# Amateurfunkkurs

## Modulation

R. Schwarz OE1RSA

Landesverband Wien im ÖVSV

Erstellt: 2010 - 2018

Letzte Bearbeitung: 28. April 2019

# Themen Übersicht



Übersicht

Elektrische Informati-onsübertragung

Modulationsarten

Digitale Modulation

Fragen

Copyright

1 Elektrische Informationsübertragung

2 Modulationsarten

3 Digitale Modulation

4 Fragen

5 Copyright

# Elektromagnetische Welle als Informationsträger

- Elektrische Schwingungen ...
- ... können sich in Leitungen ausbreiten ...
- ... oder im freien Raum.
- Ausbreitungsfähigkeit ist frequenzabhängig.
- Auch Licht ist eine sehr hochfrequente elektromagnetische Welle.
- Frage: Wie könnte man mit einer Taschenlampe Information übertragen?

# Elektromagnetische Welle als Informationsträger

- Elektrische Schwingungen ...
- ... können sich in Leitungen ausbreiten ...
- ... oder im freien Raum.
- Ausbreitungsfähigkeit ist frequenzabhängig.
- Auch Licht ist eine sehr hochfrequente elektromagnetische Welle.
- Frage: Wie könnte man mit einer Taschenlampe Information übertragen?

# Elektromagnetische Welle als Informationsträger

- Elektrische Schwingungen ...
- ... können sich in Leitungen ausbreiten ...
- ... oder im freien Raum.
- Ausbreitungsfähigkeit ist frequenzabhängig.
- Auch Licht ist eine sehr hochfrequente elektromagnetische Welle.
- Frage: Wie könnte man mit einer Taschenlampe Information übertragen?

# Elektromagnetische Welle als Informationsträger

- Elektrische Schwingungen ...
- ... können sich in Leitungen ausbreiten ...
- ... oder im freien Raum.
- Ausbreitungsfähigkeit ist frequenzabhängig.
- Auch Licht ist eine sehr hochfrequente elektromagnetische Welle.
- Frage: Wie könnte man mit einer Taschenlampe Information übertragen?

# Elektromagnetische Welle als Informationsträger

- Elektrische Schwingungen ...
- ... können sich in Leitungen ausbreiten ...
- ... oder im freien Raum.
- Ausbreitungsfähigkeit ist frequenzabhängig.
- Auch Licht ist eine sehr hochfrequente elektromagnetische Welle.
- Frage: Wie könnte man mit einer Taschenlampe Information übertragen?

# Elektromagnetische Welle als Informationsträger

- Elektrische Schwingungen ...
- ... können sich in Leitungen ausbreiten ...
- ... oder im freien Raum.
- Ausbreitungsfähigkeit ist frequenzabhängig.
- Auch Licht ist eine sehr hochfrequente elektromagnetische Welle.
- Frage: Wie könnte man mit einer Taschenlampe Information übertragen?

# Umsetzung von Information in elektrische Signale

Modulation

R. Schwarz
OE1RSA

Übersicht

Elektrische Informati-onsübertragung

Träger

Information

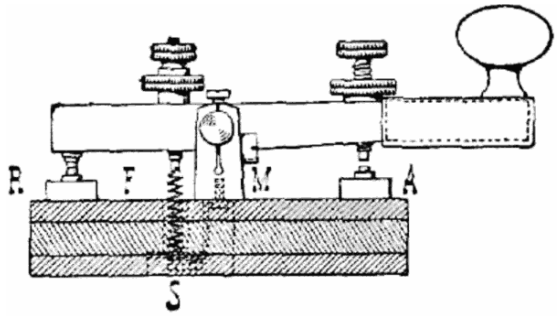
Modulation

Modulationsarten

Digitale Modulation

Fragen

Copyright

- Digitales Signal 

mit Morsetaste.
- Analoges Signal mit Mikrofon.

# Umsetzung von Information in elektrische Signale



Übersicht

Elektrische Informati-onsübertragung

Träger

Information

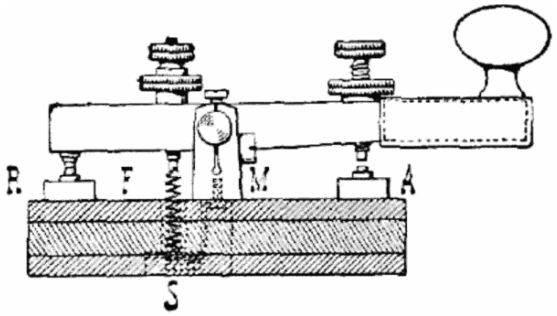
Modulation

Modulationsarten

Digitale Modulation

Fragen

Copyright

- Digitales Signal 

mit Morsetaste.
- Analoges Signal mit Mikrofon.

# Digitale Modulation der Trägerschwingung

Modulation

R. Schwarz
OE1RSA

Übersicht

Elektrische Informati-onsübertragung

Träger

Information

Modulation

Modulationsarten

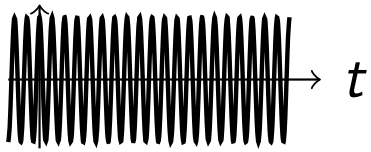
Digitale Modulation

Fragen

Copyright

- Hochfrequente Trägerschwingung

  *HF*

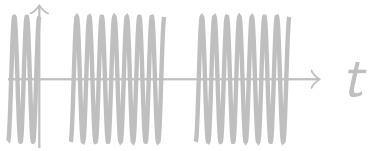
- Niederfrequentes Morsesignal

  *NF*

- Modulierte Trägerschwingung

  *TX*

# Digitale Modulation der Trägerschwingung

Modulation

R. Schwarz
OE1RSA

Übersicht

Elektrische Informati-onsübertragung

Träger

Information

Modulation

Modulationsarten

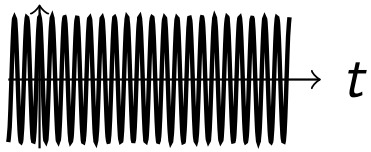
Digitale Modulation

Fragen

Copyright

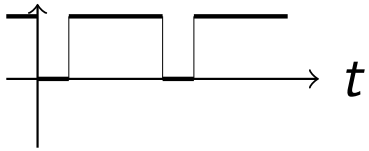
- Hochfrequente Trägerschwingung

  *HF*

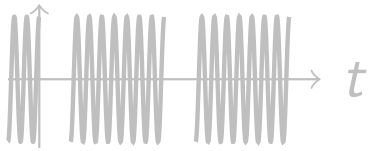
- Niederfrequentes Morsesignal

  *NF*

- Modulierte Trägerschwingung

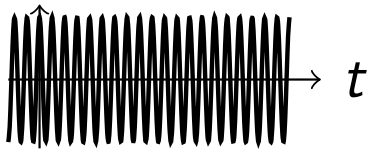
  *TX*

# Digitale Modulation der Trägerschwingung

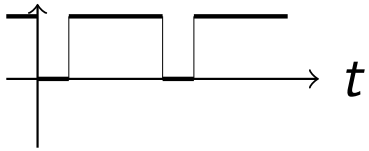
- Hochfrequente Trägerschwingung

  *HF*

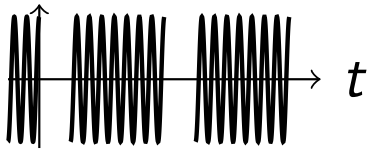
- Niederfrequentes Morsesignal

  *NF*

- Modulierte Trägerschwingung

  *TX*

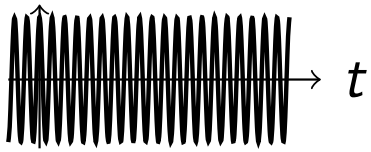
  
  

