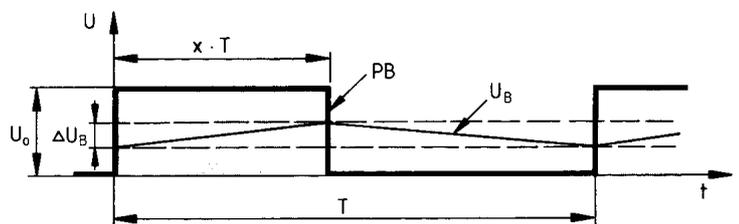
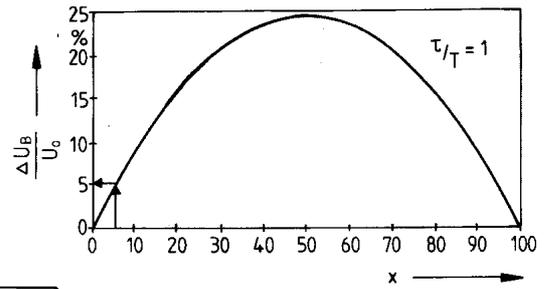


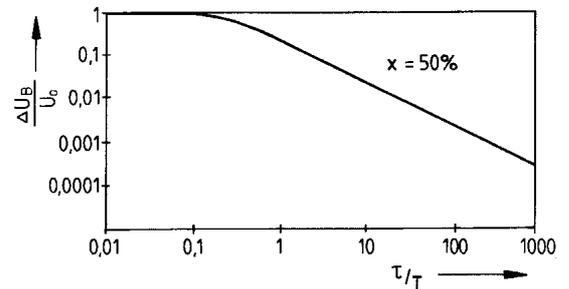
**Bild 2. n-Bit-Pulsbreitenmodulator als DAC**



**Bild 3. Pulsbreitensignal PB und gefilterte Analogspannung UB**



**△ Bild 4. Spannungsschwankung  $\Delta U_B/U_0$  in Abhängigkeit von der relativen Pulsbreite  $x$  unter der Voraussetzung, daß die relative Filterzeitkonstante  $\tau/T = 1$  ist**



**Bild 5. Spannungsschwankung  $\Delta U_B/U_0$  in Abhängigkeit von der relativen Zeitkonstante  $\tau/T$ , unter der Voraussetzung, daß die Pulsbreite 50% ist**

Sind keine so hohen Anforderungen an die Genauigkeit gestellt, kann das Flipflop entfallen, da die Analogspannung  $U_B$ , die durch Tiefpaßfilterung aus dem Pulsbreitensignal gewonnen wird, nur wenig von den Laufzeit-Spikes verfälscht wird.

Welche Probleme bei der Filterdimensionierung auftreten können, wird deutlich, wenn man von einem Filter 1. Ordnung (RC-Glied) mit der Zeitkonstante  $\tau$  ausgeht und untersucht, wie sich die Spannungsschwankungen, die sich zu

$$\Delta U_B = U_0 \cdot \frac{\left(1 - e^{-x \cdot \frac{T}{\tau}}\right) \left(1 - e^{-(1-x) \cdot \frac{T}{\tau}}\right)}{1 - e^{-\frac{T}{\tau}}} \quad (1)$$

errechnen, verändern ( $x =$  relative Pulsbreite proportional dem Vorgabewert  $B$ ,  $T =$  Periodendauer, Bilder 3, 4 und 5).

Ein Filter 1. Ordnung ist laut Bild 5 nur dann möglich, wenn es sich um eine sehr langsame Ausgabe handelt und Zeitkonstanten nicht stören, die um Zehnerpotenzen länger als die Periodendauer  $T$  sind. Ist dies nicht der Fall, darf man den Aufwand einer Filterung höherer Ordnung nicht scheuen.

## Pulsanzahlmodulator als DAC

Der Pulsanzahlmodulator (Bild 6) sieht dem Pulsbreitenmodulator (Bild 2) zum Verwechseln ähnlich. Alles bleibt wie gehabt, nur daß die Verbindungen zwischen

Zähler und Komparator ausgekreuzt werden. Es gilt also nicht mehr  $A = C$ , sondern

$$A = C^* \quad (2)$$

(Tabelle). Auf diese Weise laufen die Werte  $A$  nicht mehr monoton steigend von 0 bis  $2^n - 1$ , sondern scheinbar wild durcheinander.

Bei genauerer Betrachtung erkennt man die Systematik: 0 steht am Anfang, 1 in der Mitte, 2 in der Mitte zwischen 0 und 1, 3 in der Mitte zwischen 1 und 0 vom

**Tabelle: Reihenfolge der Zählerwerte C und der ausgekreuzten Zählerwerte C\***

C		C*	
DEZ	BIN.	BIN	DEZ.
0	0000	0000	0
1	0001	1000	8
2	0010	0100	4
3	0011	1100	12
4	0100	0010	2
5	0101	1010	10
6	0110	0110	6
7	0111	1110	14
8	1000	0001	1
9	1001	1001	9
10	1010	0101	5
11	1011	1101	13
12	1100	0011	3
13	1101	1011	11
14	1110	0111	7
15	1111	1111	15