

Vorlesung am 21.12.05

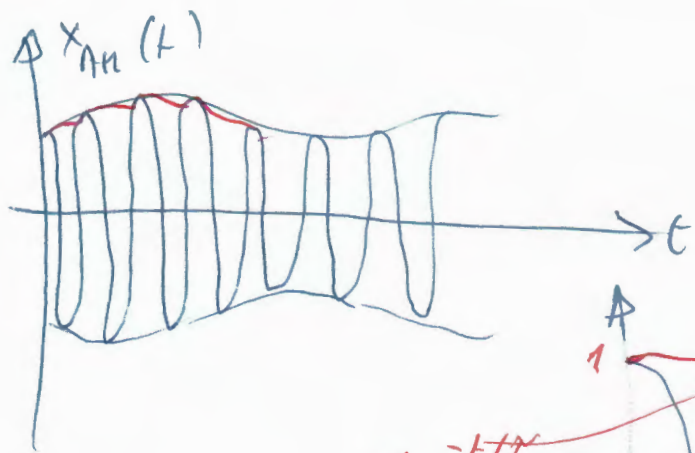
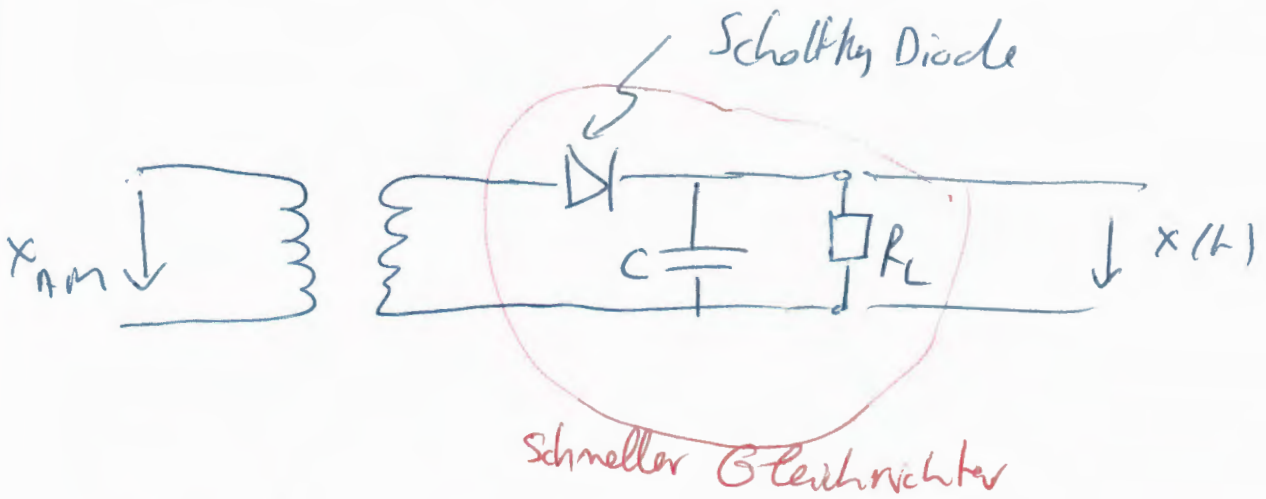
-1-

77 V

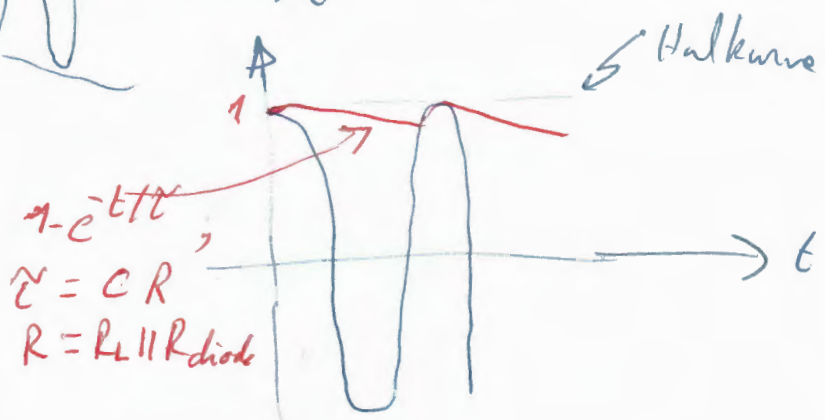
KT-I
05/06

Die Demodulation

1-) Inkohärent (Keine Phaseninformation wird benötigt). (Hüllkurvendemodulator)



