



FM und AM. Wo ist der Unterschied?

Eine Präsentation von Sebastian Nimpsch

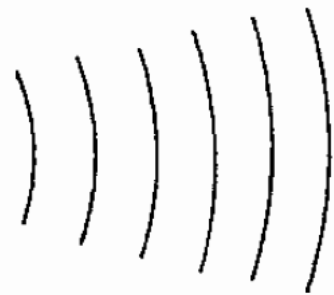


Gliederung

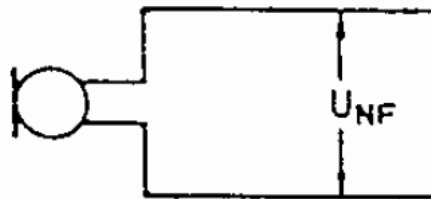
- ▶ 1. Einführung
- ▶ 2. Was ist Modulation?
- ▶ 3. Amplitudenmodulation (AM)
- ▶ 4. Frequenzmodulation (FM)
- ▶ 5. Demodulation (AM/FM) im Radio
- ▶ 6. Quellen

1. Einführung

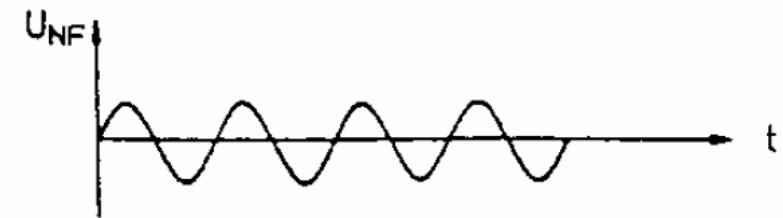
- ▶ Hörfunk
 - Übertragung von Information über elektromagnetische Wellen
 - Unterteilung in
 - (AM) Lang-, Mittel-, Kurzwellen
 - (FM) UKW: 87,5 MHz und 108,0 MHz



Schallwellen



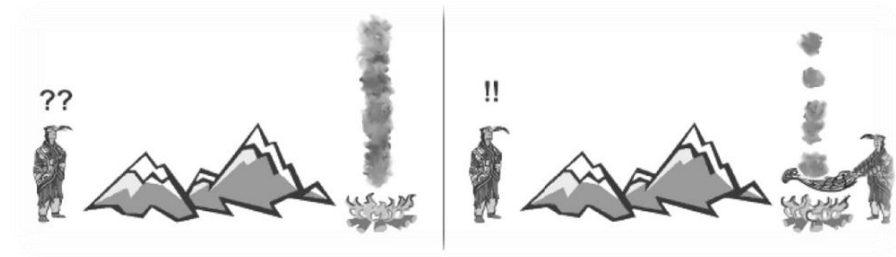
Mikrophon



Niederfrequenz - Wechselspannung

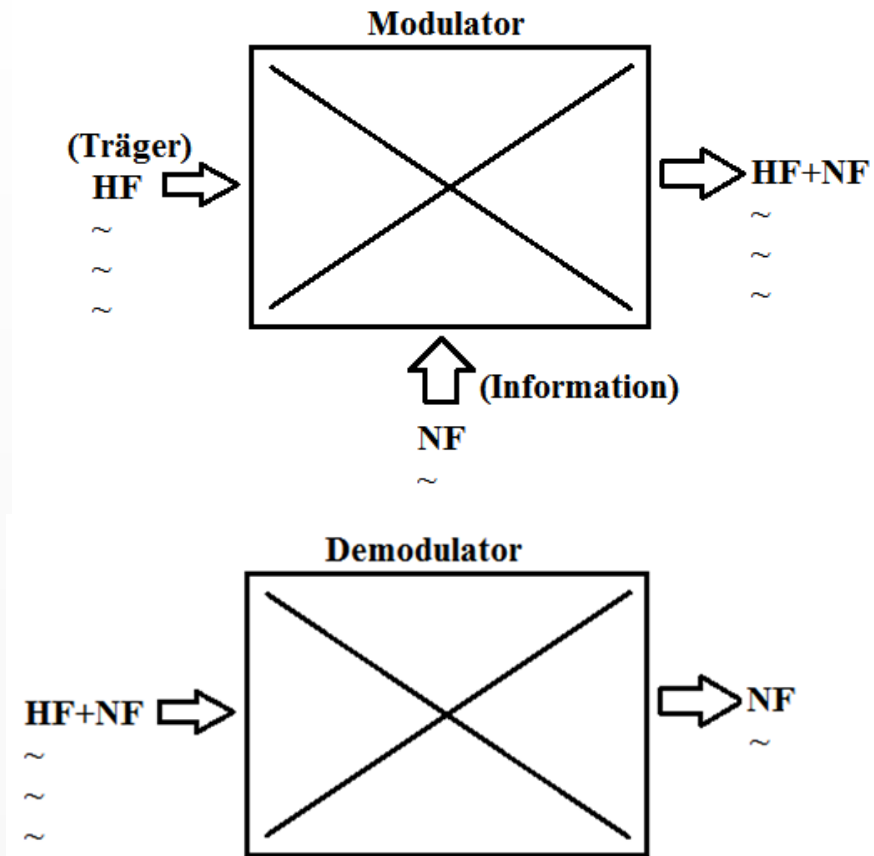
[1]

