



1.1 Oszilloskop

Betrachtung und Diskussion der wesentlichen Bedienelemente, der Grundeinstellung sowie wichtiger Einstellgrößen.

1.2 Signalgeneratoren

Kennenlernen wichtiger Einstellgrößen.

1.3 Zusammenschaltung von Signalgenerator und Oszilloskop

- a) Rechtecksignal am Generator eingestellt:
Frequenz = 1MHz; $V_{\text{LOW}} = 0\text{V}$; $V_{\text{HIGH}} = 5\text{V}$
- b) Messungen am Oszilloskop stimmen mit den Einstellungen am Generator überein.
- c) Rechtecksignal Eingestellt: $V_{\text{LOW}} = 0\text{V}$; $V_{\text{HIGH}} = 4,5\text{V}$

1.4 HPS Messkoffer (mit rotem Punkt)

- a) Messung am **50Hz** Generator ohne Belastung (Bild 1.4-1):
 $V_{\text{LOW}} = 0\text{V}$; $V_{\text{HIGH}} = 4,25\text{V}$

Messung am **50Hz** Generator mit Belastung 4FO (Bild 1.4-2):
 $V_{\text{LOW}} = 0\text{V}$; $V_{\text{HIGH}} = 4,0\text{V}$

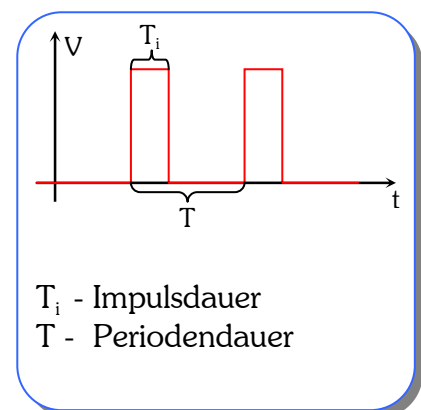
Messungen am **veränderlichen** Funktionsgenerator:
Maximale Belastung konnte nicht festgestellt werden, da bei Belastung mit 10 FO keine wesentliche Änderung sichtbar ist.

$f_{\text{min}} = 0,112\text{Hz}$; $T_i = 4,45\text{s}$; $T = 8,8\text{s}$ (Bild 1.4-3):

$$\text{Tastverhältnis: } \frac{T_i}{T} = \frac{4,45}{8,8} = 0,51 \approx 1:2$$

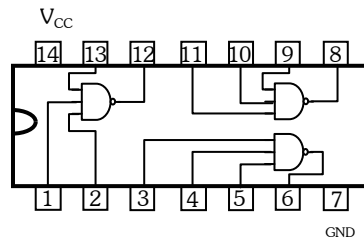
$f_{\text{max}} = 125\text{kHz}$; $T_i = 28\mu\text{s}$; $T = 96\mu\text{s}$ (Bild 1.4-4):

$$\text{Tastverhältnis: } \frac{T_i}{T} = \frac{28}{96} = 0,29 \approx 1:3$$





1.5 Messungen am Standard Logik Bausteinen in CMOS- und TTL-Technologie (74LS10, 74HC10 / 3-fach NAND / HPS-Koffer *ohne* roten Punkt)

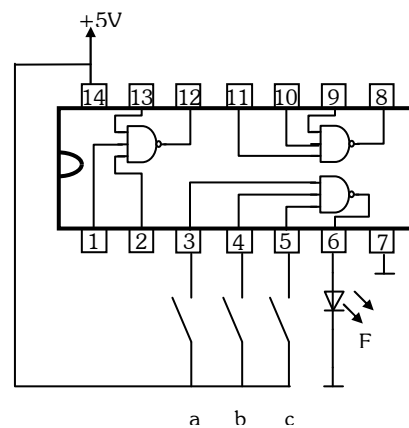


a) Logische Funktion beider Bausteine

$$F = a \cdot b \cdot c$$

| a | b | c | F |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

Messaufbau:



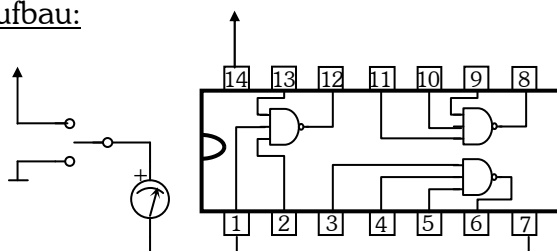
Alle Eingänge bei TTL auf +5V legen, bei CMOS auf GND

b) Signallaufzeiten von einem Eingang zum Ausgang des logischen Gatters

| | TTL-Baustein | | CMOS-Baustein |
|-------------------|--|--|--|
| <u>Leerlauf:</u> | $t_{D01} = 29,41\text{ns}$ (Bild 1.5b-1) | | $t_{D01} = 17,0\text{ns}$ (Bild 1.5b-3) |
| | $t_{D10} = 11,76\text{ns}$ | | $t_{D10} = 17,0\text{ns}$ |
| <u>Belastung:</u> | $t_{D01} = 20,59\text{ns}$ (Bild 1.5b-2) | | $t_{D01} = 17,65\text{ns}$ (Bild 1.5b-4) |
| | $t_{D10} = 10,59\text{ns}$ | | $t_{D10} = 17,65\text{ns}$ |

c) Statischer Strom am Eingang eines Gatters

Messaufbau:





