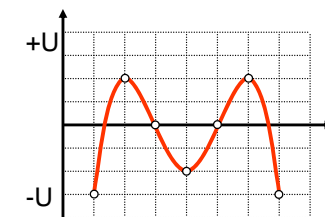
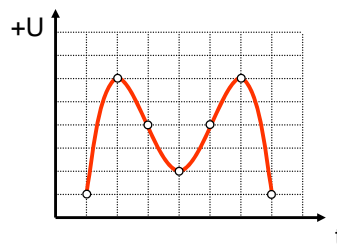
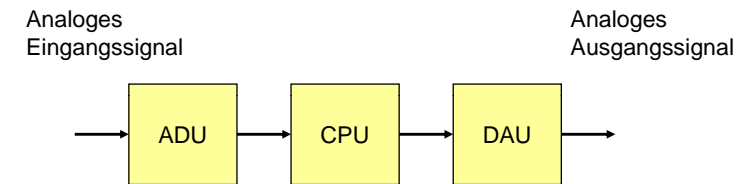
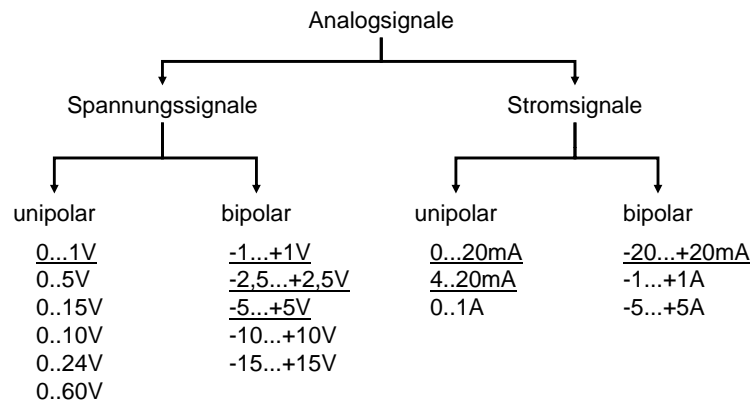


Kapitel 7: AD- und DA-Umsetzer

- Analoge Signale und Codierungen
- DA-Umsetzer
 - DA-Umsetzer mit gewichteten Widerständen
 - DA-Umsetzer mit R2R Netzwerk
- AD-Umsetzer
 - Inkrementalumssetzer
 - Sägezahnumssetzer
 - Track&Hold Schaltung
 - Sample&Hold Schaltung
 - Sukzessive Approximation
 - Parallelumssetzer
 - Dual-Slop-Umsetzer
- Wandlerfenster
- Anwendungsbeispiele





Unipolar
Bitmuster

$$\Delta U_A = \frac{U_{A \max}}{2^n - 1}$$

11111111 255 5V
11111110 254
11111101 253

.....
00000001 1
00000000 0 0V

$$\Delta U_A = \frac{5V}{2^8 - 1} = 0,0196078 V$$

<p>0 1111 1111 255</p> <p>.....</p> <p>0 0000 0001 1</p> <p>0 0000 0000 0</p> <p>1 0000 0001 -1</p> <p>.....</p> <p>1 1111 1110 -254</p> <p>1 1111 1111 -255</p>	<p>1 1111 1111 255</p> <p>.....</p> <p>1 0000 0001 1</p> <p>1 0000 0000 0</p> <p>0 0000 0001 -1</p> <p>.....</p> <p>0 1111 1110 -254</p> <p>0 1111 1111 -255</p>
--	--

1 1111 1111 255

.....

1 0000 0001 1

1 0000 0000 0

0 1111 1111 -1

.....

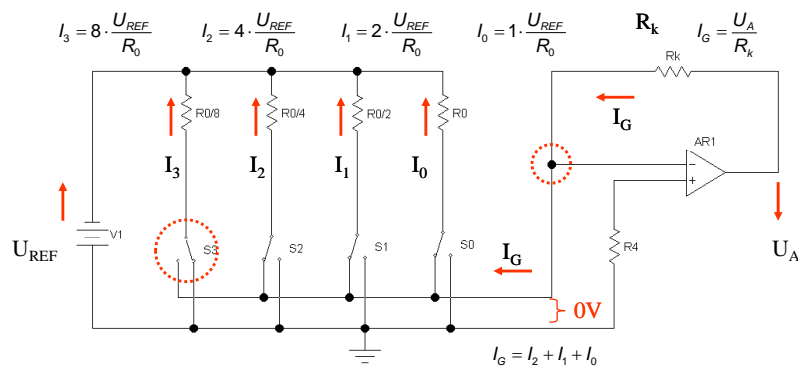
0 0000 0001 -254

0 0000 0000 -255

0 1111 1111 +255
.....
0 0000 0001 +1
0 0000 0000 0
1 1111 1111 -1
.....
1 0000 0001 -255
1 0000 0000 -256