2. Was ist Modulation?



[2]

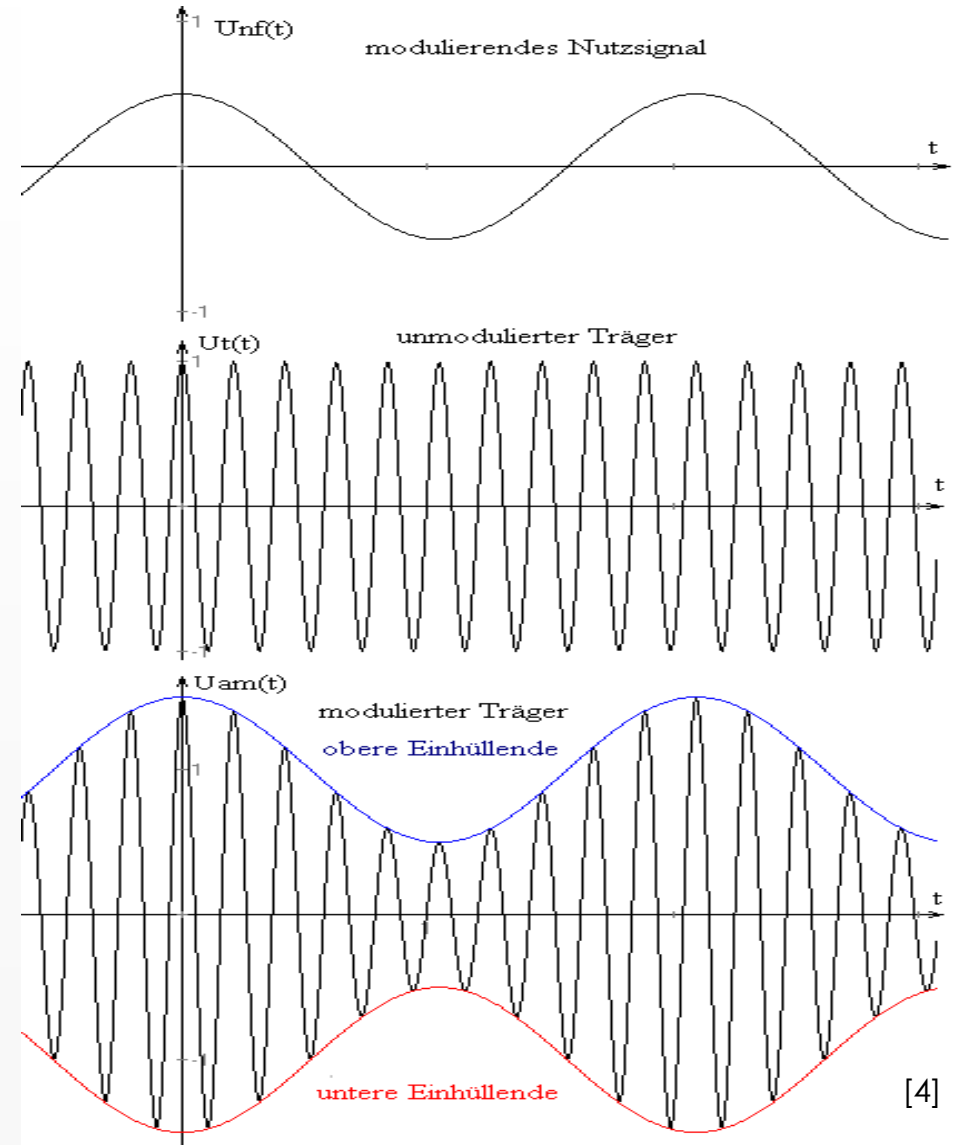
[3]



