Frequenzmodulation (FM)

Hub · NFM · Carson-Bandbreite · Störfestigkeit · Kapazitätsdiode · Phasenmodulation

Bei **FM** ändert das Signal die **Frequenz** des Trägers, die **Amplitude bleibt konstant**. Erkennbar im Zeitbild an gleicher Höhe und wechselnder Periodendauer.

- **Hub** = größte Abweichung der Frequenz, gesteuert von der NF-Amplitude (Lautstärke). Mehr Hub: mehr Lautstärke im Empfänger, aber mehr Bandbreite.
- **NF-Frequenz** bestimmt, wie oft sich die Frequenz ändert.
- Leistung konstant, solange die Sendetaste gedrückt ist (2 W bleiben 2 W).
- Hub zu groß: leiser sprechen oder Hub verringern, sonst Nachbarkanalstörungen.

Carson-Bandbreite (99 % der Leistung)

$B \approx 2 \cdot (\Delta f + f_{mod\ max})$

$f_{mod\ max} = B/2 - \Delta f \cdot \Delta f = B/2 - f_{mod\ max}$

Δf 1,8 + f_{mod} 2 kHz → 7,6 kHz · Δf 2,5 + 2,7 kHz → 10,4 kHz · B 10 kHz, Δf 2,5 → f_{mod} 2,5 kHz · B 10 kHz, f_{mod} 2,7 → Δf 2,3 kHz · Hub 3 + NF 3 kHz → 12 kHz.

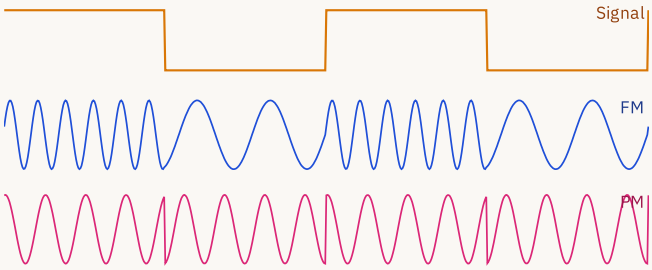
NFM: 12,5-kHz-Raster, IARU-Bandplan höchstens 12 kHz, Spitzenhub etwa 2,5 kHz. Alte Geräte bis 25 kHz.

Störfest und so erzeugt

Der Empfänger begrenzt die Amplitude und wertet nur Nulldurchgänge aus: kaum Störungen durch Zündfunken, Motoren, Blitze, ideal im Kfz. Vorteil gegenüber SSB: geringere Beeinflussung durch Amplitudenstörungen. Erzeugung: **Kapazitätsdiode** im Schwingkreis oder am Quarz eines Oszillators, die NF ändert ihre Kapazität und damit die Frequenz.

Phasenmodulation (PM)

Die **Phase** des Trägers folgt dem Signal, Amplitude konstant. FM und PM sind Winkelmodulationen. Bei einem Rechtecksignal springt PM an jeder Flanke in der Phase, FM wechselt die Frequenz.



Quellen: Grundlagen der Frequenz- und Phasenmodulation; IARU-R1-Bandplan; Idee nach 50ohm.de (FM I bis III, PM). Angaben ohne Gewähr.

Online mit Übungen: amateurfunk-oe.at/lernmaterial/frequenzmodulation/

Stand November 2026

ÜBUNGSBOGEN

Quiz: Frequenzmodulation (FM)

Name: _____

Kreuzen Sie jeweils die richtige Antwort an. Die Lösungen stehen unten auf der Seite.

Ergebnis: ____ / 10

1. Welche Aussage zur Frequenzmodulation ist richtig? Das Informationssignal …

- ☐ **A** beeinflusst gleichzeitig Amplitude und Frequenz
- ☐ **B** beeinflusst die Amplitude, die Frequenz bleibt konstant
- ☐ **C** beeinflusst die Frequenz des Trägers, die Amplitude bleibt konstant
- ☐ **D** beeinflusst erst die Frequenz, dann die Amplitude

2. Sie senden mit 2 W in FM, sprechen erst laut, dann leise, dann gar nicht. Welche Leistung gibt der Sender jeweils ab?

- ☐ **A** Nur beim Sprechen 2 W, sonst 0 W
- ☐ **B** Immer 2 W
- ☐ **C** 2 W, 1 W, 0 W
- ☐ **D** Laut 2 W, sonst weniger