- Gewichtete Widerstandsnetzwerke
- R-2R-Netzwerken
- 1Bit PWM-Umsetzer

DA-Umsetzer mit gewichteten Widerständen



DA-Umsetzer mit gewichteten Widerständen

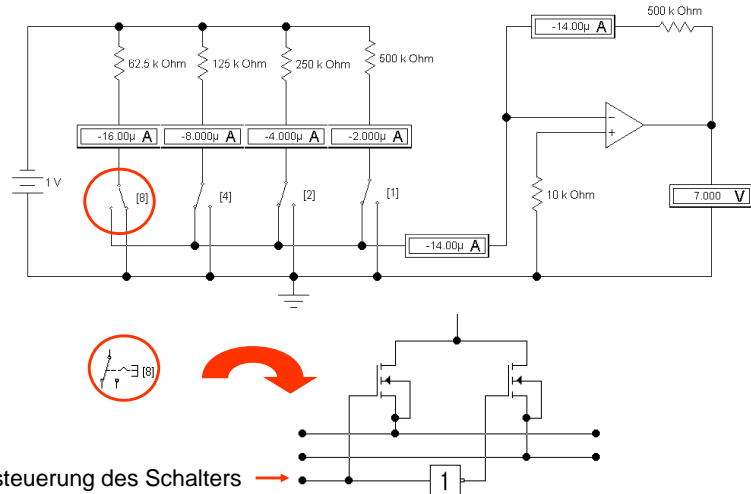
$$U_A = (I_3 \cdot S_3 + I_2 \cdot S_2 + I_1 \cdot S_1 + I_0 \cdot S_0) \cdot R_k$$

$$U_{Rk} = U_A = - \left(8 \cdot \frac{-U_{REF}}{R_0} \cdot S_3 + 4 \cdot \frac{-U_{REF}}{R_0} \cdot S_2 + 2 \cdot \frac{-U_{REF}}{R_0} \cdot S_1 + 1 \cdot \frac{-U_{REF}}{R_0} \cdot S_0 \right) \cdot R_k$$

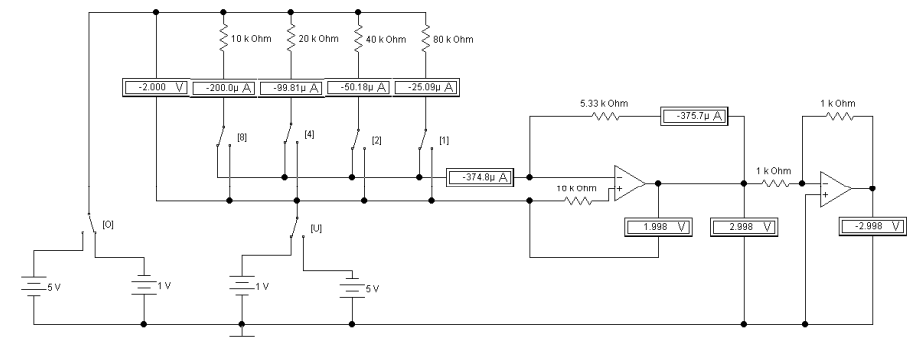
$$U_{Rk} = U_A = (2^{n-1} \cdot S_{n-1} + 2^{n-2} \cdot S_{n-2} + \dots + 2^0 \cdot S_0) \cdot U_{REF} \cdot \frac{R_k}{R_0}$$

$$U_{Amax} = (2^n - 1) \cdot U_{REF} \cdot \frac{R_k}{R_0}$$

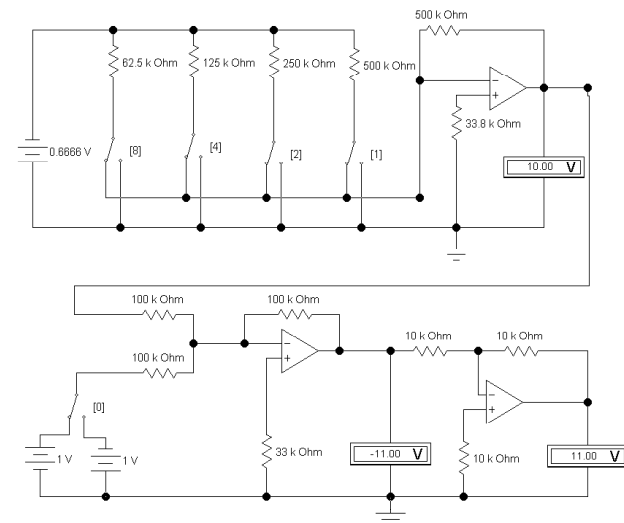
DA-Umsetzer mit gewichteten Widerständen



