

A/D-Umsetzer mit parallelen Komparatoren

a) Wie wählen Sie die Widerstände eines Spannungsteilers, um die Spannung U_0 in gleich große (äquidistante) Bereiche um die Werte $\frac{1}{6}U_0$, $\frac{2}{6}U_0$, $\frac{3}{6}U_0$, $\frac{4}{6}U_0$ und $\frac{5}{6}U_0$ zu erhalten?

Lösung

Das Prinzip eines Parallelkomparators (auch "Flash-ADC") besteht darin, gleichzeitig an mehrere Komparatoren die zu messende Spannung und dafür an den Komparatoren selbst verschiedene Vergleichsspannungen anzulegen. Es werden also mehr Komparatoren benötigt, die Wandlung erfolgt jedoch instantan in einer Umsetzung.

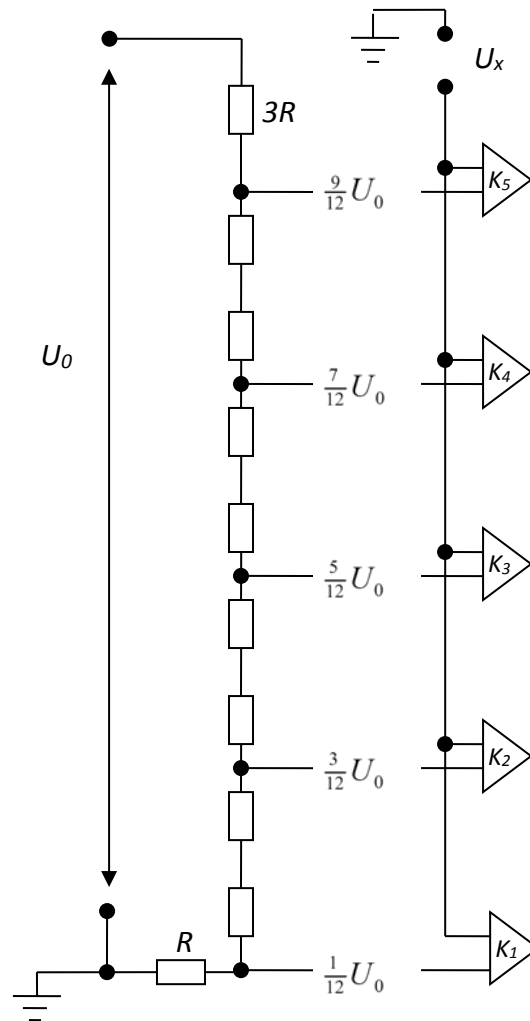
Der Werte werden aufgrund der Aufteilung mit einer Genauigkeit von $\frac{1}{6} U_0$ ermittelt. Damit folgt die folgende Einteilung für die Spannungsteiler:

$$\begin{array}{cccccc} 0 & \frac{1}{6} & \frac{2}{6} & \frac{3}{6} & \frac{4}{6} & \frac{5}{6} \\ +\frac{1}{12} & \pm\frac{1}{12} & \pm\frac{1}{12} & \pm\frac{1}{12} & \pm\frac{1}{12} & -\frac{1}{12} \\ \hline \dots & \frac{1}{12} & \dots & \frac{3}{12} & \dots & \frac{5}{12} & \dots & \frac{7}{12} & \dots & \frac{9}{12} & \dots \end{array}$$

Die $\frac{1}{6}$ -Teilung beginnt also mit $\frac{1}{12}$. Also müssen in der Spannungsteilerkette 12 gleiche Widerstände R verwendet werden (s. Abbildung nächste Seite).

b) Skizzieren Sie ausgehend von der Widerstandskette das Blockschaltbild für einen A/D-Umsetzer mit parallelen Komparatoren, um einer unbekannte Spannung U_x mit $0 < U_x < U_0$ zu "messen", d.h. einem eindeutigen Zustand aller Komparatoren für jeden der gegebenen Bereiche zuzuordnen (dabei soll der oberste Bereich nach oben offen sein, also Anzeige "Overrange").

Lösung



c) Ordnen Sie die möglichen Zustände des Komparatoren den jeweiligen Spannungsbereichen zu und setzen Sie für den Fall $U_0 = 6 \text{ V}$ die Zustände in eine duale- und dezimale Displayanzeige um.

Lösung

$K_5 K_4 K_3 K_2 K_1$	U_x	Anzeige Dezimal (V) bei $U_0 = 6 \text{ V}$ $10^2 \ 10^1 \ 10^0$	Anzeige Dual (V) bei $U_0 = 6 \text{ V}$ $2^2 \ 2^1 \ 2^0$
11111	$> \frac{9}{12} U_0$	005 $\hat{=}$ O.R. ("over range")	101 $\hat{=}$ O.R. ("over range")
01111	$< \frac{9}{12} U_0$	004	100
00111	$< \frac{7}{12} U_0$	003	011
00011	$< \frac{5}{12} U_0$	002	010
00001	$< \frac{3}{12} U_0$	001	001
00000	$< \frac{1}{12} U_0$	000	000

d) Wie groß ist die digitale Auflösung?

Lösung

Die digitale Auflösung ist die kleinste Abstufung der Spannungsbereiche, also hier gibt es 6 Spannungsbereiche, damit ist

$$\Delta U = U_{LSB} = \frac{2}{12} = \underline{\underline{\frac{1}{6} \cdot U_0}}$$

Bemerkung:

Allgemein gilt die Anwendung der Formel

$$\Delta U = U_{LSB} = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{\text{Anzahl Bereiche}} = \frac{U_0}{2^N} \quad \text{mit } N = \text{Bit-Zahl des ADC}$$

e) Wie viel Bit hat der ADC?

Lösung

6 Bereiche

$$2^N = 6 \Rightarrow N = \frac{\ln 6}{\ln 2} = \underline{\underline{2,58}}$$

Der ADC hätte also in diesem Fall mit 5 Komparatoren 2,58 Bit. Dies ist ein *eher unüblicher Aufbau* eines Parallel-ADC! **N ist üblicherweise ganzzahlig (2, 3, 4, ...) \Rightarrow (4, 8, 16)-1 Komparatoren.**