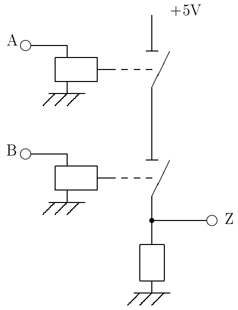


Abbildung 1.16: Relaisschaltung: AND

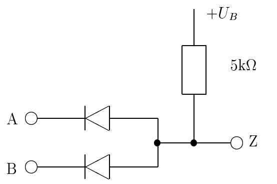


Abbildung 1.17: DL bzw. DTL (positive Logik): AND

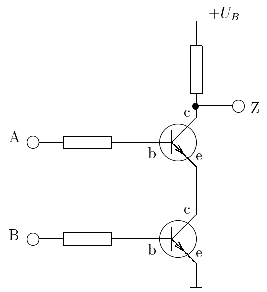


Abbildung 1.18: RTL insbes. DCTL: NAND

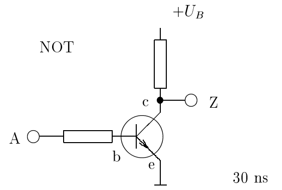


Abbildung 1.19: DTL, Dioden-Transistor-Logik: NOT

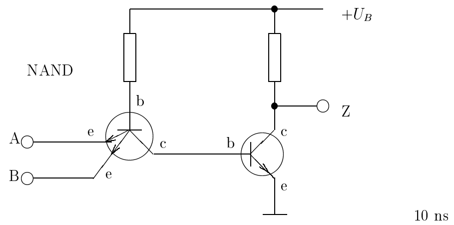


Abbildung 1.20: TTL, Transistor-Transistor-Logik: NAND

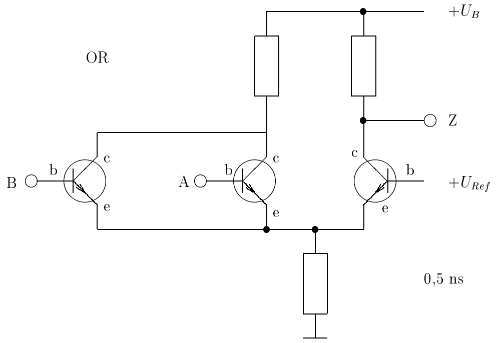


Abbildung 1.21: ECL: OR

Welche Gatter braucht man, um alle möglichen Logikverknüpfungen aufzubauen?

- AND, OR, NOT: Hier ist ein Gatter redundant, denn aus den Morganschen Gesetzen erhält man

$$\text{NOT(A AND B)} = \text{(NOT A) OR (NOT B)}.$$

Speicherbausteine können durch Kippstufen realisiert werden:

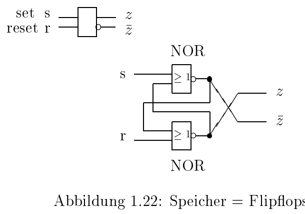


Abbildung 1.22: Speicher = Flipflops = bistabile Kippschaltungen

RAM random access memory

1. Informationsverlust bei Stromausfall bei Halbleiter-RAMs, nicht bei Kernspeicher
2. Arten:
   - statisch: SRAM, TTL, Flipflops
   - dynamisch: DRAM, CMOS, interne Kapazität wird zur Speicherung genutzt, dadurch ist etwa alle 2ms ein Auffrischen nötig

ROM read only memory, Nur-Lese-Speicher

1. Inhalt überlebt Stromausfall
2. nur einmalig im Werk (bei Fertigung) programmierbar
3. (deshalb:) nur in großen Stückzahlen rentabel

EPROM erasable programmable ROM

1. Inhalt überlebt Stromausfall
2. einige Male durch starke Ultraviolettstrahlen lösch- und danach mit +27V neu programmierbar
3. (deshalb:) in kleinen Stückzahlen rentabel

EEPROM electrical erasable programmable ROM

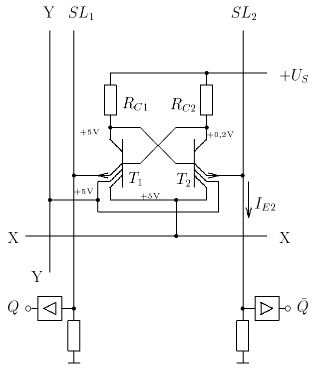
1. Bei einer entsprechenden Konstruktion ist jedes Bit einzeln löschbar
2. elektrisches Löschen
3. ca. 50 oder heute $10^4 - 10^5$ mal änderbar