# Analoge Modulation der Trägerschwingung



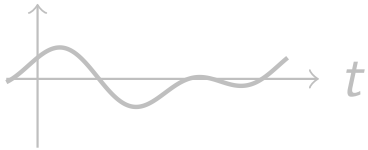
- Hochfrequente Trägerschwingung

  *HF*

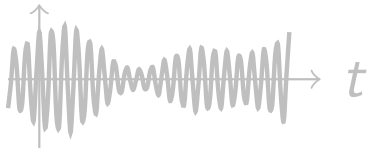
- Niederfrequentes Mikrofonsignal

  *NF*

- Modulierte Trägerschwingung

  *TX*

# Analoge Modulation der Trägerschwingung

Modulation

R. Schwarz
OE1RSA

Übersicht

Elektrische Informati-onsübertragung

Träger

Information

Modulation

Modulationsarten

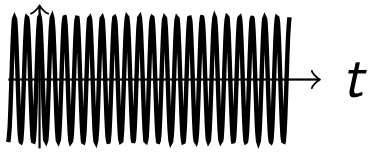
Digitale Modulation

Fragen

Copyright

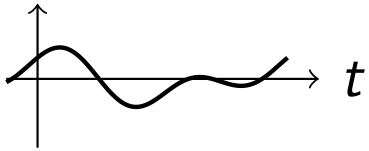
- Hochfrequente Trägerschwingung

  *HF*

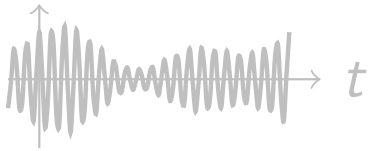
- Niederfrequentes Mikrofonsignal

  *NF*

- Modulierte Trägerschwingung

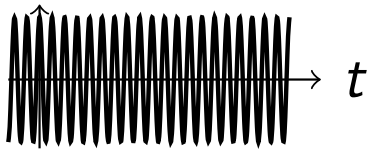
  *TX*

# Analoge Modulation der Trägerschwingung

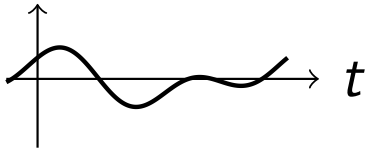
- Hochfrequente Trägerschwingung

  *HF*

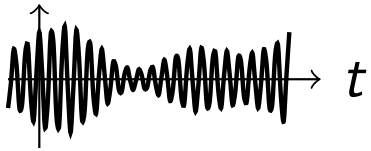
- Niederfrequentes Mikrofonsignal

  *NF*

- Modulierte Trägerschwingung

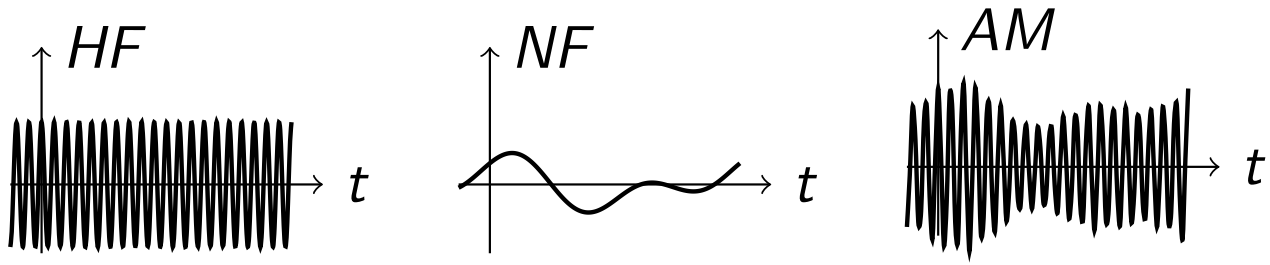
  *TX*

# Änderung der Amplitude einer hochfrequenten Schwingung - AM



- Aufprägung einer NF auf die HF

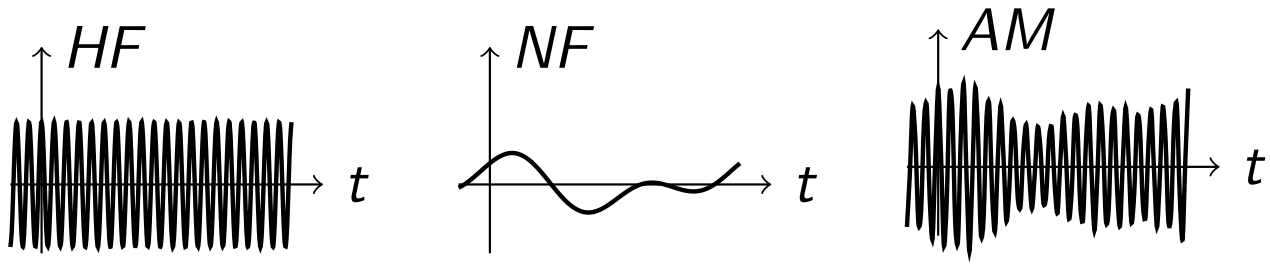



- Modulationgrad:
  Verhältnis Amplitude HF zu Amplitude NF.
  Muss kleiner 100% sein, sonst Übermodulation.
- Vorteil: Sehr einfache Wiedergewinnung der Information - *Demodulation*
- Nachteil: Geringer Wirkungsgrad, hoher Bandbreitenbedarf.

# Änderung der Amplitude einer hochfrequenten Schwingung - AM



- Aufprägung einer NF auf die HF

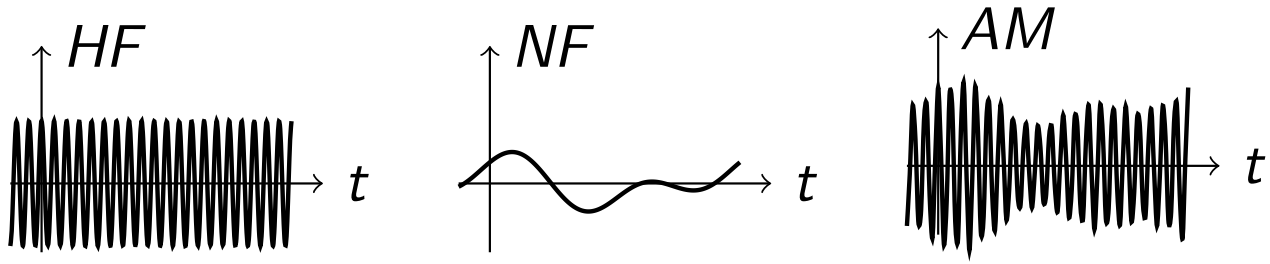



- Modulationgrad:
  Verhältnis Amplitude HF zu Amplitude NF.
  Muss kleiner 100% sein, sonst Übermodulation.
- Vorteil: Sehr einfache Wiedergewinnung der Information - *Demodulation*
- Nachteil: Geringer Wirkungsgrad, hoher Bandbreitenbedarf.

# Änderung der Amplitude einer hochfrequenten Schwingung - AM



- Aufprägung einer NF auf die HF

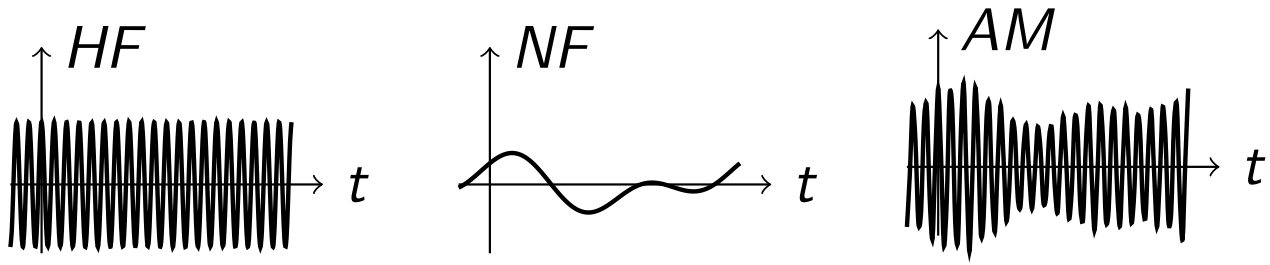



- Modulationgrad:
  Verhältnis Amplitude HF zu Amplitude NF.
  Muss kleiner 100% sein, sonst Übermodulation.
- Vorteil: Sehr einfache Wiedergewinnung der Information - *Demodulation*
- Nachteil: Geringer Wirkungsgrad, hoher Bandbreitenbedarf.