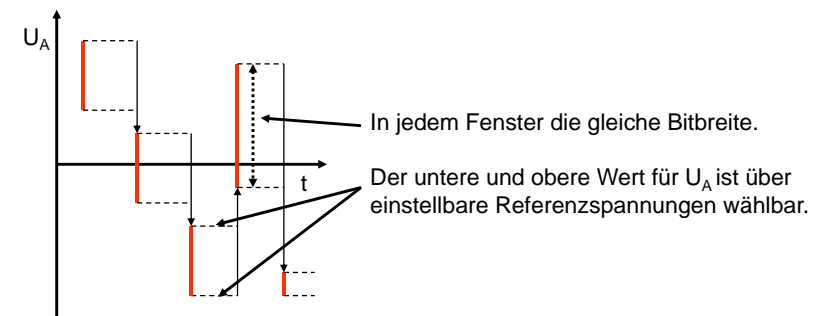
DA-Umsetzer bipolar mit wählbarem Ausgangsbereich

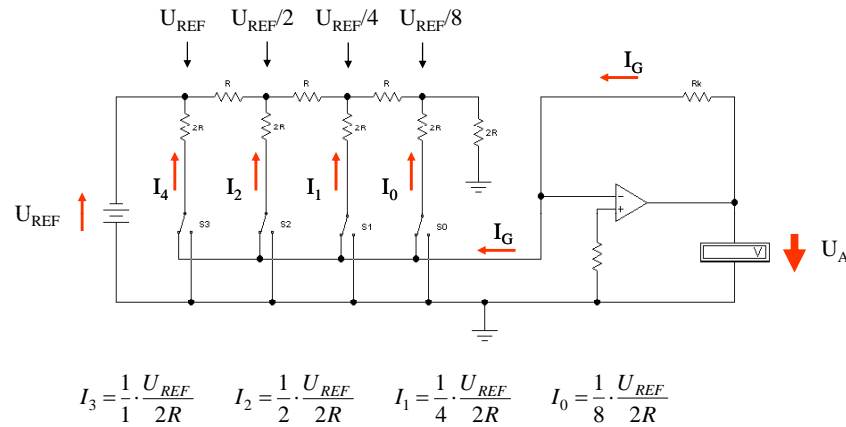


DA-Umsetzer bipolar mit wählbarem Ausgangsbereich



DA-Umsetzer U_A wählbar





$$U_{Rk} = U_A = (I_3 \cdot S_3 + I_2 \cdot S_2 + I_1 \cdot S_1 + I_0 \cdot S_0) \cdot R_k$$

$$U_{Rk} = U_A = \left(\frac{1}{1} \cdot \frac{-U_{REF}}{2R} \cdot S_3 + \frac{1}{2} \cdot \frac{-U_{REF}}{2R} \cdot S_2 + \frac{1}{4} \cdot \frac{-U_{REF}}{2R} \cdot S_1 + \frac{1}{8} \cdot \frac{-U_{REF}}{2R} \cdot S_0 \right) \cdot R_k$$

