



# Speicherelemente und Flipflops

## Übungen Digitales Design



### Lösung vs. Hinweise:

Nicht alle hier gegebenen Antworten sind vollständige Lösungen. Einige dienen lediglich als Hinweise, um Ihnen bei der eigenständigen Lösungsfindung zu helfen. In anderen Fällen wird nur ein Teil der Lösung präsentiert.

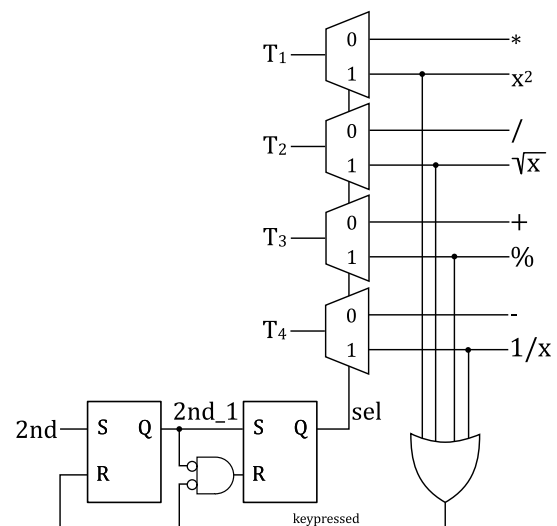
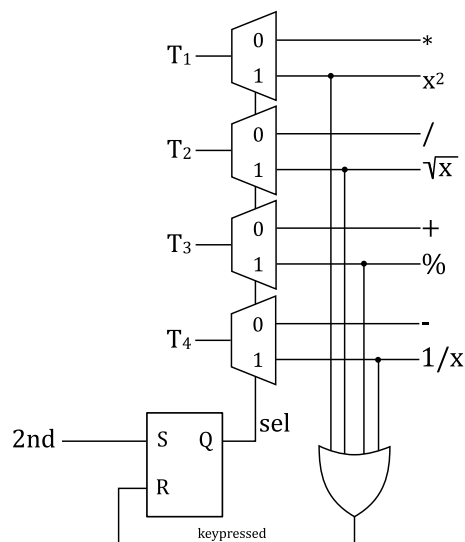
## 1 | LAT - Speicherelemente

### 1.1 Anti-Prell-Schaltung

Switch on which one side is **Reset** and the other **Set**.

*lat/memory-01*

### 1.2 Tastenauswahl



*lat/memory-02*



### 1.3 Analyse eines Speicherelements

It is a SR latch with inverted inputs

*lat/memory-03*

### 1.4 Speicherelement

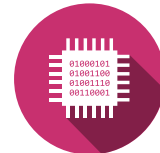
$$\begin{cases} g = 0 \Rightarrow s_n = 1 = r_n \Rightarrow \text{memorization} \\ g = 1 \Rightarrow \text{SR latch (set or reset)} \end{cases} \quad (1)$$

*lat/memory-04*

### 1.5 Synchronisation

Idea: Update the signal only at  $\begin{cases} \text{clk}=1 & \Rightarrow \text{D-Latch} \\ \text{rising\_edge} & \Rightarrow \text{D-FF} \end{cases}$

*lat/memory-05*



## 2 | LAT - Flipflops

### 2.1 Aufspürung von Übergängen

Using a D-FF as delay element and compare the 2 signals together (XOR-2).

*lat/flipflop-01*

### 2.2 Schieberegister

The output  $Y$  is the same as the input  $X$  with a delay of 4 clock period since there are 4 D-FF in the circuit.

*lat/flipflop-02*

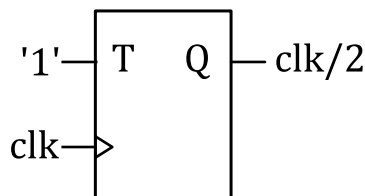
### 2.3 Flipflop, durch ihre charakteristische Gleichung bezeichnet

You need a D-FF and a multiplexer

*lat/flipflop-03*

### 2.4 Teiler durch 2

Only the solution for  $\frac{\text{clk}}{2}$  is shown.