# Änderung der Amplitude einer hochfrequenten Schwingung - AM



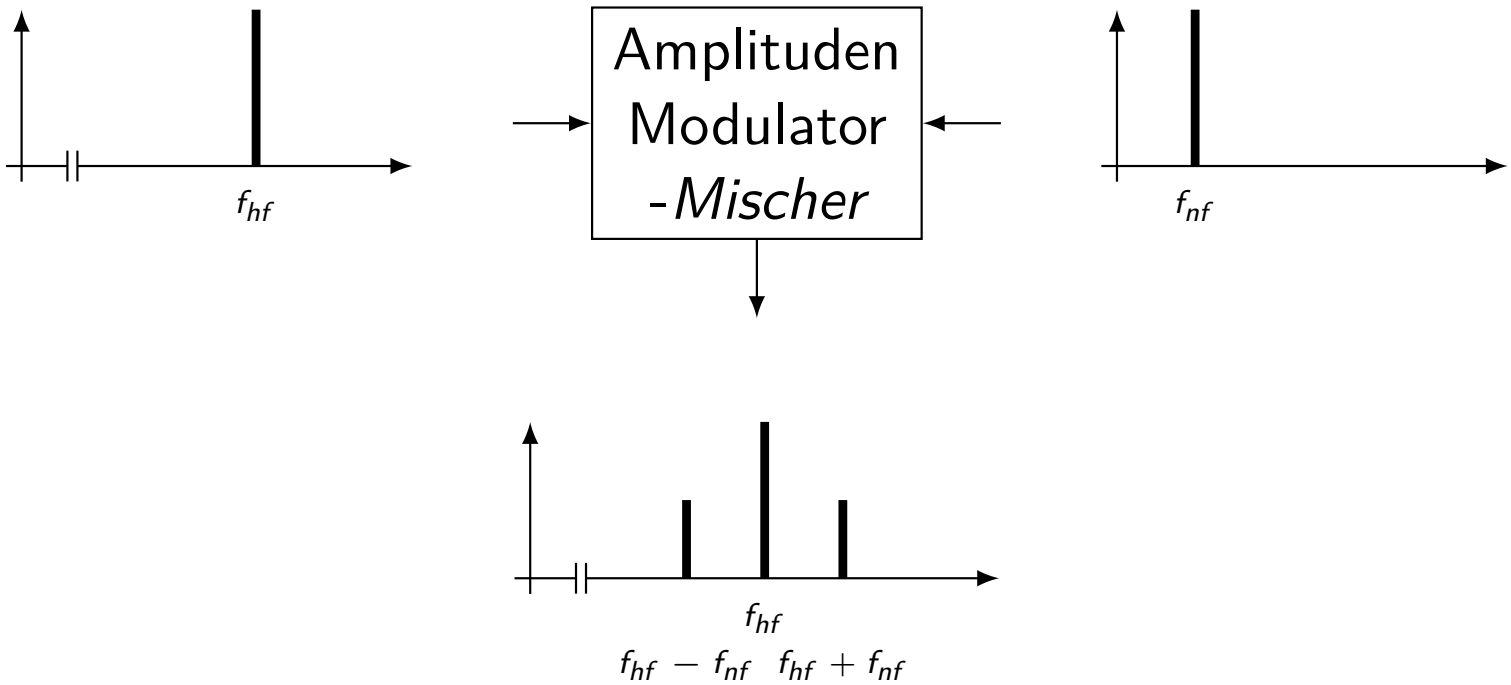
- Aufprägung einer NF auf die HF




- Modulationgrad:
  Verhältnis Amplitude HF zu Amplitude NF.
  Muss kleiner 100% sein, sonst Übermodulation.
- Vorteil: Sehr einfache Wiedergewinnung der Information - *Demodulation*
- Nachteil: Geringer Wirkungsgrad, hoher Bandbreitenbedarf.

# Amplitudenmodulation mit Sinusschwingung im Frequenzbereich

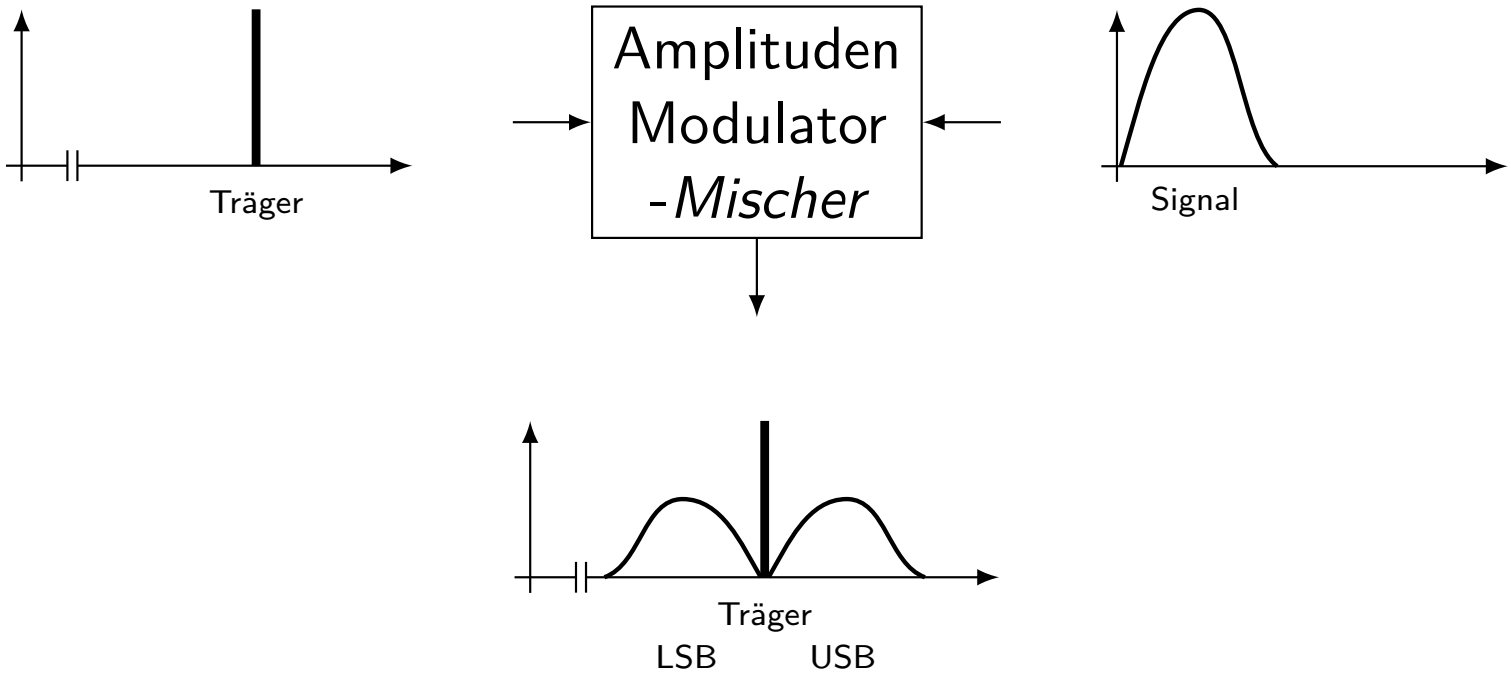





- Es entsteht die Summen- und Differenzfrequenz

# Amplitudenmodulation mit Analogsignal im Frequenzbereich

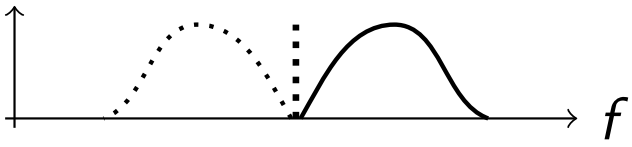





- Belegte Bandbreite ist doppelte Signalbandbreite

# Bessere Bandbreitennutzung durch Einseitenbandmodulation - *SSB*

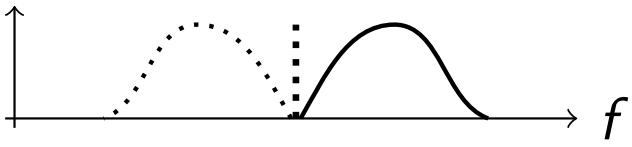
- Entfernung eines Seitenbandes und des Trägers




- Unteres (*LSB*) oder oberes (*USB*) Seitenband möglich
- Geringerer Bandbreitenbedarf aber aufwendigere Technik
- Realisierung durch HF Filter oder NF Phasenmethode

# Bessere Bandbreitennutzung durch Einseitenbandmodulation - *SSB*

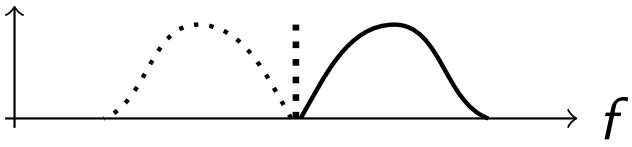
- Entfernung eines Seitenbandes und des Trägers




- Unteres (*LSB*) oder oberes (*USB*) Seitenband möglich
- Geringerer Bandbreitenbedarf aber aufwendigere Technik
- Realisierung durch HF Filter oder NF Phasenmethode

# Bessere Bandbreitennutzung durch Einseitenbandmodulation - *SSB*

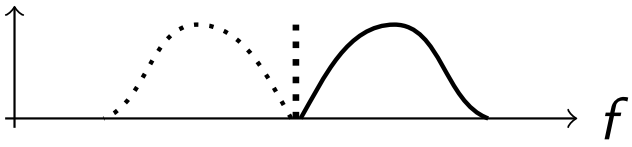
- Entfernung eines Seitenbandes und des Trägers




- Unteres (*LSB*) oder oberes (*USB*) Seitenband möglich
- Geringerer Bandbreitenbedarf aber aufwendigere Technik
- Realisierung durch HF Filter oder NF Phasenmethode