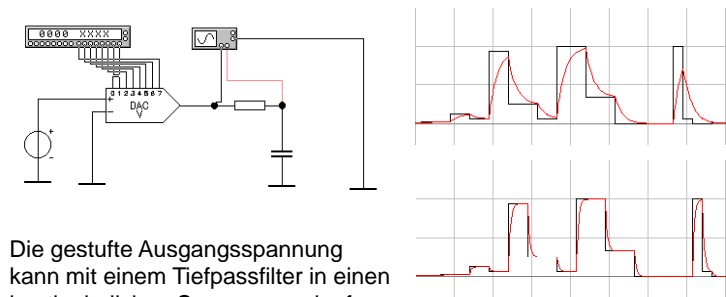
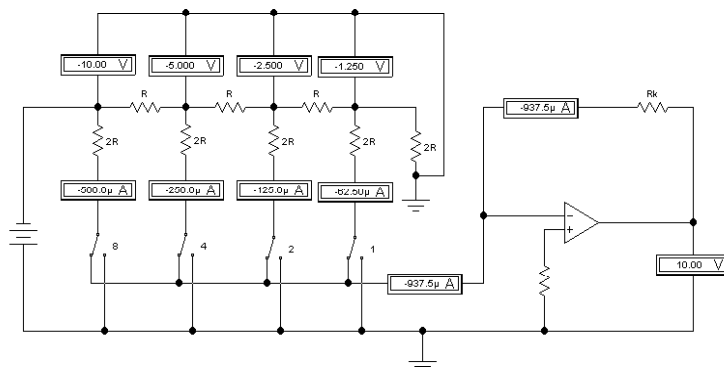
$$U_{Rk} = U_A = (8 \cdot S_3 + 4 \cdot S_2 + 2 \cdot S_1 + 1 \cdot S_0) \cdot \frac{U_{REF} \cdot R_k}{8 \cdot 2R}$$

$$U_{Rk} = U_A = (2^{n-1} \cdot S_{n-1} + 2^{n-2} \cdot S_{n-2} + \dots + 2^0 \cdot S_0) \cdot \frac{U_{REF} \cdot R_k}{2^{n-1} \cdot 2R}$$

$$U_{Rk} = U_A = (2^{n-1} \cdot S_{n-1} + 2^{n-2} \cdot S_{n-2} + \dots + 2^0 \cdot S_0) \cdot \frac{U_{REF}}{2^n}$$

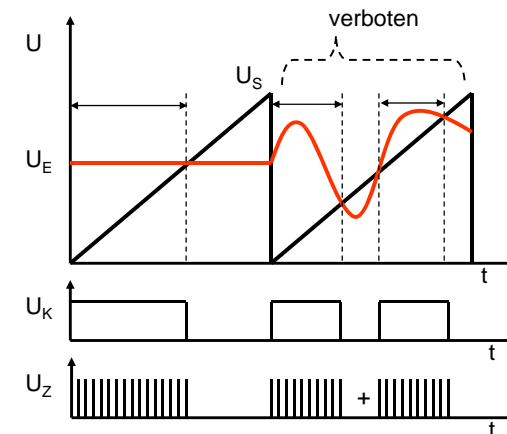
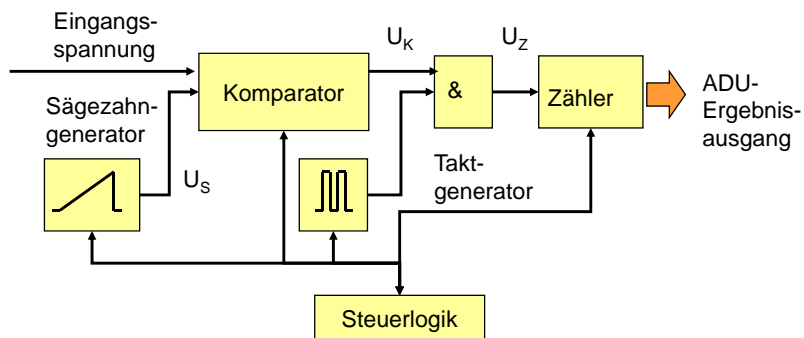
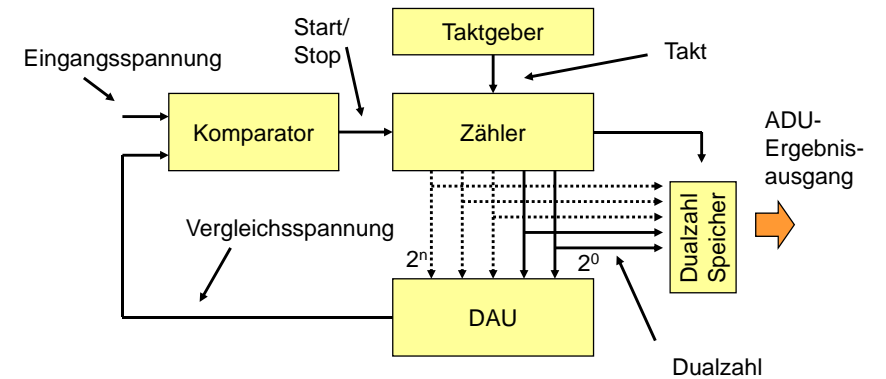
$$U_{Amax} = (2^n - 1) \cdot \frac{U_{REF}}{2^n}$$