- Modulation: Nutzsignal verändert Träger
- Träger ist hochfrequente Schwingung ($f > 30\text{kHz}$)
- Schwingung bestimmt durch:
Amplitude, Frequenz, Phase
→ 3 Modulationsarten

3. Amplitudenmodulation(AM)

- Informationssignal verändert nur die Amplitude.
- Lautstärke wird durch Amplitudenhöhe übertragen
- Tonhöhe durch Frequenz der Hüllkurve



3.1 Amplitudenmodulation(AM) Spektrale Darstellung

Funktionsgleichung des Modulationssignals $u_{\text{Signal}}(t) = \hat{u}_{\text{Signal}} \cdot \cos(\omega_{\text{Signal}} \cdot t)$

Funktionsgleichung des Trägersignals $u_{\text{Träger}}(t) = \hat{u}_{\text{Träger}} \cdot \cos(\omega_{\text{Träger}} \cdot t)$

Formaler Gleichungsansatz

$$u_{\text{AM}}(t) = [u_s(t) + \text{DC}] \cdot u_T(t) \quad \text{mit} \quad \text{DC} = 1$$

$$u_{\text{AM}}(t) = \hat{u}_s \cdot \cos(\omega_s t) \cdot \hat{u}_T \cdot \cos(\omega_T t) + \hat{u}_T \cdot \cos(\omega_T t)$$

$$u_{\text{AM}} \left| \frac{u_{\text{AM}}(t) - \hat{u}_T \cdot \cos(\omega_T t)}{\hat{u}_s \cdot \hat{u}_T} = \cos(\omega_s t) \cdot \cos(\omega_T t) \right.$$

$$\left. \cos(\omega_s t) \right] [6]$$

für das Produkt zweier Kosinusfunktionen gilt:

$$\cos(\omega_s t) \cdot \cos(\omega_T t) = \frac{1}{2} \cdot \cos(\omega_T t + \omega_s t) + \frac{1}{2} \cdot \cos(\omega_T t - \omega_s t)$$

oben eingesetzt und umgestellt ergibt:

$$u_{\text{AM}}(t) = \hat{u}_s \cdot \hat{u}_T \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot \cos(\omega_T t + \omega_s t) + \frac{1}{2} \cdot \cos(\omega_T t - \omega_s t) \right] + \hat{u}_T \cdot \cos(\omega_T t)$$

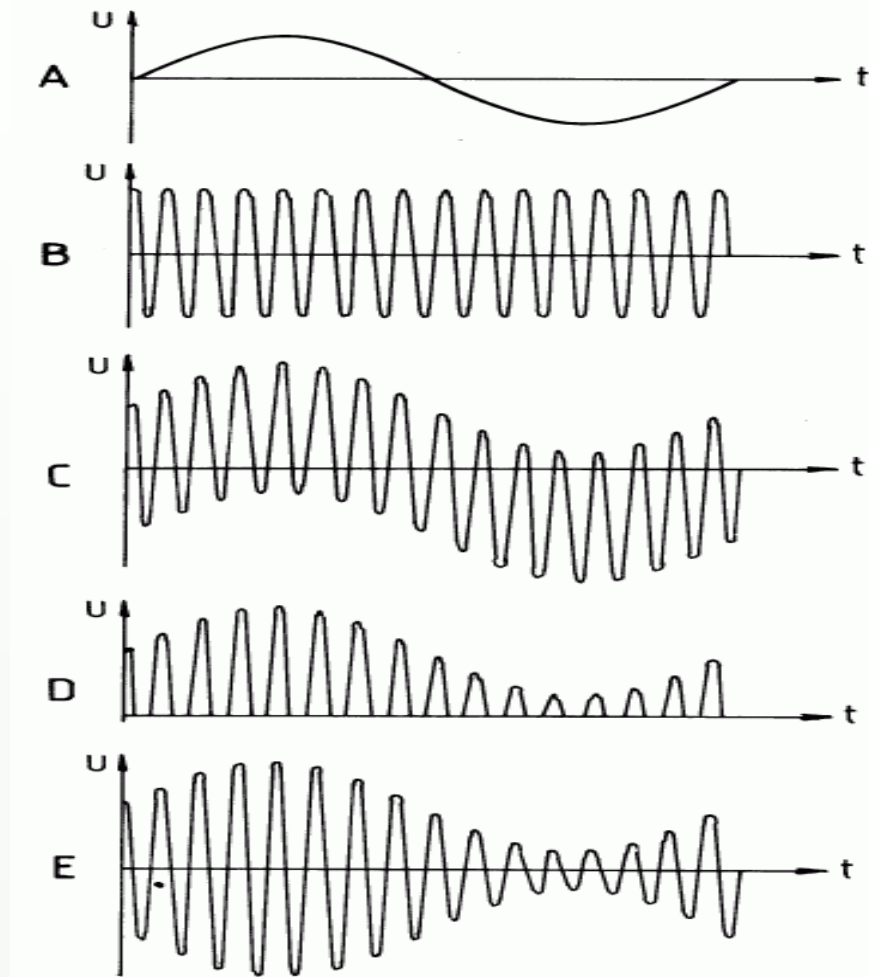
$$u_{\text{AM}}(t) = \hat{u}_T \cdot \left[\frac{\hat{u}_s}{2} \cdot \cos(\omega_T t + \omega_s t) + \frac{\hat{u}_s}{2} \cdot \cos(\omega_T t - \omega_s t) + \cos(\omega_T t) \right]$$