NVRAM non volatile RAM

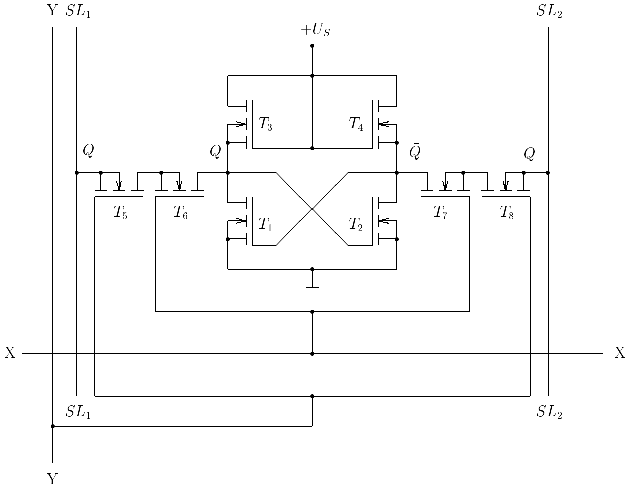
1. etwa das im PC vorhandene batteriegebufferte Memory-Modul im Uhr-Chip zur Aufnahme der aktuellen Hardware-Konfiguration
2. oft ein EEPROM

Realisierung von Speicherzellen:

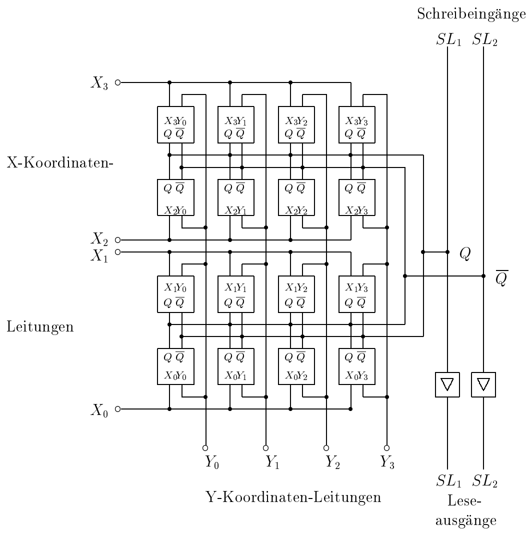
SRAM: TTL



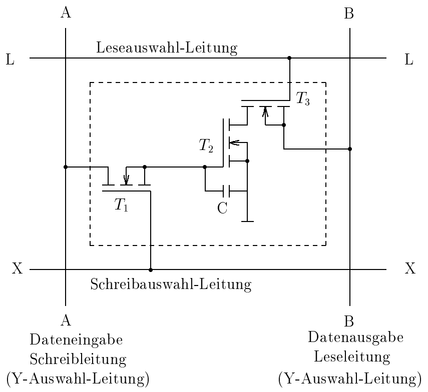
SRAM: N-MOS



RAM-Speichermatrix:

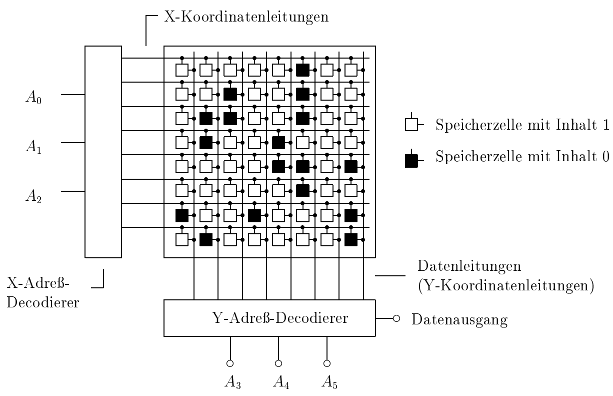


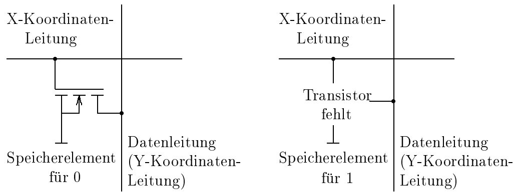
DRAM:



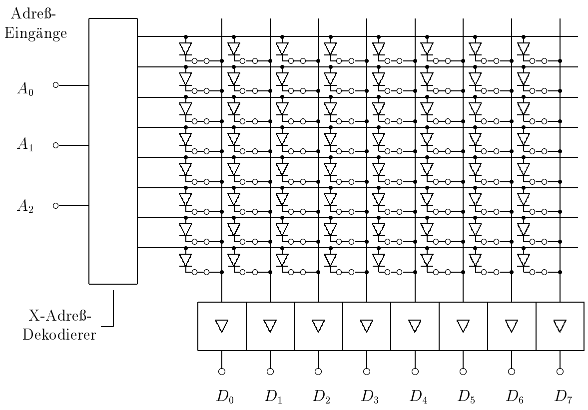
$1 \hat{=} +5V$
$0 \hat{=} 0V$, Masse

ROM:

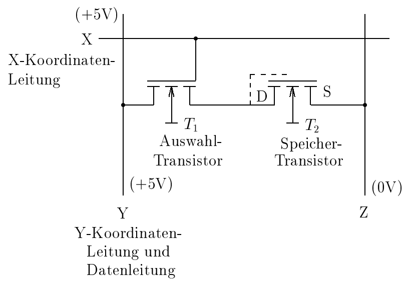




PROM:



EPROM:



1.2.2.3 Vorzeichenlose ganze Zahlen

Wortlänge		Zahlenwerte
Bit		0...1
Byte	8 Bit	$0...2^8-1=255$
Halbwort	16 Bit	$0...2^{16}-1=65535$
Wort	32 Bit	$0...2^{32}-1=4\,294\,967\,295$
Doppelwort	64 Bit	$0...2^{64}-1=18\,446\,744\,073\,709\,551\,615$
Quadwort	128 Bit	$0...2^{128}-1$
		$=340\,282\,366\,920\,938\,463\,463\,374\,607\,431\,768\,211\,455$

Kurzschreibweise für lange Binärfolgen:

$1011\,1010_2$	dual
\o272	oktal
\xBA	hexadezimal

Es besteht die Möglichkeit, vorzeichenlose ganze Zahlen im Stellenwertsystem zur Basis b darzustellen. Dazu sei $x \in \mathbb{N}$. Dann gilt für beliebiges $b \in \mathbb{N} \setminus \{0,1\}$:

$i := 0;$
Wiederhole
  $z_i := x$ rem b;
  $x := x$ div b;
  $i :=$ succ (i);
bis ($x = 0$)

liefert die Stellen von x zur Basis b:

$$x = \sum_{i=0}^{k} z_i b^i$$

Aufgabe 1.3

1. *Beweise die Korrektheit des angegebenen Verfahrens.*
2. *Wie berechnet man den Wert von $(z_N \cdots z_2 z_1 z_0)_b$? (Hinweis: Man benutze das Horner-Schema*
$$(\ldots((z_k \cdot b + z_{k-1}) \cdot b + z_{k-2}) \cdot b + \ldots) \cdot b + z_0$$
und gebe den entsprechenden Pseudocode an.)

1.2.2.4 Addition statt Subtraktion

Wie berechnet man $1236 + 995$? Nach einer Kopfrechenregel rechnet man

$$1236 + \underbrace{1000 - 5}_{=995} = 2236 - 5 = 2231,$$

d.h. man rechnet

$$\underbrace{1236 - 5}_{\text{Subtraktion}} = \underbrace{1236 + 995}_{\text{Addition}} - \underbrace{1000}_{\text{Korrektur}} .$$

Eine noch bessere Methode – insbesondere für den Computer – ist die Benutzung der Zehnerkomplements, d.h. man rechnet

$$1236 - 5 = \underbrace{1236}_{4stellig} + \underbrace{9995}_{4stellig} - 10000$$

und kann wegen des Korrekturterms den Übertrag in der 5. Stelle einfach vergessen.

Definition 1.1
Das ((N+1)-stellige) 10er-Komplement von $\sum_{i=0}^{N} y_i \cdot 10^i, y_i \in \{0,\ldots,9\}$ ist definiert als

$$10^{N+1} - \sum_{i=0}^{N} y_i \cdot 10^i$$

Es kann entweder durch eine $(N+2)$-stellige Subtraktionen oder durch Bestimmung des 9er Komplements mit anschließender Korrekturaddition mit 1 bestimmt werden.

Definition 1.2
Das ((N+1)-stellige) 9er-Komplement von $\sum_{i=0}^{N} y_i \cdot 10^i, y_i \in \{0,\ldots,9\}$ ist definiert als

$$\sum_{i=0}^{N} 9 \cdot 10^i - \sum_{i=0}^{N} y_i \cdot 10^i = \sum_{i=0}^{N} (9 - y_i) \cdot 10^i$$

Es kann durch $(N+1)$ 1-ziffrige Subtraktionen bestimmt werden.

Bemerkung 1.1
9er-Komplement und 10er-Komplement sind selbstinvers.