bei $R_k = R$

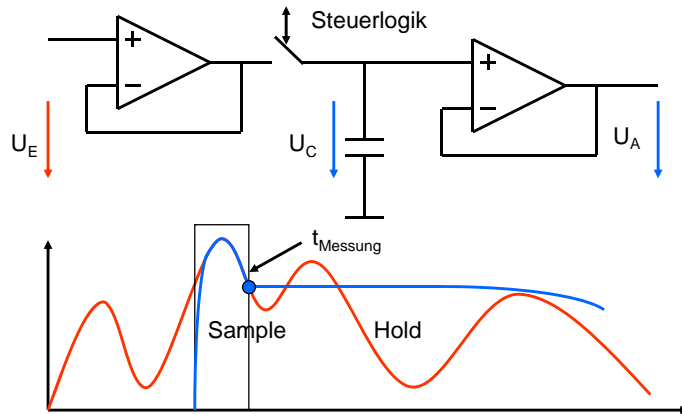


Die gestufte Ausgangsspannung kann mit einem Tiefpassfilter in einen kontinuierlichen Spannungsverlauf umgeformt werden.

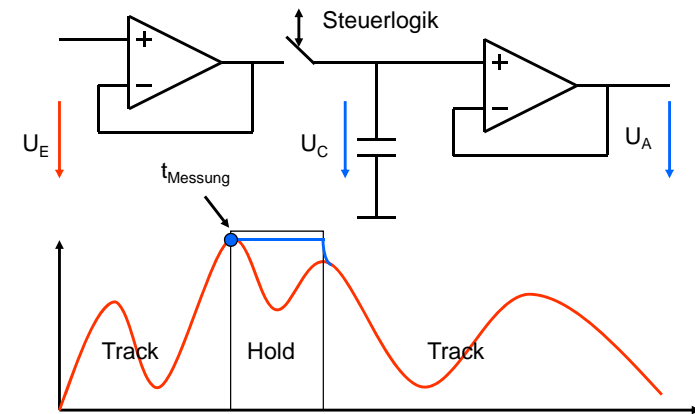
- Inkrementalumsatzer
- Sägezahnsumsetzer
- Parallelumsatzer
- Sukzessive Approximation
- Dual-Slope-Umsetzer