# Bessere Bandbreitennutzung durch Einseitenbandmodulation - *SSB*

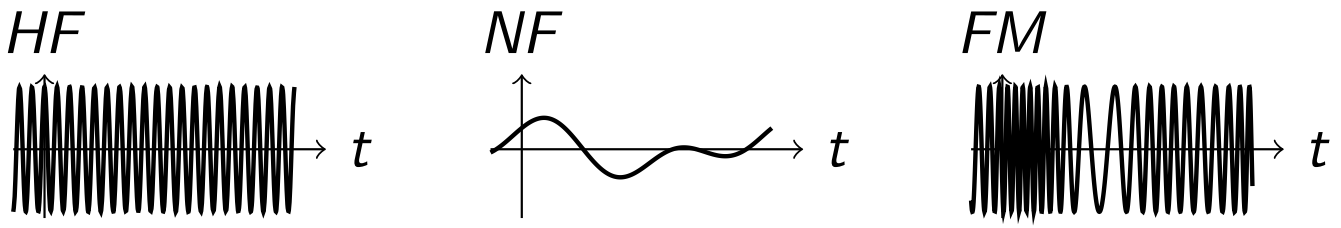
- Entfernung eines Seitenbandes und des Trägers




- Unteres (*LSB*) oder oberes (*USB*) Seitenband möglich
- Geringerer Bandbreitenbedarf aber aufwendigere Technik
- Realisierung durch HF Filter oder NF Phasenmethode

# Änderung der Momentanfrequenz einer Hochfrequenzschwingung

- Häufigkeit HF *Nulldurchgänge* proportional zu NF

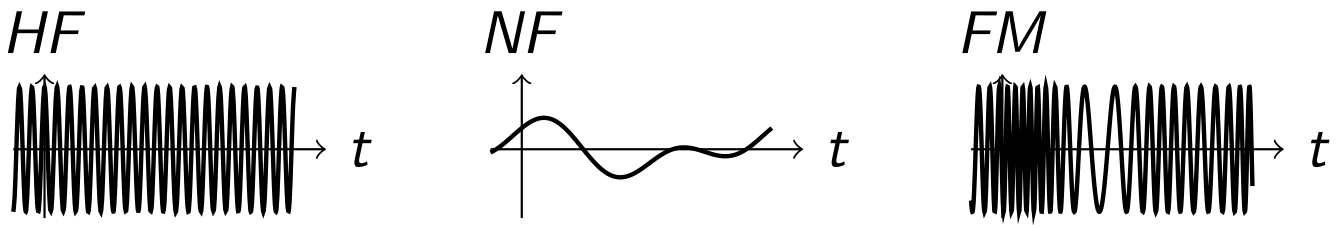



- Störunempfindlich da konstante Hüllkurve, aber rel. hoher Bandbreitenbedarf

# Änderung der Momentanfrequenz einer Hochfrequenzschwingung



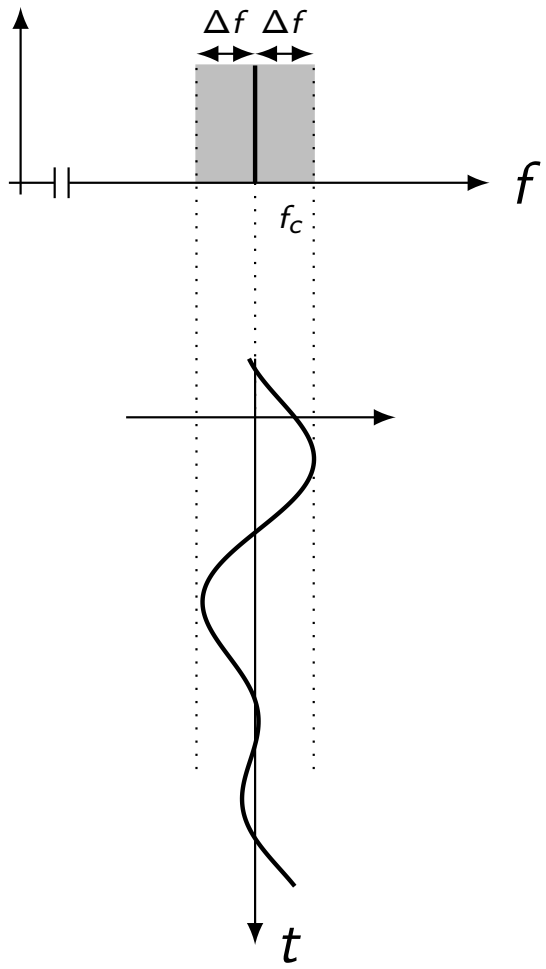
- Häufigkeit HF *Nulldurchgänge* proportional zu NF




- Störunempfindlich da konstante Hüllkurve, aber rel. hoher Bandbreitenbedarf

# Rundfunk FM und Schmalband FM

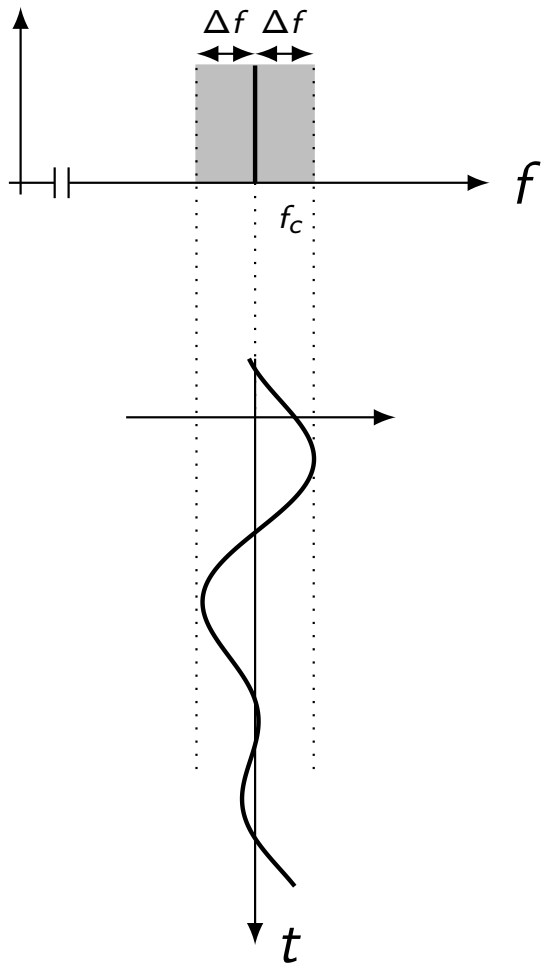





- $\Delta f$ ... Frequenzhub
- $B$ ... Bandbreite des Signals
- $\eta = \frac{\Delta f}{B}$ ... Modulationsindex
- $\eta$ klein, z.B. $\Delta f = 3\,\text{kHz}$: Schmalband FM
- $\eta$ groß, z.B. $\Delta f = 75\,\text{kHz}$: Rundfunk
- Belegte Bandbreite vom Hub abhängig!

# Rundfunk FM und Schmalband FM

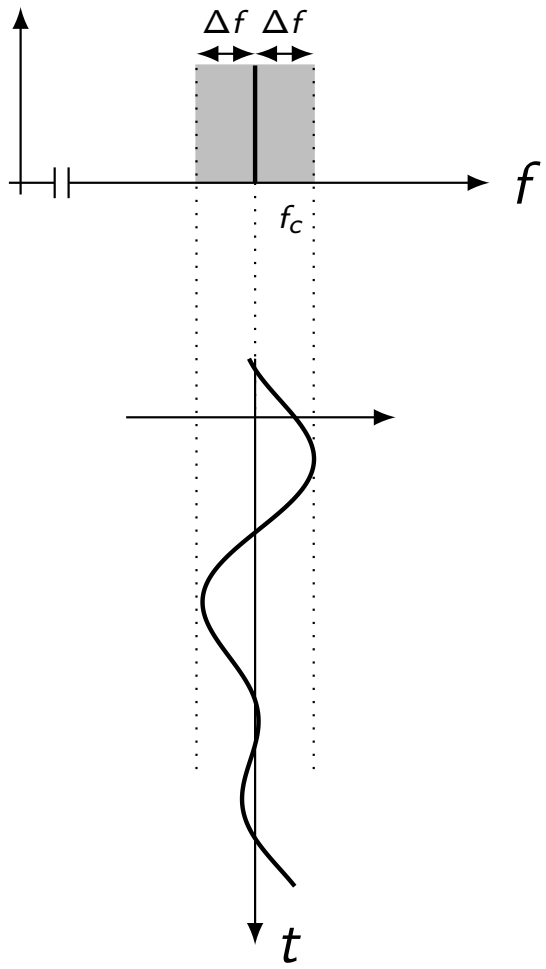





- $\Delta f$ ... Frequenzhub
- $B$ ... Bandbreite des Signals
- $\eta = \frac{\Delta f}{B}$ ... Modulationsindex
- $\eta$ klein, z.B. $\Delta f = 3\,\text{kHz}$: Schmalband FM
- $\eta$ groß, z.B. $\Delta f = 75\,\text{kHz}$: Rundfunk
- Belegte Bandbreite vom Hub abhängig!