unteres Seitenfrequenzsignal Trägerfrequenzsignal oberes Seitenfrequenzsignal

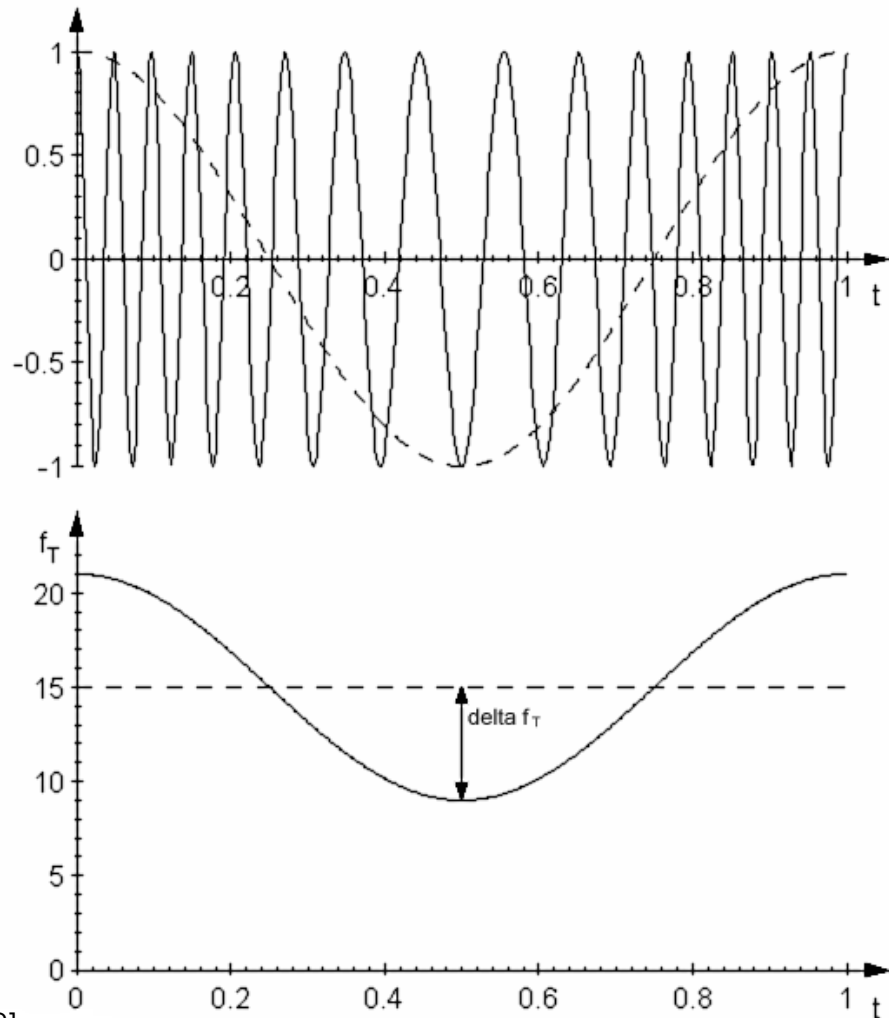
$$u_{\text{AM}}(t) = \hat{u}_T \cdot \left[\frac{\hat{u}_s}{2} \cdot \cos(\omega_T t - \omega_s t) + \cos(\omega_T t) + \frac{\hat{u}_s}{2} \cdot \cos(\omega_T t + \omega_s t) \right]$$