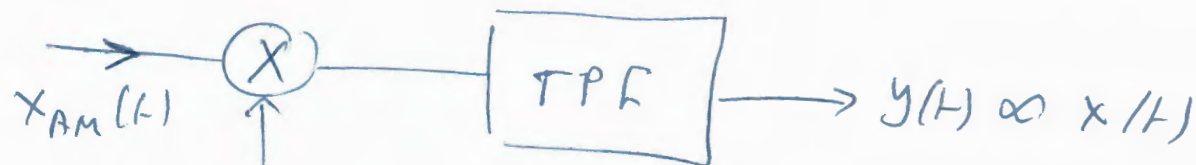
Der Gleichrichter stellt die Hüllkurve wieder her



Vorteil dieser Demodulation ist die extrem einfache Schaltung des Demodulators. Allerdings muß hier $0 < M < 1$

2-Kohärente Demodulation ⁻²

Hier wird die Phaseninformation des Trägers für die Demodulation benötigt. Allerdings spielt die Bedingung $0 < \mu < 1$ keine Rolle mehr.



$\bar{A}_c \cos(\omega_c t + \varphi)$ φ stellt die Tatsache dar, daß der Sender und der Empfänger nicht synchronisiert sind.

$$x_{AM} = A_c \cos \omega_c t [1 + M x(t)]$$

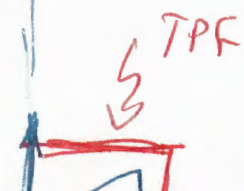
$$x_{AM} \cdot \bar{A}_c \cos(\omega_c t + \varphi) = \frac{A_c \bar{A}_c}{2} [1 + M x(t)] [\cos \varphi + \cos(2\omega_c t + \varphi)]$$

Basisbandsignal - cos(2\omega_c t + \varphi)

$$= \frac{A_c \bar{A}_c}{2} \cos \varphi [1 + M x(t)]$$

$$+ \frac{A_c \bar{A}_c}{2} [1 + M x(t)] \cos(2\omega_c t + \varphi)$$

Spektrum

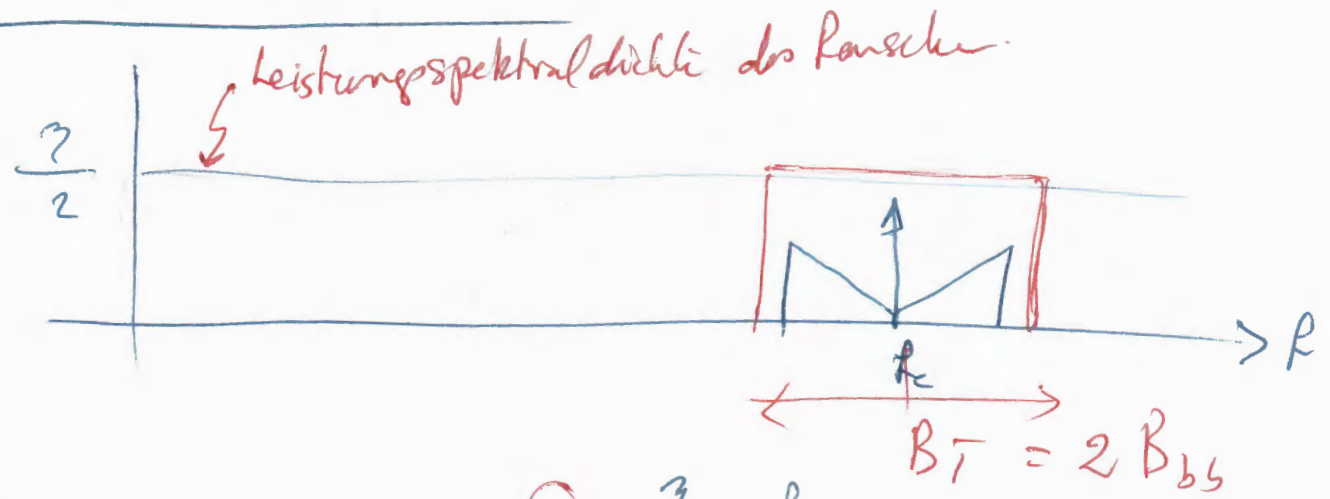


AM-Signal mit Trägerfrequenz $\omega = 2\omega_c$



Solange $\phi \neq \frac{\pi}{2}$, kann das Basisbandsignal wiederhergestellt werden. Die Synchronisierung ($\phi=0$) wird mit Hilfe einer PLL (Phasengesteuerte Schleife) erreicht

