

FM - Frequenzmodulation

Die Frequenzmodulation wird in Funkmikrofonen mit analoger Funktechnik benutzt.

Diese Technik ist seit Jahrzehnten gut bekannt und funktioniert sehr zuverlässig, außerdem gibt es hier keine Signalverzögerung (Latenz) wie bei digitalen Funksystemen.

Hochfrequente Elektromagnetische Schwingungen können über große Distanzen gesendet werden, was mit Schallwellen in unserem hörbaren Bereich nicht funktioniert. Nachdem Heinrich Hertz das Phänomen der elektromagnetischen Übertragung 1886 an der Universität Karlsruhe entdeckt hatte, wurde es möglich, Signale über weite Entfernungen zu transportieren.

Am Anfang wurden nur Tastsignale gesendet (morsen), später dann Audiosignale - bis hin zu reinen Datenübertragungen. Die Technik dazu wurde dann über die Jahrzehnte immer weiter verfeinert.

Soweit sollte das bekannt sein. :)

Die Frequenzmodulation, um die es hier gehen soll, beruht auf einem Trick, den man nur versteht, wenn man das Prinzip der zuvor weit verbreiteten Amplitudenmodulation kennt.

Bei der AM (Amplitudenmodulation) wird eine Hochfrequenz mit einem Audiosignal moduliert.

Das bedeutet für die AM:

- Die Audio-Amplitude:

wenn das Audiosignal leise ist, ist auch die Sendefrequenz "leise", es wird mit wenig Leistung gesendet. Je lauter das Audiosignal, desto stärker ist auch die Sendefrequenz.

- Die Audio-Frequenz:

in der Geschwindigkeit der Änderung der Sender-Amplitude steckt dann die Information der Audiofrequenz. Ändert sich die Amplitude des Senders schnell, wird eine hohe Frequenz übertragen.

Der große Nachteil der AM:

- jede Störung der Amplitude im Äther wird auch beim Empfänger hörbar. Blitze können übles Knacken verursachen, aber auch das Einschalten von Geräten kann bei einer Funkenbildung den Empfänger stören. Bei größeren Entfernungen nehmen die Störungen zu, weil die empfangene Signalamplitude immer geringer wird - und die Störungen dann immer mehr auffallen.

Die AM hat also eindeutig ein Qualitätsproblem, für Funkmikrofone wäre das ein no-go!

Jetzt kommt der Trick der [FM](#):

wenn man die Information des Audiosignals nicht in die Amplitude packt, sondern in die Änderung der Sendefrequenz, bleiben Störungen der Amplitude wesentlich unkritischer!

Das bedeutet bei der [FM](#):

- Die HF(Hochfrequenz) Sendeamplitude des Senders bleibt immer gleich und ist somit auch bei größeren Entfernungen noch gut nutzbar!

- Die Audio-Amplitude:

die Lautstärke verschiebt die Sendefrequenz, diese "wackelt" mit der Frequenz des Audiosignals hin und her: wenn das Audiosignal leise ist, ist diese hin- und her Bewegung gering. Je lauter das Audiosignal ist, desto

stärker bewegt sich die Sendefrequenz von ihrem Mittelpunkt weg. Der Mittelpunkt beschreibt dabei übrigens die gewählte Sendefrequenz für unseren Sender.

Damit die Nachbarsender jedoch nicht zu weit auseinander sein müssen, wird diese Frequenzänderung allerdings begrenzt. Man nennt diese Änderung den "Frequenz-Hub". Dieser maximale Hub lässt sich auch in den Datenblättern finden, z.B. mit einer Angabe von "plus/minus 75kHz". Da dieser Hub begrenzt ist, genügt er aber eigentlich nicht für sehr dynamische Signale, wie wir sie bei Mikrofonen haben. Hier muss dann eine Signal-Kompression stattfinden - im Empfänger wird das komprimierte Signal dann wieder expandiert. Wie gut das funktioniert, hängt sehr von der Qualität der Sendestrecke ab - denn die Expansion muss exakt genau gegensätzlich zur Kompression arbeiten !

- Die Audio-Frequenz:

die Information der Audiofrequenz steckt dann in der Geschwindigkeit, mit der sich die Sendefrequenz ändert. Schwingt der Sender also schnell hin- und her, beschreibt er eine hohe Audiofrequenz.

[FM](#)-Signale sind in ihrer Qualität also den AM-Signalen deutlich überlegen, weil die Senderamplitude keinerlei Signal enthält. Damit werden schnelle Änderungen der Sender-Amplitude durch Störungen im Äther also quasi ignoriert.

Natürlich lassen sich auch [FM](#) Signale stören, aber Fakt ist: wenn das der Fall ist, würde ein AM-Signal schon lange nicht mehr gut funktionieren.

Unter dem Strich ist die [FM](#) Technik schon sehr lange etabliert und auch die technischen Umsetzungen sind kein Hexenwerk mehr. Diese Technik funktioniert sehr zuverlässig, wenn sie sinnvoll eingesetzt wird.

Ich hoffe, diese Erklärungen helfen dem ein oder anderen ein bisschen weiter, das Thema Frequenzmodulation etwas besser zu verstehen. Ich habe es bewusst einfach beschrieben.

Abschließend möchte ich noch sagen, dass auch moderne digitale Funkübertragungen im Prinzip mit der [FM](#) -Technik arbeiten:

Die Sendefrequenz bleibt immer gleich stark, die Informationen stecken in der Änderung der Frequenz.

Das Zeit-Funksignal für Uhren funktioniert aber noch nach dem Prinzip der AM:

Sendefrequenz an = 1

Sendefrequenz aus = 0

Gruß wora