3 Amplitudenmodulation(AM)

- A/B: Generatoren stellen NF/HF dar
- C: Die Amplituden werden addiert
- D; Gleichrichten
- E: „Siebung“ (z.B. mit Schwingkreis)



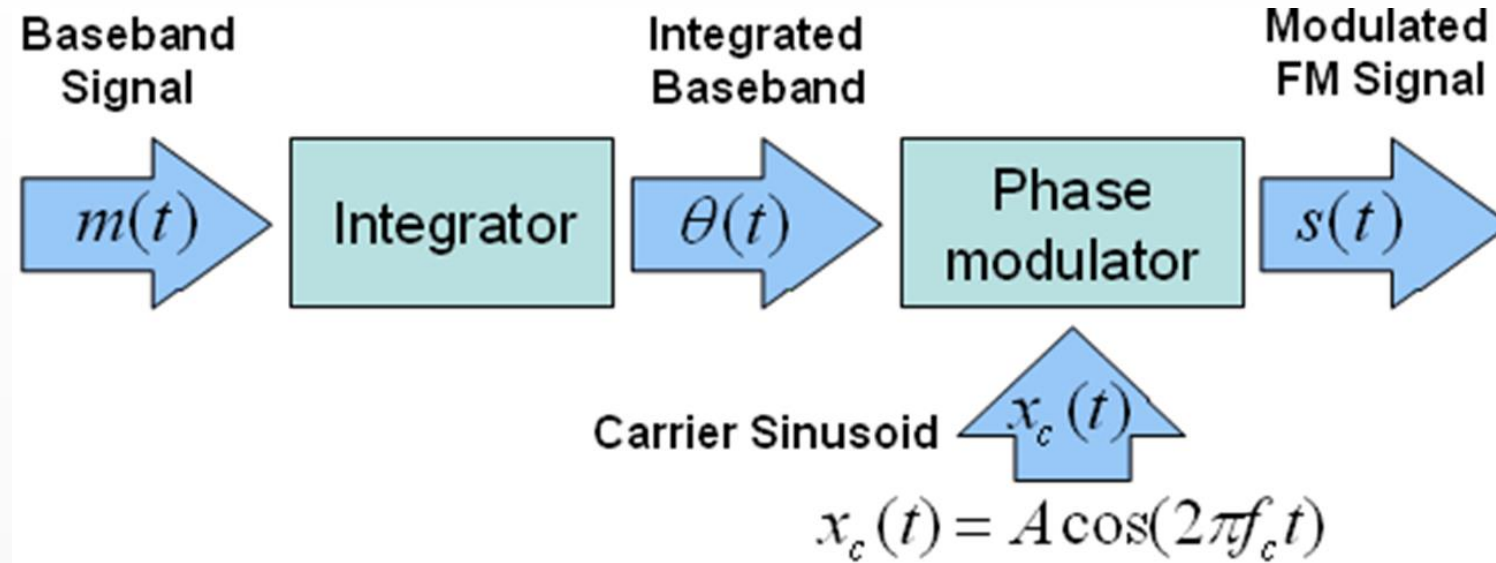
4. Frequenzmodulation(FM)



- nur Frequenz(und Phase) wird verändert
- Frequenz des Tonsignals ist die Tönhöhe
- Lautstärke bestimmt den Frequenzhub(Δf_t)