TTL-Baustein

log 1: $I = 0A$

log 0: $I = 247\mu A$

CMOS-Baustein

log 1: $I = 0A$

log 0: $I = 0A$

(nicht messbar)

d) Ausgangsspannungspegel im Leerlauf und unter Last

TTL-Baustein

Leerlauf: $U_{A/High} = 4,0V$ (Bild 1.5d-1)

$U_{A/Low} = 0,45V$

CMOS-Baustein

$U_{A/High} = 4,5V$ (Bild 1.5d-3)

$U_{A/Low} = 0V$

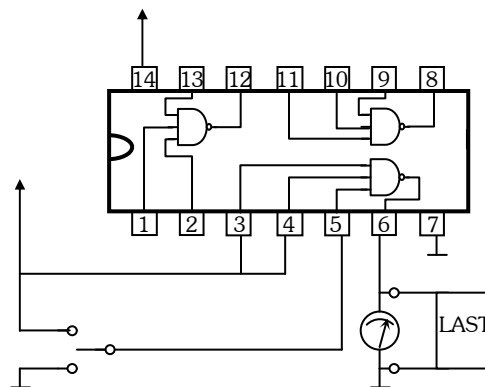
Belastung: $U_{A/High} = 4,0V$ (Bild 1.5d-2)

$U_{A/Low} = 0V$

$U_{A/High} = 4,5V$ (Bild 1.5d-4)

$U_{A/Low} = 0V$

Messaufbau:

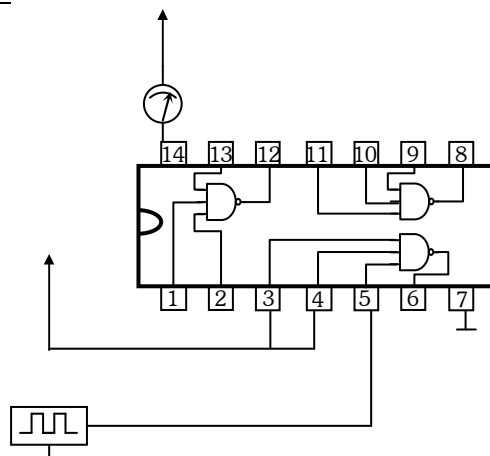


e) Stromaufnahme in Abhängigkeit von der Frequenz

$V_{DD} = +5V$

| f in kHz | 1 | 100 | 1000 | CMOS TTL |
|------------|-------|-------|-------|-------------|
| I in mA | 15,06 | 15,16 | 15,15 | |
| I in mA | 3,9 | 3,9 | 4,0 | |

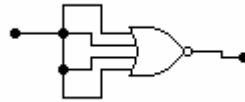
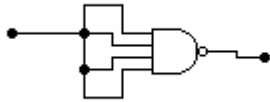
Messaufbau:





1.6 Zusammenschalten einfacher Gatter (TTL-Gatter des HPS-Koffers, Koffer mit rotem Punkt)

a) 4-fach NAND, 4-fach NOR → NICHT

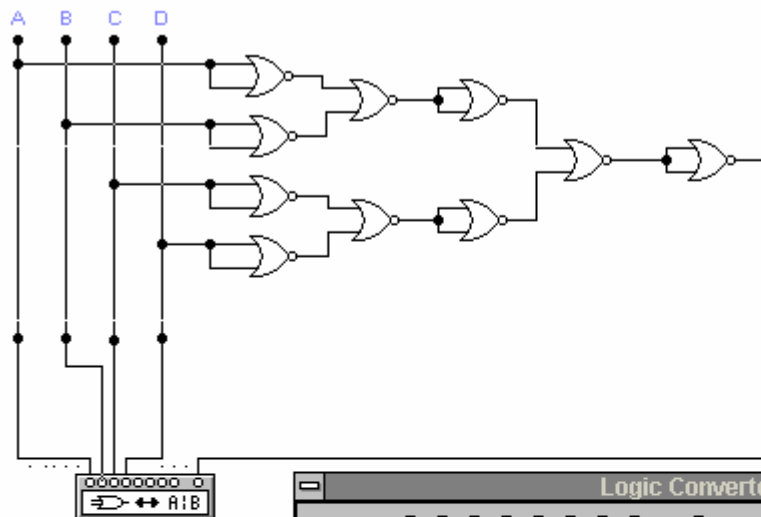


$$F = \overline{a \cdot b \cdot c \cdot d} = \overline{a \cdot a \cdot a \cdot a} = \overline{a}$$