Sample & Hold Schaltung

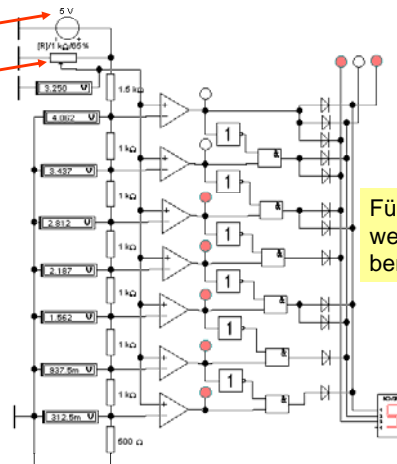


Track & Hold Schaltung

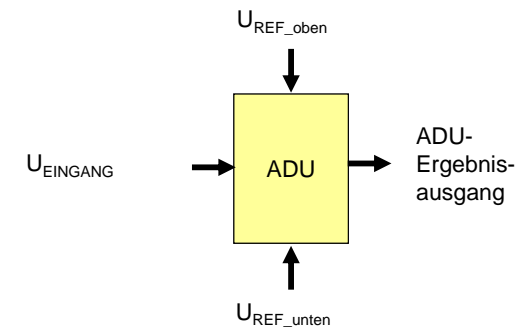


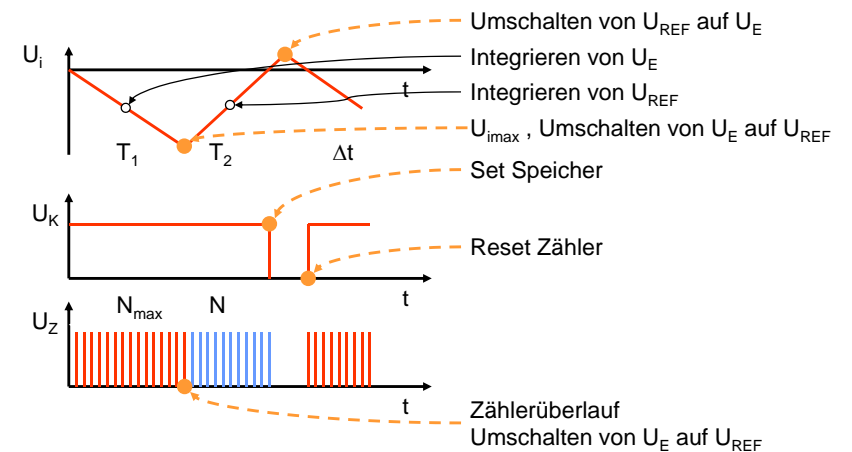
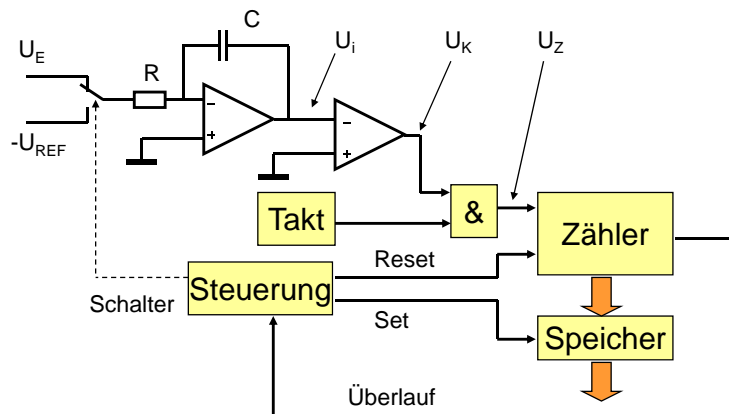
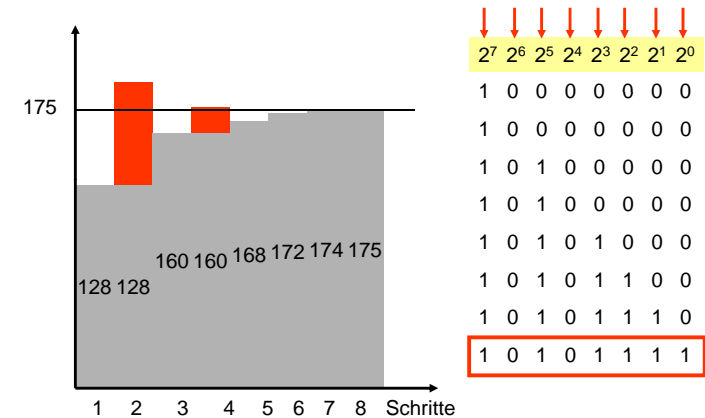
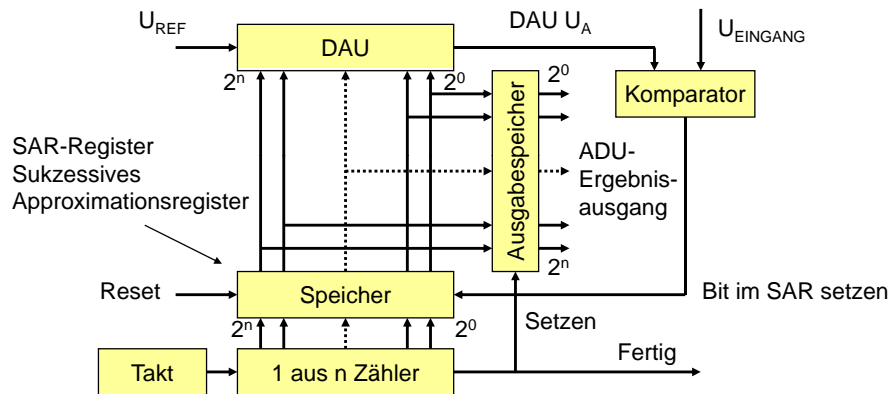
AD-Umsetzer Parallelumsetzer

Referenzspannung
Eingangsspannung
über ein Potentiometer
bereitgestellt.



AD-Umsetzer Wandlerfensterfestlegung





$$u_{i\max} = -\frac{1}{\tau_i} \int_0^{T_1} u_E \cdot dt \quad \rightarrow \quad u_{i\max} = -\frac{T_1}{\tau_i} \cdot u_E \quad \rightarrow \quad \tau_i = R \cdot C$$

$$u_{i\max} = -\frac{N_{\max} \cdot T_0}{\tau_i} \cdot u_E \quad \rightarrow \quad T_1 = T_0 \cdot N_{\max} \quad \rightarrow \quad f_0 = \frac{1}{T_0}$$

Durch Umschalten von U_E auf U_{REF} wird bis zum Zeitpunkt $u_i=0$ integriert.