Das Rauschverhalten



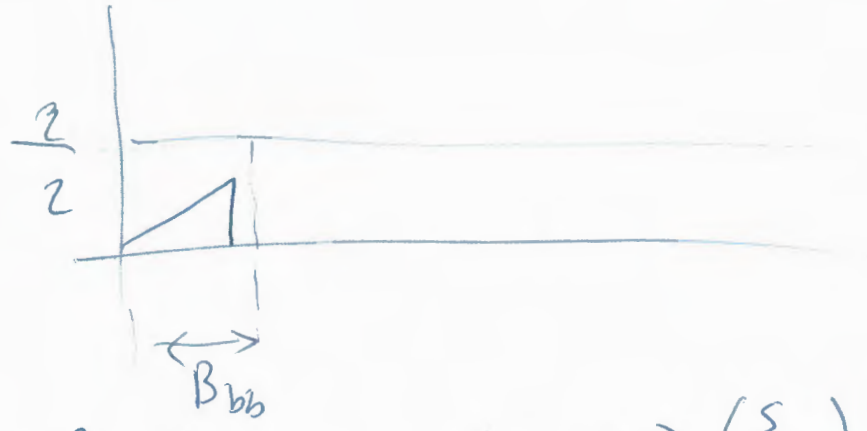
Die Rauschleistung $N = 2 \cdot \frac{\eta}{2} \cdot B_T = \eta B_T$

or. +ives
-ives
spektrum

Signalleistung $S = 2 \cdot (P_{USB} + P_{OSB})$
 $= 2 \cdot (M^2 P_c S_x) = 2 M^2 P_c S_x$

$\left(\frac{S}{N}\right)_{AM} = \frac{2 P_{SB}}{\frac{\eta}{2} B_T} = \frac{2 P_{SB}}{\eta B_{bb}} = \gamma$

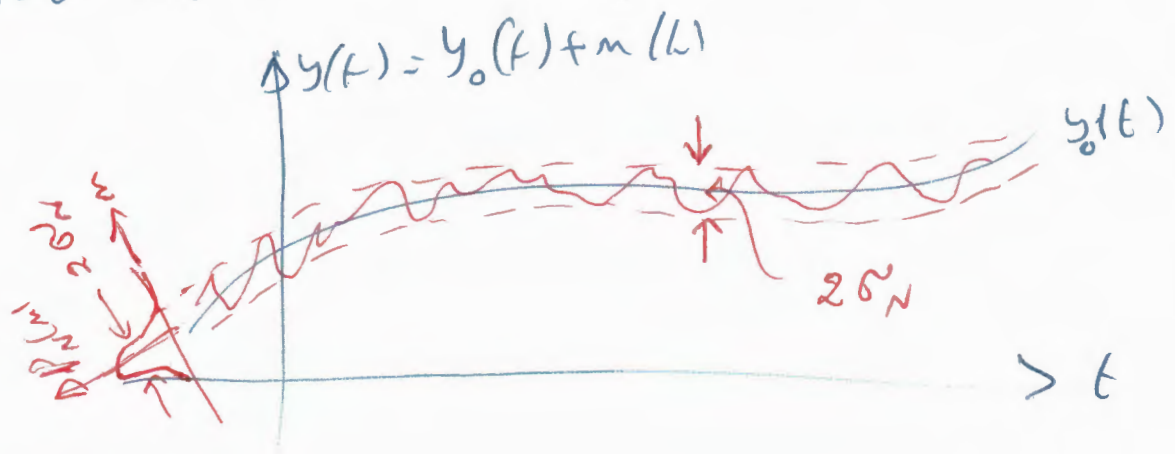
Für eine äquivalente Basisbandübertragung mit der gleichen Rauschspektraldichte gilt:



$$N = \frac{z}{2} \cdot B_{bb} \quad S = P_{SB} \Rightarrow \left(\frac{S}{N}\right)_{bb} = \frac{P_{SB}}{\frac{z}{2} B_{bb}} = \frac{2 P_{SB}}{z B_{bb}} = 8$$

Deshalb gibt's hier keine Verbesserung (falls $B_{BB} = B_{PB}$)

Wie soll das Rauschen interpretiert werden?



