

$$\begin{aligned}
s_{AM}(t) \cdot k \cdot \cos(\omega_T \cdot t + \varphi) &= k \cdot \hat{S}_T \cdot [1 + m \cdot \cos(\omega_M \cdot t)] \cdot \cos(\omega_T \cdot t) \cdot \cos(\omega_T \cdot t + \varphi) \\
&= k \cdot \hat{S}_T \cdot [1 + m \cdot \cos(\omega_M \cdot t)] \cdot \frac{1}{2} \cdot [\cos(2 \cdot \omega_T \cdot t + \varphi) + \cos(\varphi)] \\
&= \frac{k \cdot \hat{S}_T}{2} \cdot \cos(2 \cdot \omega_T \cdot t + \varphi) + \frac{k \cdot \hat{S}_T}{2} \cdot \cos(\varphi) \\
&\quad + \frac{m \cdot k \cdot \hat{S}_T}{2} \cdot \cos(\omega_M \cdot t) \cdot \cos(2 \cdot \omega_T \cdot t + \varphi) \\
&\quad + \frac{m \cdot k \cdot \hat{S}_T}{2} \cdot \cos(\omega_M \cdot t) \cdot \cos(\varphi).
\end{aligned}$$

Das anschließende Bandpassfilter lässt nur Signale im Frequenzbereich  $0 < \omega \leq \omega_{\max}$  passieren. An dessen Ausgang beobachtet man folgendes Signal

$$\begin{aligned}
s_M(t) &= \frac{m \cdot k \cdot \hat{S}_T}{2} \cdot \cos(\varphi) \cdot \cos(\omega_M \cdot t) \\
&= \frac{k}{2} \cdot \cos(\varphi) \cdot \underbrace{\hat{S}_M \cdot \cos(\omega_M \cdot t)}_{s_M(t)},
\end{aligned}$$

was, bis auf den Faktor

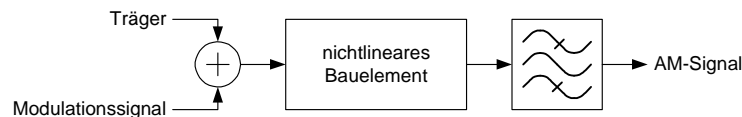
$$\frac{k}{2} \cdot \cos(\varphi),$$

dem modulierenden Signal  $s_M(t)$  entspricht. Während  $k$  konstant ist, hängt  $\varphi$  von der Phasendifferenz zwischen dem Trägersignal des Senders und der Trägernachbildung im Empfänger ab. Stimmt die Phase der Trägernachbildung nicht mit derjenigen des gesendeten Trägers überein ( $\varphi \neq 0$ ), kommt es zu Amplitudenverzerrungen! Obwohl der Träger für die Demodulation nicht notwendig ist, ist es deshalb von Vorteil, zumindest einen Restträger auszusenden. Dies erleichtert eine phasengenaue Nachbildung im Empfänger. Ein Demodulator mit phasensynchroner Nachbildung des Trägers wird als synchron oder kohärent bezeichnet.

## 20.3 Modulatoren

### 20.3.1 Zweiseitenbandmodulation mit Träger

Um ein amplitudenmoduliertes Signal zu erzeugen, genügt es grundsätzlich, das Träger- und das Modulationssignal an einem Bauelement mit nichtlinearer Kennlinie zu „vermischen“.



**Figur 94:** Einfacher AM-Modulator