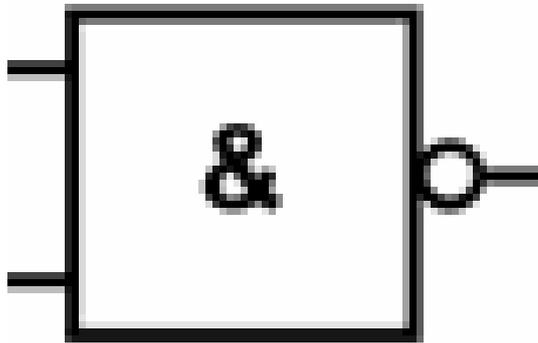
NOR

# NAND und NOR sind universell

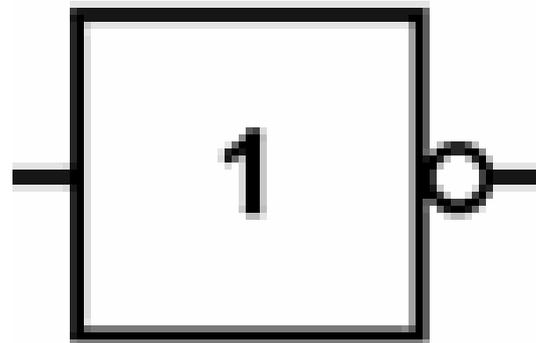
- Man kann alle beliebigen Gatter zusammensetzen nur aus NOR
- Man kann alle beliebigen Gatter zusammensetzen nur aus NAND
- Man kann aus nichts als NOR ganze Computer bauen.
- oder aus NAND.

# Schaltsymbole

- Da gibt es mehrere Standards.
- Die DK0TU-Folien geben Beispiele in den drei Normen IEC, DIN und ANSI.
- Die BNetzA nutze eine vierte, IEC ähnliche: Kringel am Ausgang bedeutet „Inverter“.



NAND

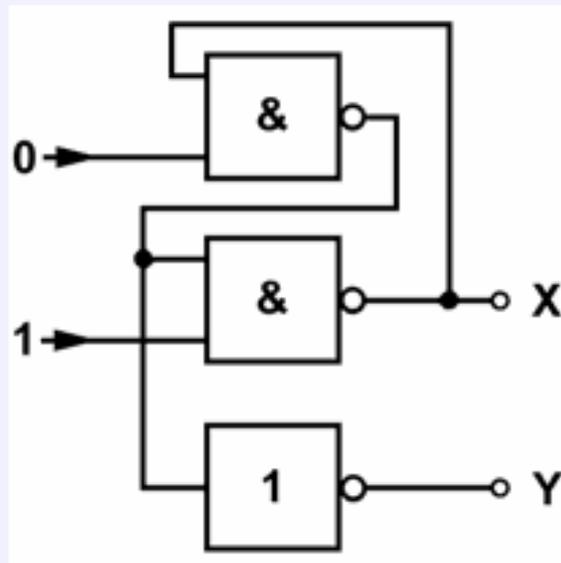


Inverter

# Knobelaufgabe

TC704

Welche der Aussagen trifft für diese Schaltung zu?

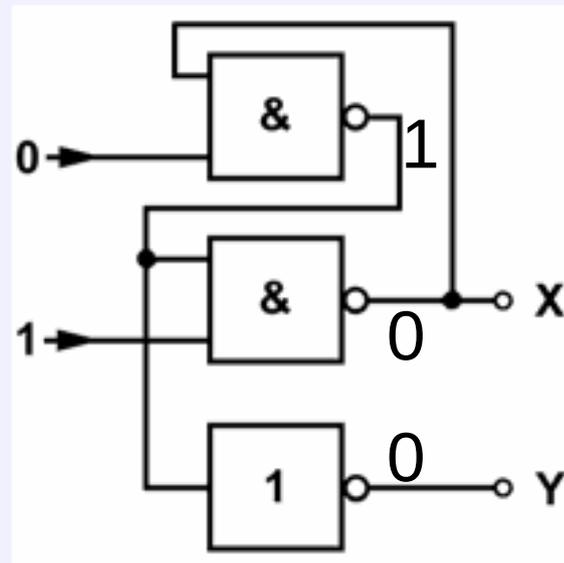


- X=0 und Y=1
- X=1 und Y=0
- X=1 und Y=1
- X=0 und Y=0

# Knobelaufgabe

TC704

Welche der Aussagen trifft für diese Schaltung zu?



- X=0 und Y=1
- X=1 und Y=0
- X=1 und Y=1
- X=0 und Y=0

# CMOS

- Gatter aus Transistoren kann man machen.
- Feldeffekttransistoren sind üblicher.
- Die resultierenden Gatter heißen „CMOS“
  - Kosten ein paar Cent.
  - Extrem geringer Stromverbrauch, außer im Schaltmoment (und bei Belastung Ausgang).
  - Werden häufig gebraucht (und „missbraucht“) in Selbstbausaltungen.

# CMOS - Betriebsspannung

- Klassische CMOS-Gatter kann man mit +3 Volt bis +15 Volt versorgen.
- Prima für Selbstbausaltungen!
- Prüfungsfrage TC710 fragt das ab:

TC710

In welchem Versorgungsspannungsbereich können CMOS-ICs betrieben werden?