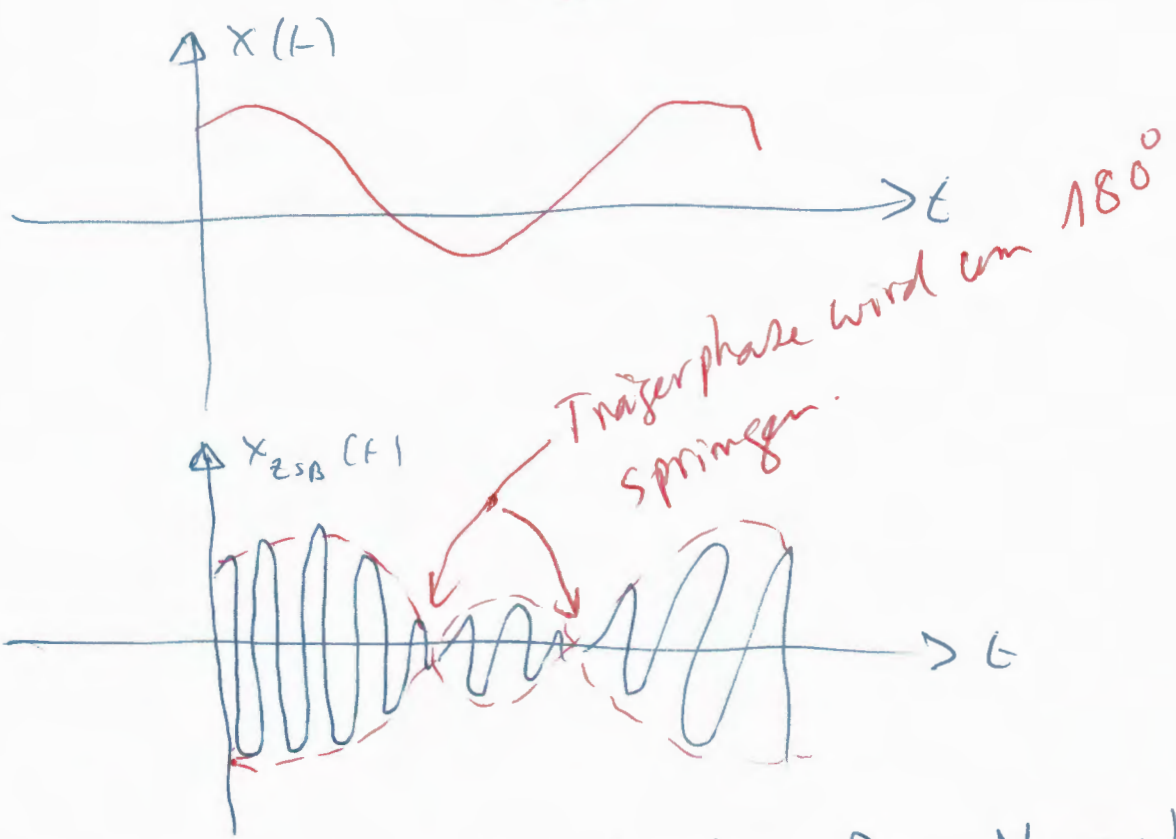
$$N = \sigma_N^2$$

4.1.2 : Die Zweiseitenbandmodulation (ZSB)

Hier wird kein Träger übertragen.