$$F = \overline{a + b + c + d} = \overline{a + a + a + a} = \overline{a}$$

b) 4-fach NAND mit 2-fach NOR-Gattern

$$\overline{F} = a \cdot b \cdot c \cdot d = (a \cdot b) \cdot (c \cdot d) = \overline{\overline{a \cdot b}} \cdot \overline{\overline{c \cdot d}} = \overline{\overline{\overline{a + b}}} \cdot \overline{\overline{\overline{c + d}}} = \overline{\overline{a + b}} + \overline{\overline{c + d}} = (\overline{a} \text{ NOR } \overline{b}) \text{ NOR } (\overline{c} \text{ NOR } \overline{d})$$



| | A | B | C | D | E | F | G | H | OUT |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| 000 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | 1 |
| 001 | 0 | 0 | 0 | 1 | | | | | 1 |
| 002 | 0 | 0 | 1 | 0 | | | | | 1 |
| 003 | 0 | 0 | 1 | 1 | | | | | 1 |
| 004 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | | | 1 |
| 005 | 0 | 1 | 0 | 1 | | | | | 1 |
| 006 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | | | 1 |
| 007 | 0 | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 |
| 008 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | | | 1 |
| 009 | 1 | 0 | 0 | 1 | | | | | 1 |
| 010 | 1 | 0 | 1 | 0 | | | | | 1 |
| 011 | 1 | 0 | 1 | 1 | | | | | 1 |
| 012 | 1 | 1 | 0 | 0 | | | | | 1 |
| 013 | 1 | 1 | 0 | 1 | | | | | 1 |
| 014 | 1 | 1 | 1 | 0 | | | | | 1 |
| 015 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | 0 |

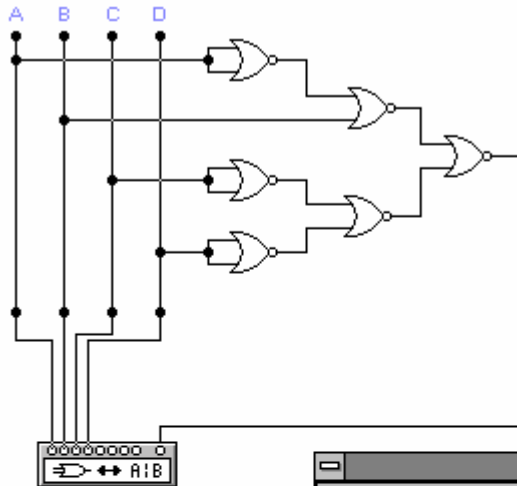
| CONVERSIONS | |
|-------------|------------|
| | → 10 1 |
| 10 1 | → A B |
| 10 1 | → SIMP A B |
| A B | → 10 1 |
| A B | → |
| A B | → NAND |

A' + B' + C' + D'



c) $Y = (\bar{a} + b) \cdot \overline{(c \cdot d)}$ mit NOR-Gattern

$$\begin{aligned} Y &= (\bar{a} + b) \cdot \overline{(c \cdot d)} = \overline{\overline{(\bar{a} + b)}} \cdot \overline{\overline{\overline{(c \cdot d)}}} = \overline{\overline{(\bar{a} + b)}} \cdot \overline{\overline{(c + d)}} = \overline{\overline{(\bar{a} + b)}} \cdot \overline{\overline{(c \text{ NOR } d)}} = \\ &= \overline{\overline{(\bar{a} + b)}} + \overline{\overline{(c \text{ NOR } d)}} = \overline{\overline{(\bar{a} + b)}} + \overline{\overline{(c \text{ NOR } d)}} = (\bar{a} \text{ NOR } b) \text{ NOR } (\bar{c} \text{ NOR } \bar{d}) \end{aligned}$$



| | A | B | C | D | E | F | G | H | OUT |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| 000 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | 1 |
| 001 | 0 | 0 | 0 | 1 | | | | | 1 |
| 002 | 0 | 0 | 1 | 0 | | | | | 0 |
| 003 | 0 | 0 | 1 | 1 | | | | | 1 |
| 004 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | | | 1 |
| 005 | 0 | 1 | 0 | 1 | | | | | 1 |
| 006 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | | | 0 |
| 007 | 0 | 1 | 1 | 1 | | | | | 0 |
| 008 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | | | 0 |
| 009 | 1 | 0 | 0 | 1 | | | | | 0 |
| 010 | 1 | 0 | 1 | 0 | | | | | 0 |
| 011 | 1 | 0 | 1 | 1 | | | | | 0 |
| 012 | 1 | 1 | 0 | 0 | | | | | 1 |
| 013 | 1 | 1 | 0 | 1 | | | | | 1 |
| 014 | 1 | 1 | 1 | 0 | | | | | 1 |
| 015 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | 0 |

$A' C' + A' D' + B C' + B D'$

Ursprüngliche Schaltung:

$$t_{D01} = 22,06\text{ns} \quad (\text{Bild 1.6c-1})$$

$$t_{D10} = 15,29\text{ns} \quad (\text{Bild 1.6c-2})$$

Schaltung mit NOR-Gattern:

$$t_{D01} = 20,0\text{ns} \quad (\text{Bild 1.6c-3})$$

$$t_{D10} = 18,82\text{ns} \quad (\text{Bild 1.6c-4})$$