$$u_i = u_{i\max} + \left(-\frac{1}{\tau_i} \cdot \int U_{REF} \cdot dt \right) = u_{i\max} - \frac{1}{\tau_i} \cdot U_{REF} \cdot t$$

$$u_i = 0 = u_{i\max} - \frac{1}{\tau_i} \cdot U_{REF} \cdot T_2$$

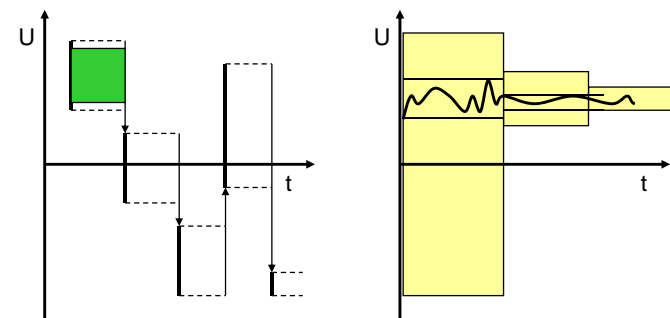
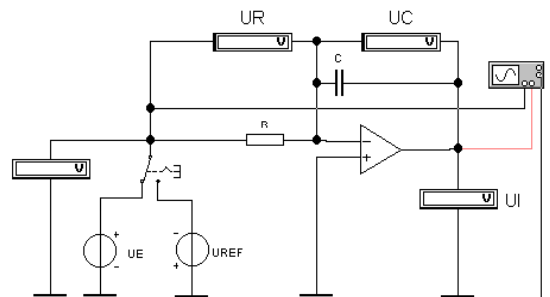
$$0 = u_{i\max} - \frac{1}{\tau_i} \cdot U_{REF} \cdot N \cdot T_0 \quad \rightarrow \quad T_2 = N \cdot T_0$$

$$0 = u_{i\max} - \frac{1}{\tau_i} \cdot U_{REF} \cdot N \cdot T_0$$

$$u_{i\max} = \frac{1}{\tau_i} \cdot U_{REF} \cdot N \cdot T_0$$

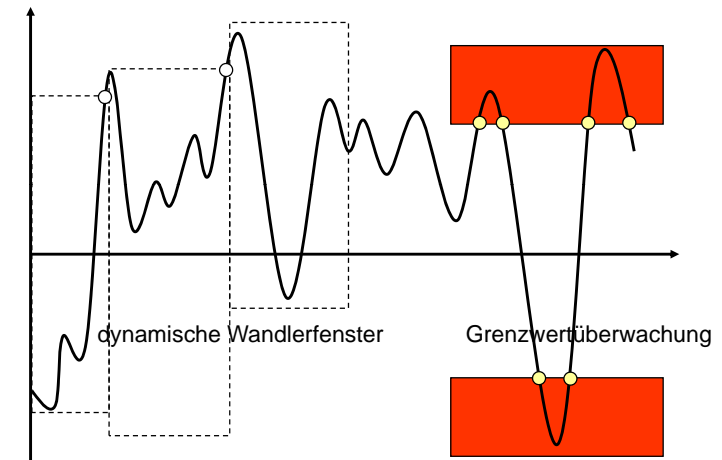
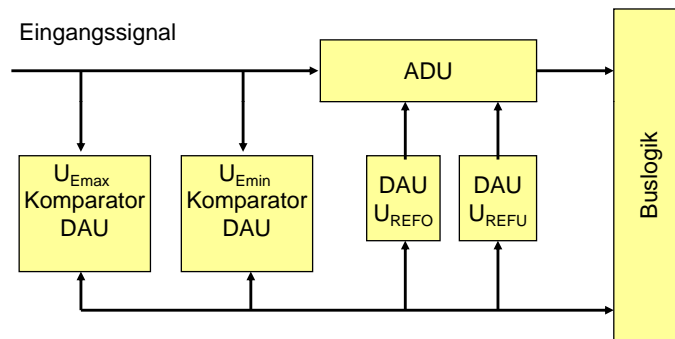
$$\frac{-N_{\max} \cdot T_0}{\tau_i} \cdot u_E = \frac{1}{\tau_i} \cdot U_{REF} \cdot N \cdot T_0$$