# Rundfunk FM und Schmalband FM

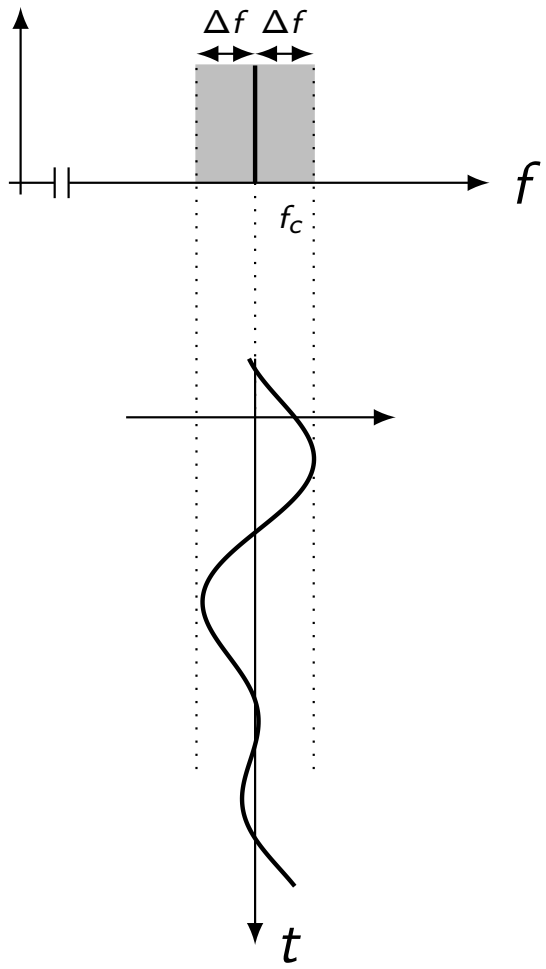





- $\Delta f$ ... Frequenzhub
- $B$ ... Bandbreite des Signals
- $\eta = \frac{\Delta f}{B}$ ... Modulationsindex
- $\eta$ klein, z.B. $\Delta f = 3\,\text{kHz}$: Schmalband FM
- $\eta$ groß, z.B. $\Delta f = 75\,\text{kHz}$: Rundfunk
- Belegte Bandbreite vom Hub abhängig!

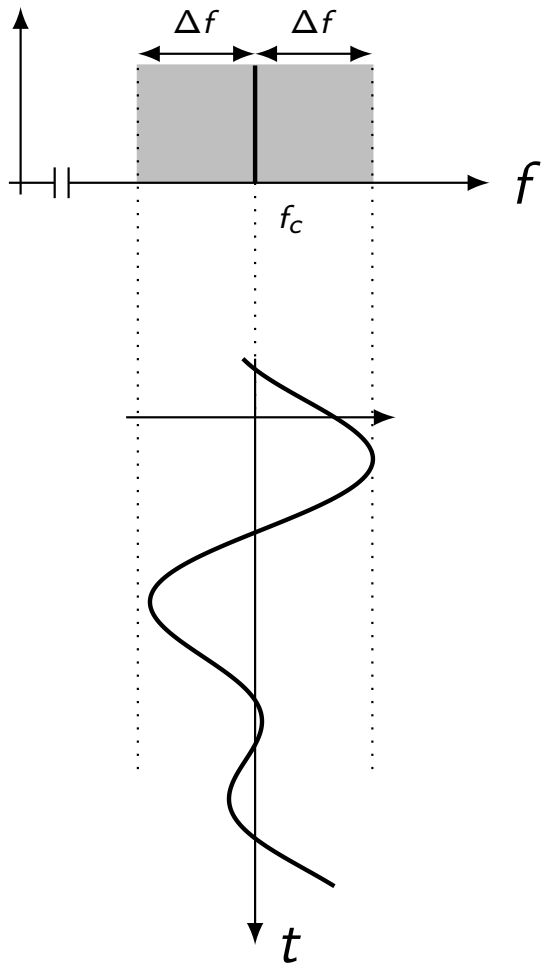
# Rundfunk FM und Schmalband FM






- $\Delta f$ ... Frequenzhub
- $B$ ... Bandbreite des Signals
- $\eta = \frac{\Delta f}{B}$ ... Modulationsindex
- $\eta$ klein, z.B. $\Delta f = 3\,\text{kHz}$: Schmalband FM
- $\eta$ groß, z.B. $\Delta f = 75\,\text{kHz}$: Rundfunk
- Belegte Bandbreite vom Hub abhängig!

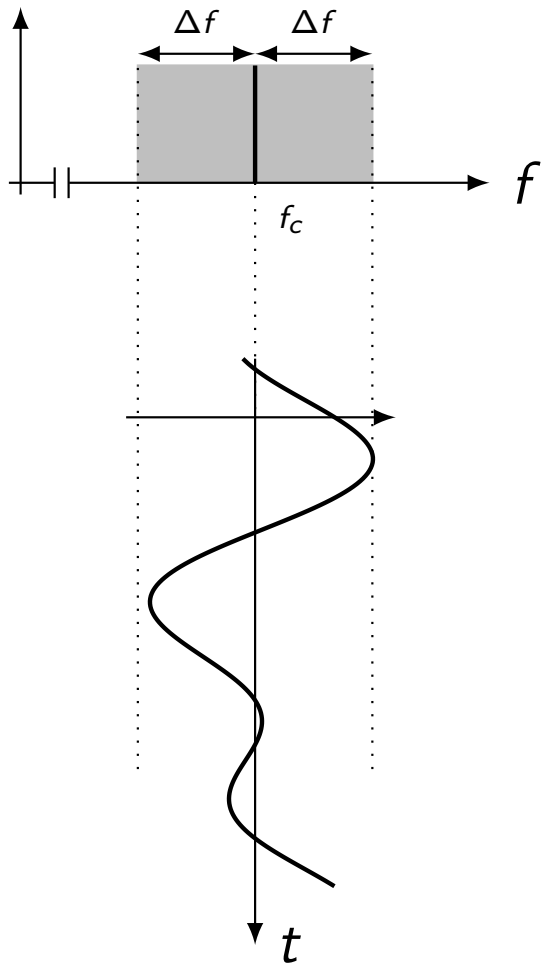
# Rundfunk FM und Schmalband FM




- $\Delta f$ ... Frequenzhub
- $B$ ... Bandbreite des Signals
- $\eta = \frac{\Delta f}{B}$ ... Modulationsindex
- $\eta$ klein, z.B. $\Delta f = 3\,\text{kHz}$: Schmalband FM
- $\eta$ groß, z.B. $\Delta f = 75\,\text{kHz}$: Rundfunk
- Belegte Bandbreite vom Hub abhängig!

# Rundfunk FM und Schmalband FM



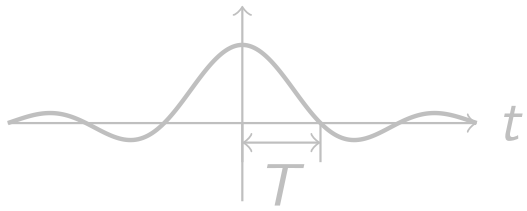



- $\Delta f$ ... Frequenzhub
- $B$ ... Bandbreite des Signals
- $\eta = \frac{\Delta f}{B}$ ... Modulationsindex
- $\eta$ klein, z.B. $\Delta f = 3\,\text{kHz}$: Schmalband FM
- $\eta$ groß, z.B. $\Delta f = 75\,\text{kHz}$: Rundfunk
- Belegte Bandbreite vom Hub abhängig!

