

## Vorbereitung 4.1

Geben Sie die Frequenzen an mit denen die DTMF-Übertragung arbeitet.  
In Hz und als normierte Kreisfrequenzen ( $f_{\text{Abt.}} = 48 \text{ kHz}$ )

Hz $\omega_n$	1209 Hz 0,158257	1336 Hz 0,174881	1477 Hz 0,193338	1633 Hz 0,213759
697 Hz 0,091737	1	2	3	A
770 Hz 0,100792	4	5	6	B
852 Hz 0,111526	7	8	9	C
941 Hz 0,123176	*	0	#	D

$$\omega_n = \frac{2 \cdot \pi \cdot f_{\text{DTMF}}}{48 \text{ kHz}}$$

## 4.2

$$\Delta \omega = \frac{2\pi}{N} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{\Delta f}{f_s} \Rightarrow N = \frac{f_s}{\Delta f}$$

$\Delta f$  ist die minimal benötigte Frequenz zweier aufeinander folgender Stimmstellen.

$$N = \frac{48 \text{ kHz}}{0,25 \cdot (770 \text{ Hz} - 697 \text{ Hz})}$$

$$N = \underline{\underline{7630,14}}$$

Vorgabe: mindestens 3 weitere Stimmstellen

↳ 4 müssen reinpassen

$$\hookrightarrow \Delta f = \frac{1}{4}$$

am dichtesten bei 697 Hz - 770 Hz

Die Ordnung  $N$  einer FFT soll immer einer ganzzahligen Potenz von 2 entsprechen.

↳ Nächste größere  $N = 4096$  = minimal benötigte Ordnung der Filter