- Zeitbereich

$$x_{ZSB}(t) = A_c \cdot \cos \omega_c t \cdot x(t)$$

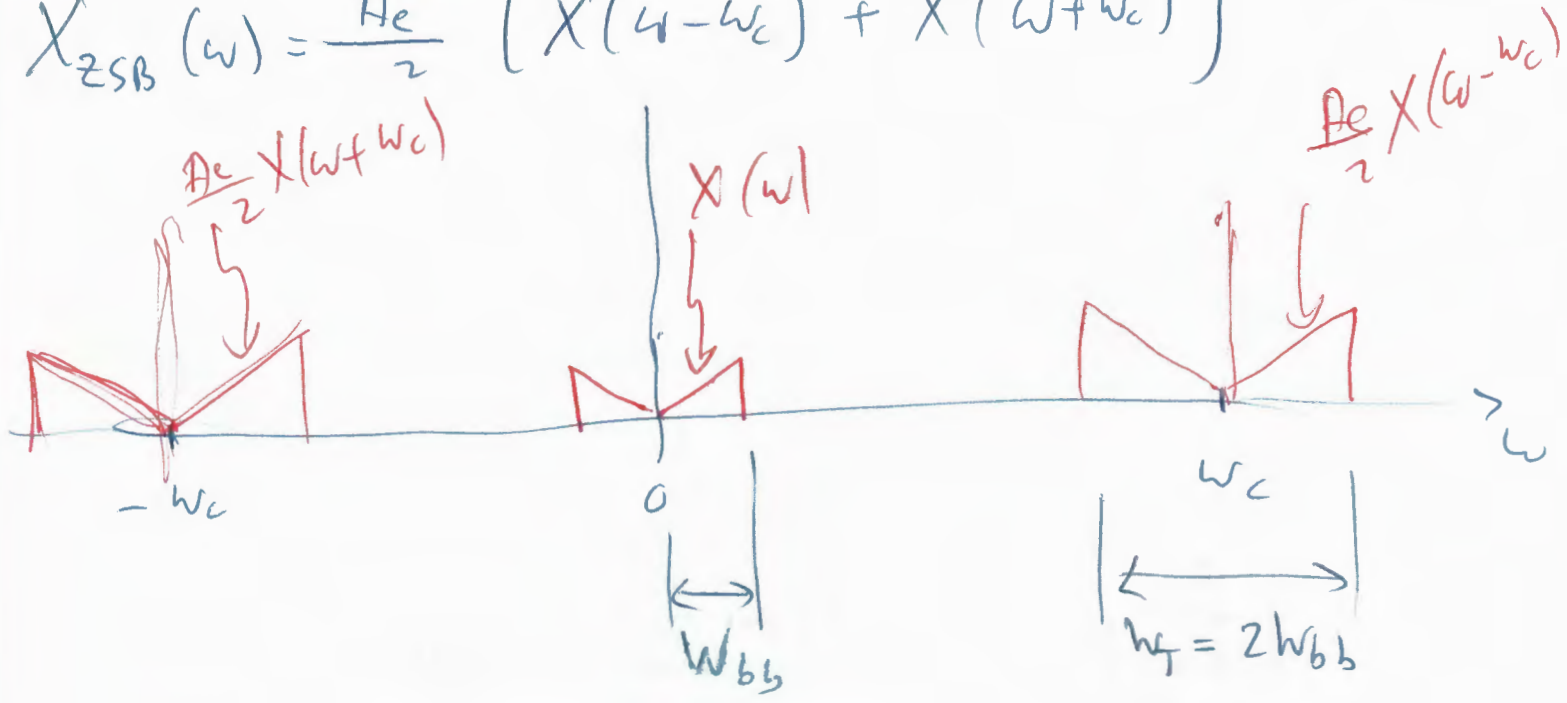


Die Hüllkurve stellt $|x(t)|$ dar. Beim Vorzeichenwechsel braucht man zusätzliche Information.

Frequenzbereich

$$x_{ZSB}(t) = \frac{A_e}{2} x(t) (e^{+j\omega_c t} + e^{-j\omega_c t})$$

$$X_{ZSB}(\omega) = \frac{A_e}{2} [X(\omega - \omega_c) + X(\omega + \omega_c)]$$



Transmissionsbandbreite

$B_T = 2 B_{SB}$ (wie beim AM-Verfahren)