*lat/flipflop-04*

### 2.5 Ersatz eines Flipflop

#### 2.5.1.1 Equation

$$\begin{aligned} E : Q^+ &= \overline{E}Q + ED \\ T : Q^+ &= T \oplus Q \Rightarrow \overline{T}Q + T\overline{Q} \Rightarrow T\overline{Q} + \overline{T}Q \end{aligned} \quad (2)$$

#### 2.5.1.2 Table

| $T$ | $Q$ | $Q^+$ | $E$ | $D$ |
|-----|-----|-------|-----|-----|
| 0   | 0   | 0     | 0   | -   |
| 0   | 0   | 1     | 1   | 0   |
| 0   | 1   | 1     | 0   | -   |
| 0   | 1   | 0     | 1   | 1   |
| 1   | 0   | 1     | 1   | 1   |
| 1   | 1   | 0     | 1   | 0   |

Two variants are possible:

$$\begin{cases} E = 1, D = T \oplus Q \\ E = T, D = \overline{Q} \end{cases} \quad (3)$$

*lat/flipflop-05*

### 2.6 Schieberegister

The real question is build a D-FF with a T-FF (see ex.Abschnitt 2.5 for the flipflop and ex.Abschnitt 2.2 for the shift register)

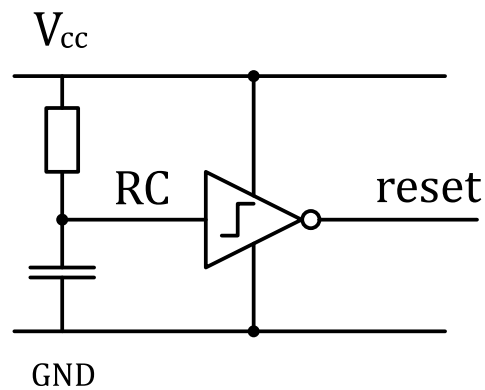


lat/flipflop-06

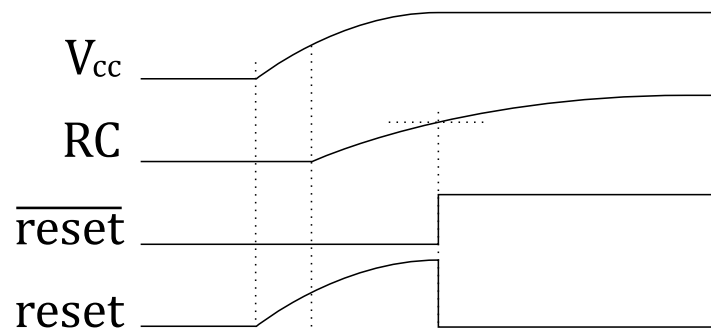
## 2.7 Asynchrone Nullsetzung

- RC-Circuit will be powered up with a delay
- Trigger converts the analog signal to a digital signal

Circuit

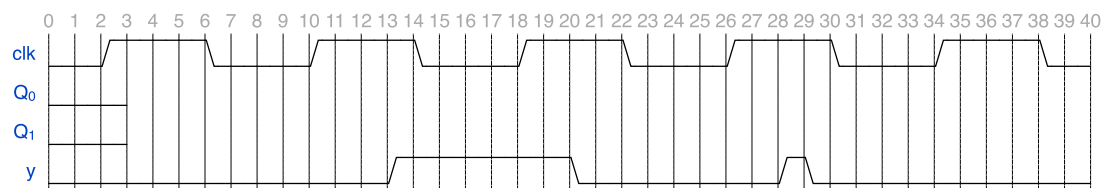


Schema



lat/flipflop-07

## 2.8 Asynchrone Schaltung



lat/flipflop-08