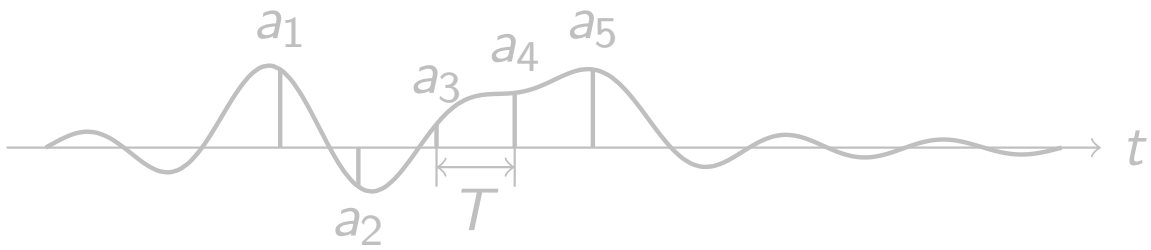
# Erzeugen eines Analog Signals aus einem Digital Signal



- Übertragung einer Folge von (digitalen) Zahlenwerten $a_1, a_2, \ldots a_n$
- Bandbegrenzter *Nyquist* Impuls $B = \frac{1}{2T}$




- Zeitverschobene und mit $a_i$ multiplizierte Impulse




- Signal kann nun als Analogsignal weiterverarbeitet werden

# Erzeugen eines Analog Signals aus einem Digital Signal

Modulation

R. Schwarz OE1RSA

Übersicht

Elektrische Informati-onsübertragung

Modulationsarten

Digitale Modulation

Puls Amplituden Modulation

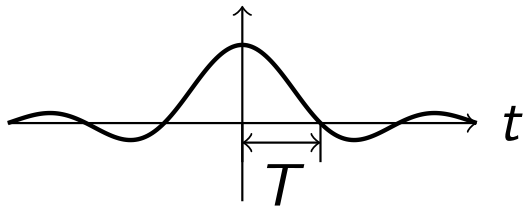
Phasen Modulation

Frequenzumtastung

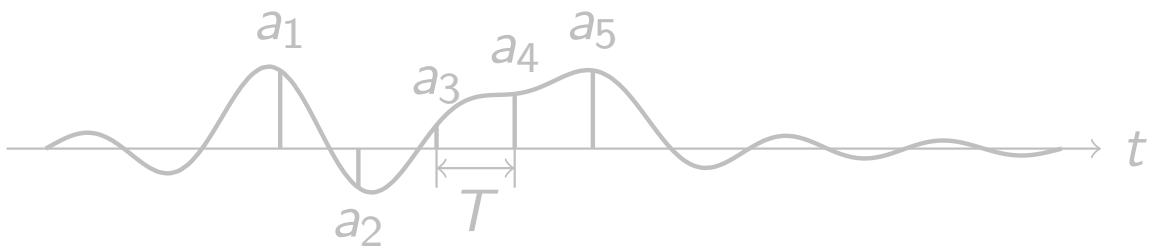
Fragen

Copyright

- Übertragung einer Folge von (digitalen) Zahlenwerten $a_1, a_2, \ldots a_n$
- Bandbegrenzter *Nyquist* Impuls $B = \frac{1}{2T}$



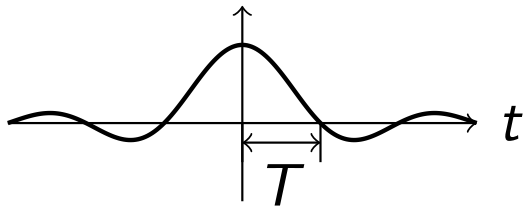

- Zeitverschobene und mit $a_i$ multiplizierte Impulse



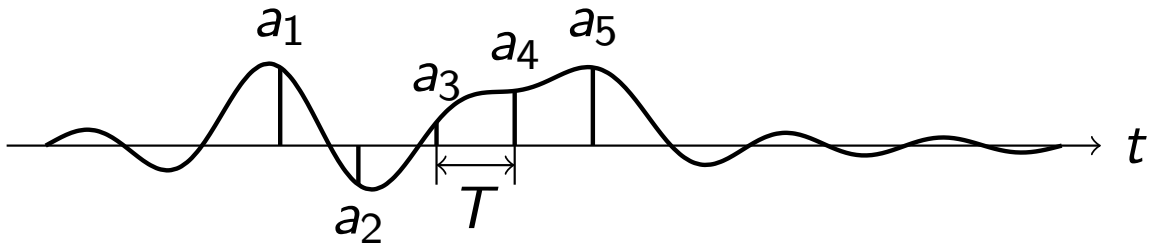

- Signal kann nun als Analogsignal weiterverarbeitet werden

# Erzeugen eines Analog Signals aus einem Digital Signal

- Übertragung einer Folge von (digitalen) Zahlenwerten $a_1, a_2, \ldots a_n$
- Bandbegrenzter *Nyquist* Impuls $B = \frac{1}{2T}$




- Zeitverschobene und mit $a_i$ multiplizierte Impulse




- Signal kann nun als Analogsignal weiterverarbeitet werden

# Erzeugen eines Analog Signals aus einem Digital Signal

Modulation

R. Schwarz OE1RSA

Übersicht

Elektrische Informati-onsübertragung

Modulationsarten

Digitale Modulation

Puls Amplituden Modulation

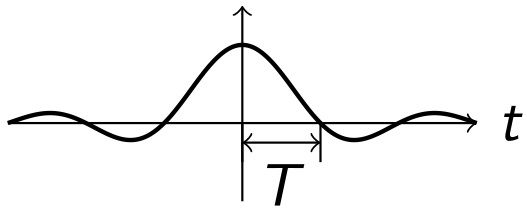
Phasen Modulation

Frequenzumtastung

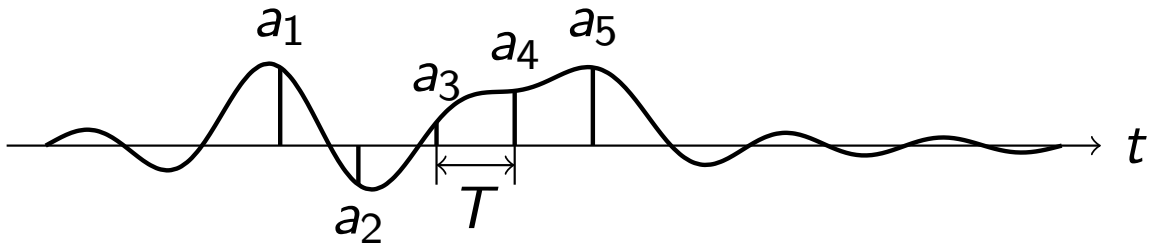
Fragen

Copyright

- Übertragung einer Folge von (digitalen) Zahlenwerten $a_1, a_2, \ldots a_n$
- Bandbegrenzter *Nyquist* Impuls $B = \frac{1}{2T}$



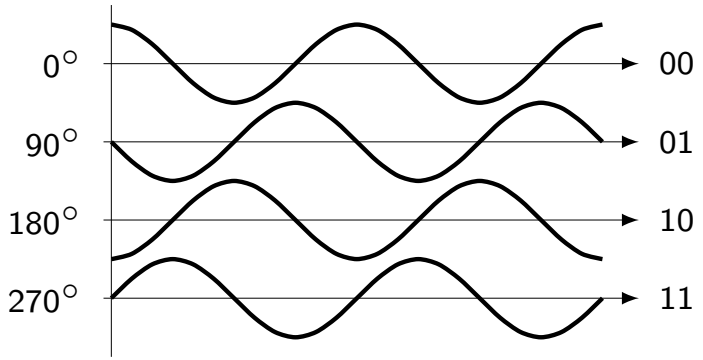

- Zeitverschobene und mit $a_i$ multiplizierte Impulse



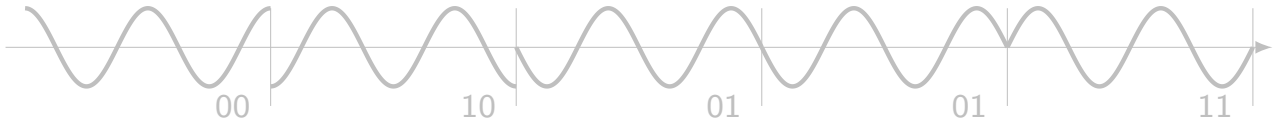

- Signal kann nun als Analogsignal weiterverarbeitet werden

# Phase Shift Keying - *PSK*

- 2 od. 4 phasenverschobene Sinussignale



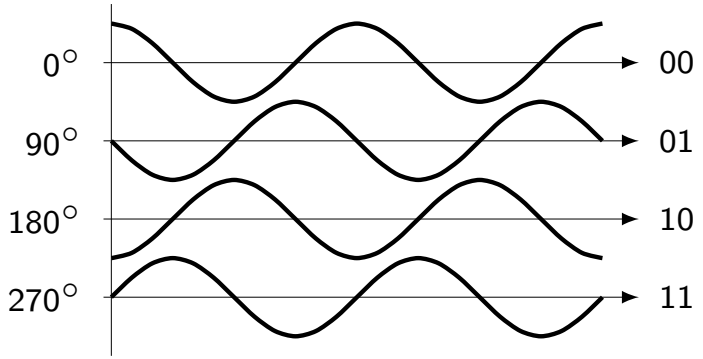

- Phasensprung jeweils nach Schritttakt



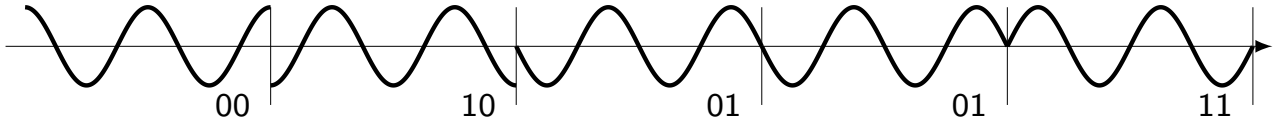

- *Raised Cosine* Filter um Bandbreite zu begrenzen
- Im Amateurfunk als *PSK31* sehr gebräuchlich