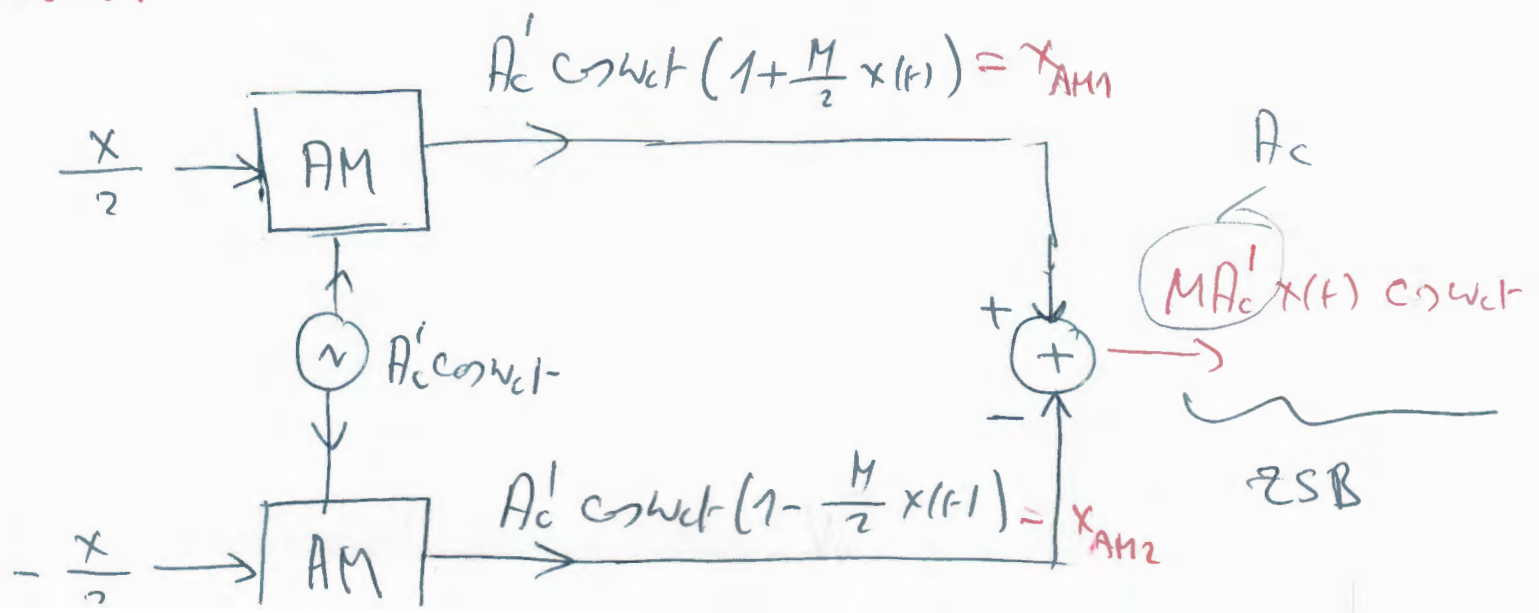
Transmissionsleistung

$P_T = 2 P_{SB} = P_c \cdot E_x$ (also ab $M=1$)

Vorteil gegenüber der AM: $(P_T)_{ZSB} = 2 P_{SB} < (P_T)_{AM} = P_c + 2 P_{SB}$

Die Demodulation

Hier setzen wir den sogenannte balancierte Mischer ein. Der besteht aus zwei AM-Modulatoren



-ZSB mit Pilat

Wegen der Elnsymmetrie der zwei Zweigen, passiert

folgendes:

$$x_{AM1} = A_{c1} \left(1 + \frac{M_1}{2} x(t) \right) \text{ es wct}$$

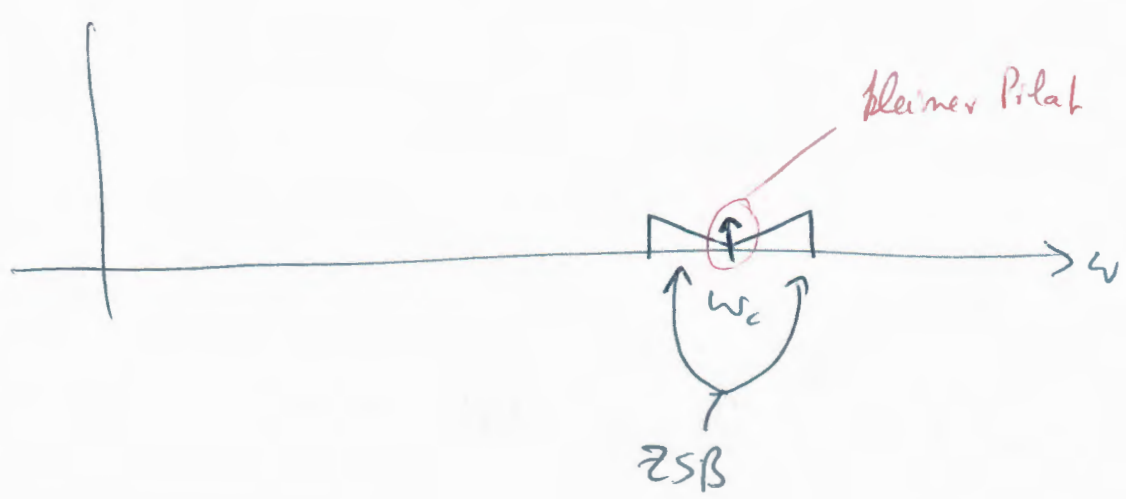
$$x_{AM2} = A_{c2} \left(1 - \frac{M_2}{2} x(t) \right) \text{ es wct}$$

mit $M_1 \approx M_2$

$$x_{AM1} - x_{AM2} = \underbrace{[A_{c1} - A_{c2}]}_{\text{sehr klein}} \text{ es wct}$$

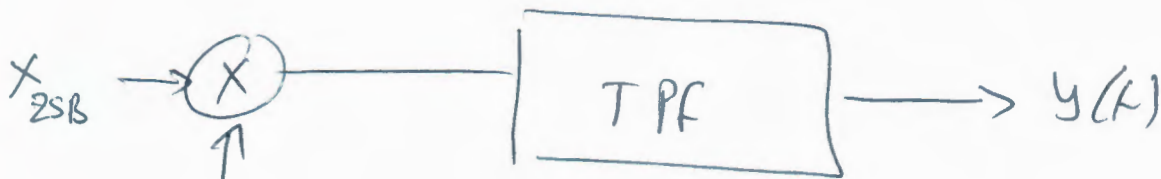
$$+ \underbrace{\frac{1}{2} [M_1 A_{c1} + M_2 A_{c2}]}_{A_c} x(t) \text{ es wct}$$

$$= \text{Träger (sehr klein)} + x_{ZSB}$$



Der kleine Träger enthält Information über die Phase des Sender-Trägers. Die wird benutzt um die PLL zu synchronisieren.

- Die Demodulation



$$\bar{A}_c \cos(\omega_c t + \phi)$$

$$x_{ZSB}(t) \cdot \bar{A}_c \cos(\omega_c t + \phi) =$$

$$\bar{A}_c x(t) \cos \omega_c t \cdot \bar{A}_c \cos(\omega_c t + \phi) =$$

$$\frac{A_c \cdot \bar{A}_c}{2} x(t) [\cos \phi + \cos(2\omega_c t + \phi)]$$

Basisbandsanteil

ZSB-Signal mit Trägerfreq.
= $2\omega_c$

Mit Hilfe des TPF's wird das Basisbandsignal getrennt.

Wichtig: C_{mod} muß so groß wie möglich sein.

— Rauschverhalten

$$\left(\frac{S}{N} \right)_{ZSB} = \frac{2 P_{SB}}{2 B_T} = \frac{2 P_{SB}}{2 2 B_{bb}} = \gamma$$

Keine Verbesserung gegenüber der AM.

4.1.3: Die Einseitenbandmodulation (ESB)

Hier soll nur die Hälfte der Transmissionsleistung und der Bandbreite benutzt werden.

$$\Rightarrow B_T = B_{bb} \quad P_T = P_{SB}$$

$$\left(\frac{S}{N} \right)_{ESB} = \frac{P_{SB}}{2 B_{bb}} = \gamma = \left(\frac{S}{N} \right)_{AM} = \left(\frac{S}{N} \right)_{ZSB}$$

Der Nachteil ist die Komplexität der Modulation und der Demodulation (mehr Signalverarbeitung)
Ein anderer Nachteil ist die minimale Redundanz.

Realisierung