$$u_E = -U_{REF} \cdot \frac{N}{N_{\max}}$$

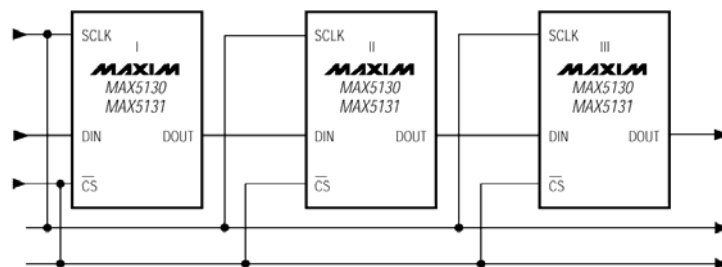


DAU Wandlerfenster

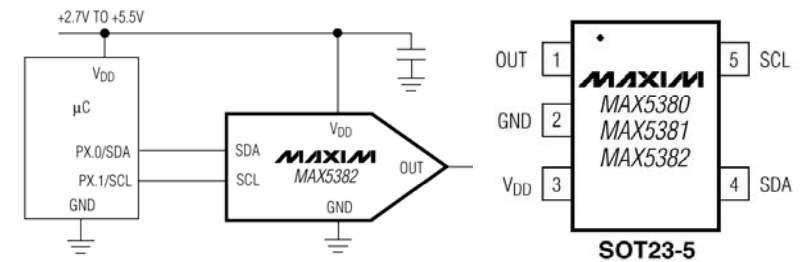
ADU Wandlerfenster

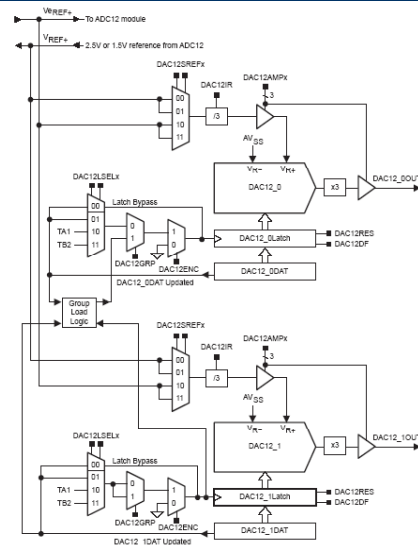
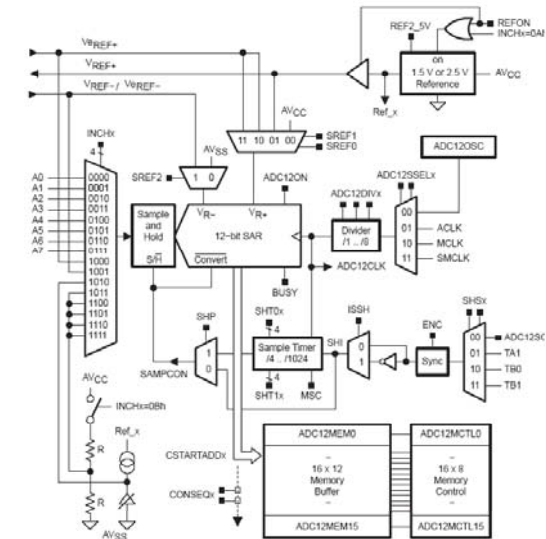
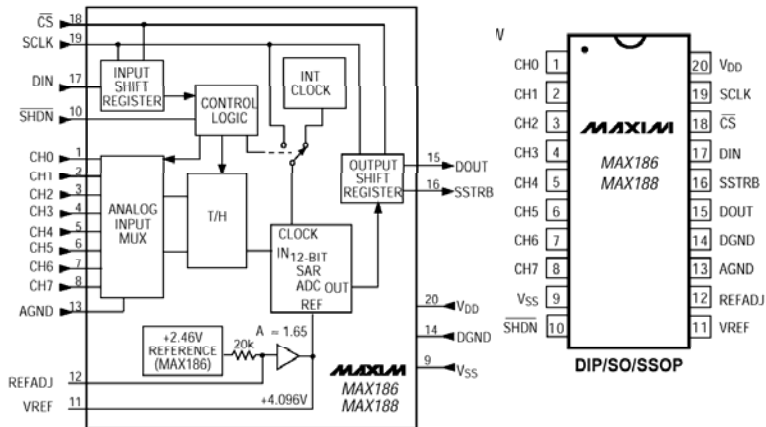


DAU MAX5130
seriell in Reihe schaltbare DAU



DAU MAX5382
seriell ansteuerbarer DAU mit minimalen Abmessungen





- Analoge Signale und Codierungen
- DA-Umsetzerverfahren
- AD-Umsetzerverfahren
- Track&Hold Schaltung
- Sample&Hold Schaltung
- Möglichkeiten dynamischer Wandlungsfenster