# Phase Shift Keying - *PSK*

- 2 od. 4 phasenverschobene Sinussignale



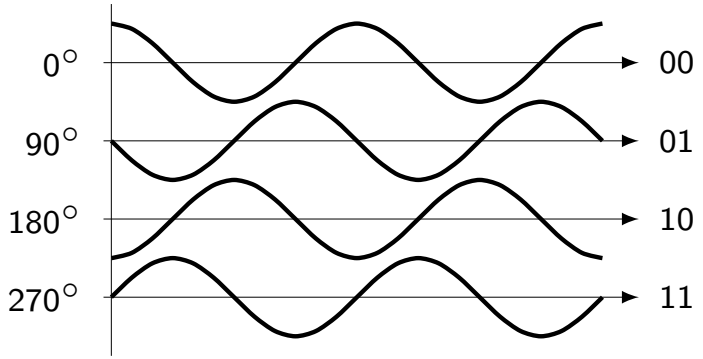

- Phasensprung jeweils nach Schritttakt



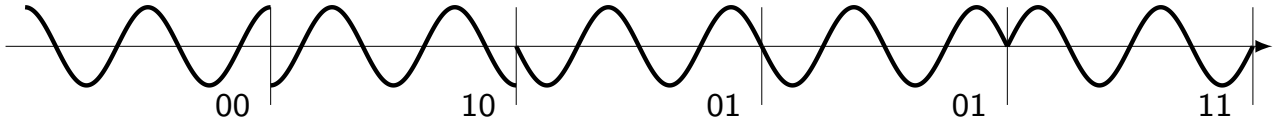

- *Raised Cosine* Filter um Bandbreite zu begrenzen
- Im Amateurfunk als *PSK31* sehr gebräuchlich

# Phase Shift Keying - *PSK*

- 2 od. 4 phasenverschobene Sinussignale



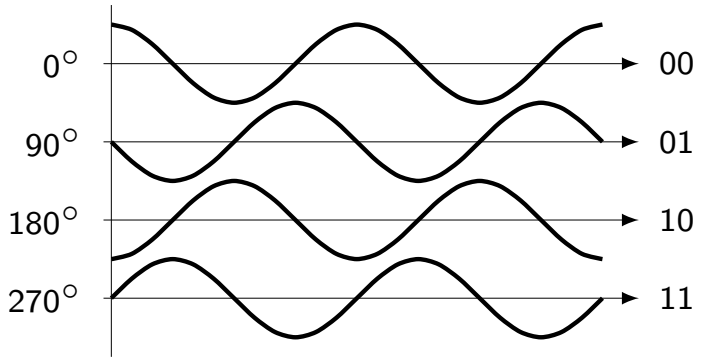

- Phasensprung jeweils nach Schritttakt



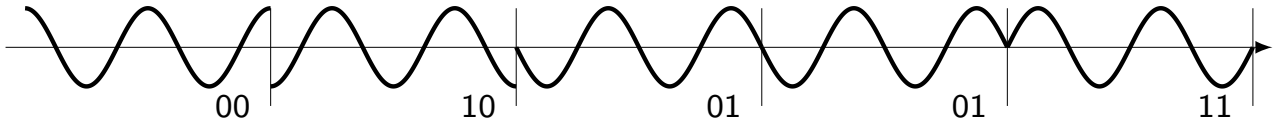

- *Raised Cosine* Filter um Bandbreite zu begrenzen
- Im Amateurfunk als *PSK31* sehr gebräuchlich

# Phase Shift Keying - *PSK*

- 2 od. 4 phasenverschobene Sinussignale




- Phasensprung jeweils nach Schritttakt



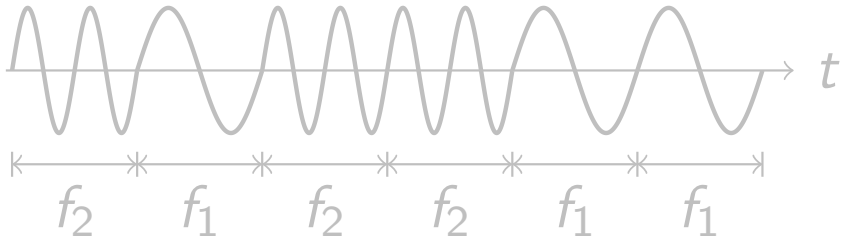

- *Raised Cosine* Filter um Bandbreite zu begrenzen
- Im Amateurfunk als *PSK31* sehr gebräuchlich

# Erzeugung des Analogsignales durch Umschalten der Frequenz: FSK



- Folge von digitalen Signalen $b_1, b_2, b_3, \ldots b_n$
- Musterfrequenzen $f_1$, $f_2$

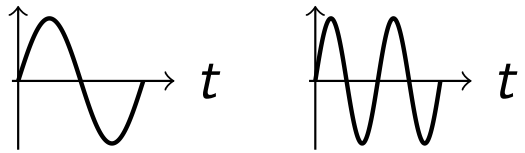
- Einschalten der Frequenzen in Abhängigkeit von $b_i$



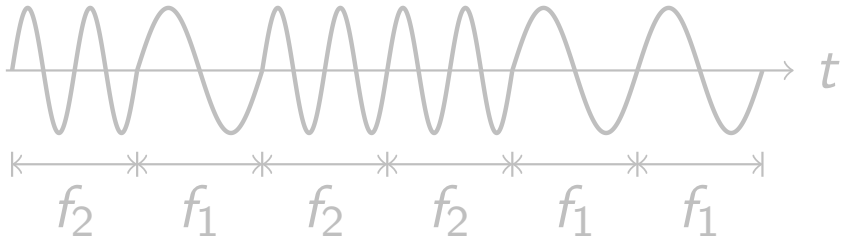
# Erzeugung des Analogsignales durch Umschalten der Frequenz: FSK



- Folge von digitalen Signalen $b_1, b_2, b_3, \ldots b_n$
- Musterfrequenzen $f_1$, $f_2$

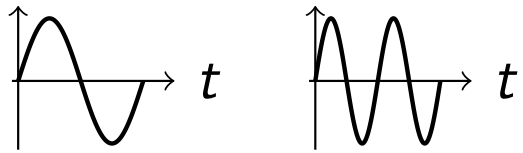



- Einschalten der Frequenzen in Abhängigkeit von $b_i$

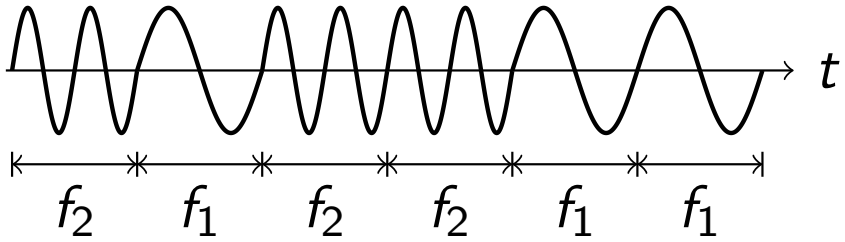


# Erzeugung des Analogsignales durch Umschalten der Frequenz: FSK

- Folge von digitalen Signalen $b_1, b_2, b_3, \ldots b_n$
- Musterfrequenzen $f_1$, $f_2$




- Einschalten der Frequenzen in Abhängigkeit von $b_i$



# Fragen:



N.16 Was verstehen Sie unter dem Begriff Modulation?

C.51 Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren).

C.36 Erklären Sie den Begriff Demodulation.

C.100 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

N.19 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

C.50 Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation.

N.17 Kenngrößen der Amplitudenmodulation

C.45 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation.

N.20 Arten und Vorteile der Einseitenbandmodulation?

C.49 Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation.