- +3 V bis +15 V
- +2,5 V bis +5,5 V
- $\pm 2,5$  bis  $\pm 5,5$  V
- $\pm 5$  V

# Duales Zahlensystem

# Hexadezimals Zahlensystem

# Zahlensysteme

- Dezimalsystem:  
Zehn Ziffern, nämlich 0, 1, ... 9.  
Grundzahl 10.
- Dualsystem:  
Zwei Ziffern, nämlich 0 und 1.  
Grundzahl 2.
- Hexadezimalsystem:  
Sechzehn Ziffern, nämlich  
0, 1, ... 9 und A, B, C, D, E, F.  
A bedeutet 10, B 11, C 12, D 13, E 14, F 15.  
Grundzahl 16.

# Stellen

- Die rechte Stelle ist immer die „Einer“.
- Jeweils eine Stelle weiter links bedeutet mehr, jeweils mit der Grundzahl multipliziert.
- (Je weiter links, um so größer.)

# Beispiel normales Dezimalsystem

- Die Zahl 742.
- Die rechte Stelle ist „2“ und zählt „1“er.
- Die nächste Stelle nach links ist „4“ und zählt 10.  
(10, weil das die Grundzahl ist.)
- Die nächste Stelle nach links ist „7“ und zählt  $10 \times 10 = 100$ .
- (Die nächste Stelle würde  $10 \times 10 \times 10 = 1000$  zählen.)
- Ergebnis:  $7 \times 100 + 4 \times 10 + 2$ .

# Was bedeutet die Hexzahl 48?

8 ist an der 1er-Stelle

4 an der 16er Stelle

$$4 \times 16 + 8 = 64 + 8 = 72$$

# Was bedeutet die Hexzahl 48?

TF505

Bei einem Transceiver soll für Steuerungszwecke über die CAT-Schnittstelle der hexadezimale Wert "48h" eingestellt werden. Das dazu verwendete Steuerprogramm erlaubt aber nur eine dezimale Eingabe des Wertes. Welcher dezimale Wert muss eingegeben werden?

- 72
- 00110000
- 48
- 768

# Hexzahl 1A als Dezimalzahl?

TC721

Wie lautet der dezimale Wert der zweistelligen Hexadezimalzahl 1A? Die Dezimalzahl lautet

- 26.
- 11.
- 16.
- 160.

# Hexzahl 1A als Dezimalzahl?

TC721

Wie lautet der dezimale Wert der zweistelligen Hexadezimalzahl 1A? Die Dezimalzahl lautet

- 26.
- 11.
- 16.
- 160.

Ziffer „A“ bedeutet 10, also:  
 $1 \times 16 + 10 = 26$

# Noch so eine.

TF506

Bei einem Transceiver soll für Steuerungszwecke über die CAT-Schnittstelle der hexadezimale Wert "84h" eingestellt werden. Das dazu verwendete Steuerprogramm erlaubt aber nur eine dezimale Eingabe des Wertes. Welcher dezimale Wert muss eingegeben werden?

- 72
- 1344
- 132
- 01010100

$$84h = 8 \times 16 + 4 = 128 + 4 = 132$$

TF506

Bei einem Transceiver soll für Steuerungszwecke über die CAT-Schnittstelle der hexadezimale Wert "84h" eingestellt werden. Das dazu verwendete Steuerprogramm erlaubt aber nur eine dezimale Eingabe des Wertes. Welcher dezimale Wert muss eingegeben werden?

- 72
- 1344
- 132
- 01010100

# Was zählen die Ziffern im Binärsystem?

- Die rechte Stelle zählt „1“er.
- Die nächste Stelle nach links zählt „2“er.
- Die nächste Stelle nach links zählt „4“er.
- Dann 8, 16, 32, 64, ... .
- Immer  $\times 2$ , weil 2 die Grundzahl ist.

# Was zählen die Ziffern im Binärsystem?

TC722

Welche dezimalen Werte haben die Stellen der Dualzahl 111111 von links nach rechts?

- 65536, 256, 16, 4, 2, 1
- 32, 16, 8, 4, 2, 1
- 100000, 10000, 1000, 100, 10, 1
- 1, 2, 4, 8, 16, 32

# Was zählen die Ziffern im Binärsystem?

TC722

Welche dezimalen Werte haben die Stellen der Dualzahl 111111 von links nach rechts?

- 65536, 256, 16, 4, 2, 1
- 32, 16, 8, 4, 2, 1
- 100000, 10000, 1000, 100, 10, 1
- 1, 2, 4, 8, 16, 32

# Dualzahl 10001110?

Diesmal von rechts nach links:

$$\begin{aligned} & 0 * 1 \\ + & 1 * 2 \\ + & 1 * 4 \\ + & 1 * 8 \\ + & 0 * 16 \\ + & 0 * 32 \\ + & 0 * 64 \\ + & 1 * 128 \\ = & 142 \end{aligned}$$

# Dualzahl 10001110?

TC720

Berechnen Sie den dezimalen Wert der 8-Bit-Dualzahl 10001110. Die Dezimalzahl lautet

- 142.
- 248.
- 78.
- 156.

**Herzlichen Dank, soweit!**