- FM-Signal wird z.B. mit Oszillatorschaltung erzeugt

4.1 Frequenzmodulation(FM) mit Phasenmodulator

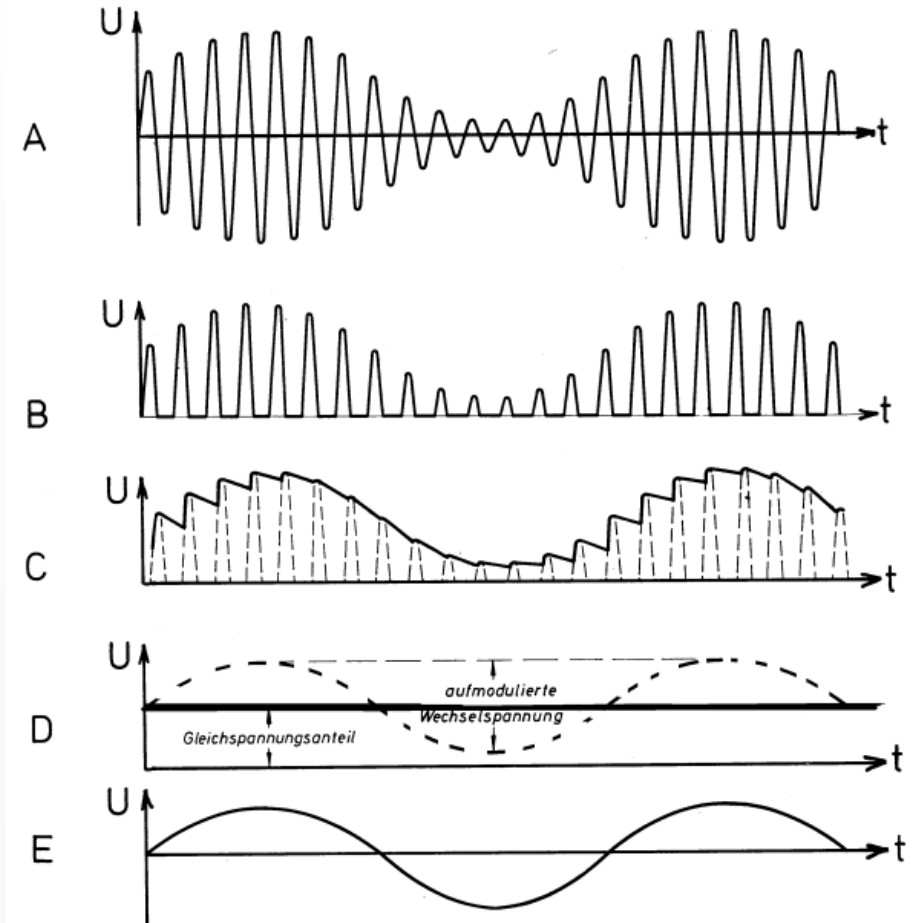


$$\omega = \frac{\partial \phi}{\partial t}$$

► Integration liefert: $s(t) = A \cos[\theta(t)]$

5.1 Demodulation im Radio(AM)

- A: AM-Signal
- B: gleichrichten
- C: filtern der HF-“Reste“
- D: Gleichspannungsanteil wird unterdrückt
- E: NF-Signal



5.2 Demodulation im Radio(FM)

► Demodulation kann erfolgen durch:

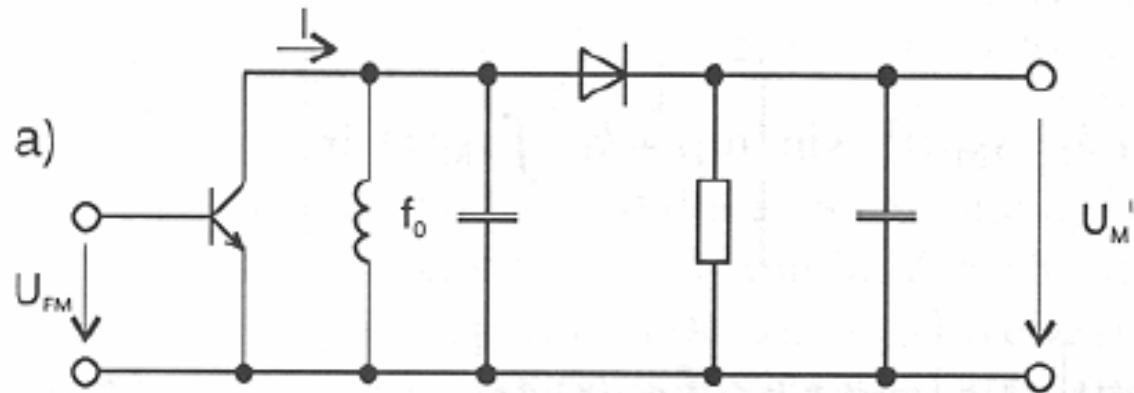
I: Umwandlung in Phasendemodulation(nicht Vorteilhaft)

II: PLL-Schaltung(Vortrag kommt noch)