N.18 Kenngrößen der Frequenzmodulation

C.46 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation.

C.47 Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der dig. Modulationsverfahren.

C.41 Mischer in Empfängern - Funktionsweise und mögliche technische Probleme

# Fragen:



N.16 Was verstehen Sie unter dem Begriff Modulation?

C.51 Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren).

C.36 Erklären Sie den Begriff Demodulation.

C.100 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

N.19 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

C.50 Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation.

N.17 Kenngrößen der Amplitudenmodulation

C.45 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation.

N.20 Arten und Vorteile der Einseitenbandmodulation?

C.49 Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation.

N.18 Kenngrößen der Frequenzmodulation

C.46 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation.

C.47 Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der dig. Modulationsverfahren.

C.41 Mischer in Empfängern - Funktionsweise und mögliche technische Probleme

# Fragen:

N.16 Was verstehen Sie unter dem Begriff Modulation?

C.51 Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren).

C.36 Erklären Sie den Begriff Demodulation.

C.100 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

N.19 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

C.50 Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation.

N.17 Kenngrößen der Amplitudenmodulation

C.45 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation.

N.20 Arten und Vorteile der Einseitenbandmodulation?

C.49 Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation.

N.18 Kenngrößen der Frequenzmodulation

C.46 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation.

C.47 Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der dig. Modulationsverfahren.

C.41 Mischer in Empfängern - Funktionsweise und mögliche technische Probleme

# Fragen:



N.16 Was verstehen Sie unter dem Begriff Modulation?

C.51 Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren).

C.36 Erklären Sie den Begriff Demodulation.

C.100 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

N.19 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

C.50 Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation.

N.17 Kenngrößen der Amplitudenmodulation

C.45 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation.

N.20 Arten und Vorteile der Einseitenbandmodulation?

C.49 Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation.

N.18 Kenngrößen der Frequenzmodulation

C.46 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation.

C.47 Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der dig. Modulationsverfahren.

C.41 Mischer in Empfängern - Funktionsweise und mögliche technische Probleme

# Fragen:



N.16 Was verstehen Sie unter dem Begriff Modulation?

C.51 Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren).

C.36 Erklären Sie den Begriff Demodulation.

C.100 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

N.19 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

C.50 Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation.

N.17 Kenngrößen der Amplitudenmodulation

C.45 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation.

N.20 Arten und Vorteile der Einseitenbandmodulation?

C.49 Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation.

N.18 Kenngrößen der Frequenzmodulation

C.46 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation.

C.47 Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der dig. Modulationsverfahren.

C.41 Mischer in Empfängern - Funktionsweise und mögliche technische Probleme

# Fragen:

N.16 Was verstehen Sie unter dem Begriff Modulation?

C.51 Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren).

C.36 Erklären Sie den Begriff Demodulation.

C.100 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

N.19 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

C.50 Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation.

N.17 Kenngrößen der Amplitudenmodulation

C.45 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation.

N.20 Arten und Vorteile der Einseitenbandmodulation?

C.49 Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation.

N.18 Kenngrößen der Frequenzmodulation

C.46 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation.

C.47 Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der dig. Modulationsverfahren.

C.41 Mischer in Empfängern - Funktionsweise und mögliche technische Probleme

# Fragen:



N.16 Was verstehen Sie unter dem Begriff Modulation?

C.51 Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren).

C.36 Erklären Sie den Begriff Demodulation.

C.100 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

N.19 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

C.50 Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation.

N.17 Kenngrößen der Amplitudenmodulation

C.45 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation.

N.20 Arten und Vorteile der Einseitenbandmodulation?

C.49 Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation.

N.18 Kenngrößen der Frequenzmodulation

C.46 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation.

C.47 Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der dig. Modulationsverfahren.

C.41 Mischer in Empfängern - Funktionsweise und mögliche technische Probleme

# Fragen:



N.16 Was verstehen Sie unter dem Begriff Modulation?

C.51 Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren).

C.36 Erklären Sie den Begriff Demodulation.

C.100 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

N.19 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

C.50 Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation.

N.17 Kenngrößen der Amplitudenmodulation

C.45 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation.

N.20 Arten und Vorteile der Einseitenbandmodulation?

C.49 Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation.

N.18 Kenngrößen der Frequenzmodulation

C.46 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation.

C.47 Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der dig. Modulationsverfahren.

C.41 Mischer in Empfängern - Funktionsweise und mögliche technische Probleme

# Fragen:

N.16 Was verstehen Sie unter dem Begriff Modulation?

C.51 Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren).

C.36 Erklären Sie den Begriff Demodulation.

C.100 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

N.19 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

C.50 Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation.

N.17 Kenngrößen der Amplitudenmodulation

C.45 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation.

N.20 Arten und Vorteile der Einseitenbandmodulation?

C.49 Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation.

N.18 Kenngrößen der Frequenzmodulation

C.46 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation.

C.47 Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der dig. Modulationsverfahren.

C.41 Mischer in Empfängern - Funktionsweise und mögliche technische Probleme

# Fragen:

N.16 Was verstehen Sie unter dem Begriff Modulation?

C.51 Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren).

C.36 Erklären Sie den Begriff Demodulation.

C.100 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

N.19 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

C.50 Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation.

N.17 Kenngrößen der Amplitudenmodulation

C.45 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation.

N.20 Arten und Vorteile der Einseitenbandmodulation?

C.49 Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation.

N.18 Kenngrößen der Frequenzmodulation

C.46 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation.

C.47 Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der dig. Modulationsverfahren.

C.41 Mischer in Empfängern - Funktionsweise und mögliche technische Probleme

# Fragen:

N.16 Was verstehen Sie unter dem Begriff Modulation?

C.51 Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren).

C.36 Erklären Sie den Begriff Demodulation.

C.100 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

N.19 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

C.50 Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation.

N.17 Kenngrößen der Amplitudenmodulation

C.45 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation.

N.20 Arten und Vorteile der Einseitenbandmodulation?

C.49 Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation.

N.18 Kenngrößen der Frequenzmodulation

C.46 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation.

C.47 Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der dig. Modulationsverfahren.

C.41 Mischer in Empfängern - Funktionsweise und mögliche technische Probleme

# Fragen:

N.16 Was verstehen Sie unter dem Begriff Modulation?

C.51 Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren).

C.36 Erklären Sie den Begriff Demodulation.

C.100 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

N.19 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

C.50 Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation.

N.17 Kenngrößen der Amplitudenmodulation

C.45 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation.

N.20 Arten und Vorteile der Einseitenbandmodulation?

C.49 Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation.

N.18 Kenngrößen der Frequenzmodulation

C.46 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation.

C.47 Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der dig. Modulationsverfahren.

C.41 Mischer in Empfängern - Funktionsweise und mögliche technische Probleme

# Fragen:

N.16 Was verstehen Sie unter dem Begriff Modulation?

C.51 Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren).

C.36 Erklären Sie den Begriff Demodulation.

C.100 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

N.19 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

C.50 Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation.

N.17 Kenngrößen der Amplitudenmodulation

C.45 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation.

N.20 Arten und Vorteile der Einseitenbandmodulation?

C.49 Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation.

N.18 Kenngrößen der Frequenzmodulation

C.46 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation.

C.47 Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der dig. Modulationsverfahren.

C.41 Mischer in Empfängern - Funktionsweise und mögliche technische Probleme

# Fragen:



N.16 Was verstehen Sie unter dem Begriff Modulation?

C.51 Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren).

C.36 Erklären Sie den Begriff Demodulation.

C.100 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

N.19 Definieren Sie den Begriff "belegte Bandbreite".

C.50 Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation.

N.17 Kenngrößen der Amplitudenmodulation

C.45 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation.

N.20 Arten und Vorteile der Einseitenbandmodulation?

C.49 Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation.

N.18 Kenngrößen der Frequenzmodulation

C.46 Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation.

C.47 Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der dig. Modulationsverfahren.

C.41 Mischer in Empfängern - Funktionsweise und mögliche technische Probleme

# Creative Commons



Diese Präsentation ist unter einer Creative Commons Lizenz veröffentlicht.
http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/at/

Sie dürfen:

- das Werk vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen,
- Bearbeitungen des Werkes anfertigen.

Unter folgenden Bedingungen:

- **Namensnennung** — Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.
- **Nicht kommerziell** — Sie dürfen das Material nicht für kommerzielle Zwecke nutzen.
- **Weitergabe unter gleichen Bedingungen** — Wenn Sie dieses Werk bearbeiten oder in anderer Weise umgestalten, verändern oder als Grundlage für ein anderes Werk verwenden, dürfen Sie das neu entstandene Werk nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergeben, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch oder vergleichbar sind.