3. Der Hub Ihres Handfunkgeräts ist zu groß. Was können Sie tun?

- ☐ **A** Lauter ins Mikrofon sprechen
- ☐ **B** Leiser ins Mikrofon sprechen
- ☐ **C** Die Sendeleistung erhöhen
- ☐ **D** Die Sendeleistung verringern

4. Wodurch wird bei FM die Lautstärke übertragen?

- ☐ **A** Durch die Trägerfrequenzauslenkung (Hub)
- ☐ **B** Durch die Amplitude des Trägers
- ☐ **C** Durch die Sendeleistung
- ☐ **D** Durch die Häufigkeit der Frequenzänderung

5. Welchen Vorteil hat FM gegenüber SSB?

- ☐ **A** Geringere Bandbreite
- ☐ **B** Geringere Beeinflussung durch Amplitudenstörungen
- ☐ **C** Keine Leistung ohne Modulation
- ☐ **D** Größere Reichweite

6. Wie beeinflusst die Frequenz des NF-Signals den Träger bei FM?

- ☐ **A** Sie ändert die Amplitude des Trägers
- ☐ **B** Sie hat keinen Einfluss
- ☐ **C** Sie bestimmt, wie häufig sich die Trägerfrequenz ändert
- ☐ **D** Sie bestimmt, wie weit sich die Trägerfrequenz ändert

7. Ein FM-Sender auf 145 MHz hat 1,8 kHz Hub, die höchste Modulationsfrequenz ist 2 kHz. Wie groß ist die Bandbreite nach Carson?

- ☐ **A** Etwa 7,6 kHz
- ☐ **B** Etwa 5,8 kHz
- ☐ **C** Etwa 3,8 kHz
- ☐ **D** Etwa 12 kHz

8. Ein FM-Signal darf 10 kHz breit sein, die höchste Modulationsfrequenz ist 2,7 kHz. Wie groß darf der Hub höchstens sein?

- ☐ **A** 2,3 kHz
- ☐ **B** 12,7 kHz
- ☐ **C** 4,6 kHz
- ☐ **D** 7,7 kHz

9. Ein Quarzoszillator mit Kapazitätsdiode ermöglicht …

- ☐ **A** Zweiseitenbandmodulation
- ☐ **B** Einseitenbandmodulation
- ☐ **C** Frequenzmodulation
- ☐ **D** Amplitudenmodulation

10. Was beschreibt die Modulationsart PM?

- ☐ **A** Die Polarisation der Antenne wird verändert
- ☐ **B** Die Abstrahlrichtung wird verändert
- ☐ **C** Die Amplitude des Trägers wird verändert
- ☐ **D** Die Phase des Trägers wird anhand des Signals verändert

LÖSUNGEN

1 **C** · Bei FM ändert sich die Frequenz, die Amplitude bleibt konstant.

2 **B** · Bei FM ist die Leistung konstant, solange die Sendetaste gedrückt ist.

3 **B** · Leiser ins Mikrofon sprechen verringert den Hub.

4 **A** · Durch die Trägerfrequenzauslenkung, den Hub.

5 **B** · FM ist kaum empfindlich gegen Amplitudenstörungen.

6 **C** · Die NF-Frequenz bestimmt, wie oft sich die Trägerfrequenz ändert; die NF-Amplitude, wie weit.

7 **A** · B ≈ 2 · (1,8 kHz + 2 kHz) = 7,6 kHz. Die Trägerfrequenz spielt keine Rolle.

8 **A** · Δf = B/2 − f_mod = 5 kHz − 2,7 kHz = 2,3 kHz.

9 **C** · Die NF ändert die Kapazität der Diode und damit die Frequenz: Frequenzmodulation.

10 **D** · Bei der Phasenmodulation wird die Phase des Trägers verändert.

Quellen: Grundlagen der Frequenz- und Phasenmodulation; IARU-R1-Bandplan; Idee nach 50ohm.de (FM I bis III, PM). Angaben ohne Gewähr.
Online mit Übungen: amateurfunk-oe.at/lernmaterial/frequenzmodulation/

Stand November 2026