III: Verwendung von Diskriminatoren

5.2 Demodulation im Radio (FM) Der Flankendiskriminator

Einfacher Flankendiskriminator

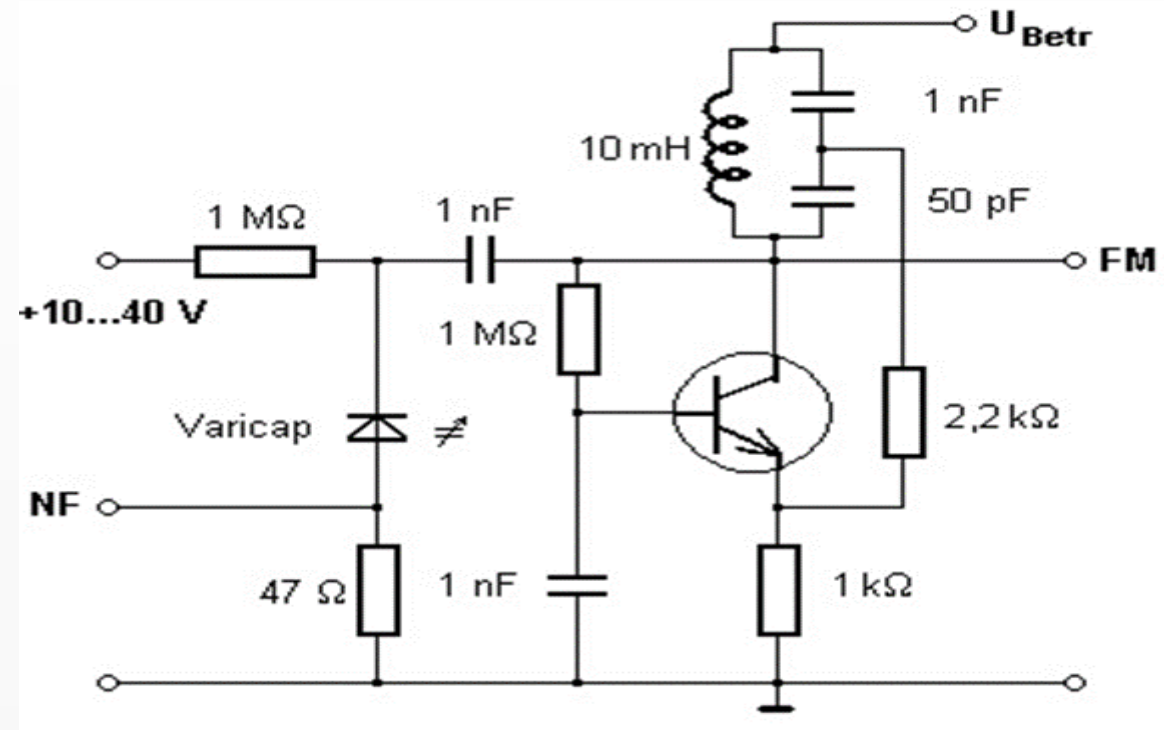




Quellen

- 1 <http://dh2mic.darc.de/afu-kurs/pdffiles/modulation.pdf>
- 2 <http://www.dl7maj.de/Modulationsarten.pdf>
- 3 <http://dh2mic.darc.de/afu-kurs/pdffiles/modulation.pdf>
- 4/5 <http://de.wikipedia.org/wiki/Amplitudenmodulation>
- 6 <http://elektroniktutor.de/signalkunde/am.html>
- 7 <http://www.dj4uf.de/lehrg/a12/a12.html>
- 8 <http://de.wikipedia.org/wiki/Frequenzmodulation>
- 9 <http://www.dj4uf.de/lehrg/a12/a12.html>
- 10 http://elektroniktutor.de/signalkunde/fm_demod.html
- 11 <http://www.ni.com/white-paper/3361/de/>

Fm modulator



r-frequenzbänder nach wellenlänge

engl. Abk.	englische Bezeichnung	dt. Abk.	deutsche Bezeichnung	Frequenzbereich	Wellenlänge	technische Verwendung
ELF	Extremely Low Frequency	NF	Niederfrequenz	3–30 Hz	10–100 Mm	Schumann-Resonanz
SLF	Super Low Frequency	NF	Niederfrequenz	30–300 Hz	1–10 Mm	(ehemals) U-Boot-Kommunikation bis 300 m Tiefe
ULF	Ultra Low Frequency	NF	Niederfrequenz	0,3–3 kHz	100–1000 km	
VLF	Very Low Frequency	SLW	Niederfrequenz, Längstwellen , Myriameterwellen	3–30 kHz	10–100 km	U-Boot-Kommunikation bis 30 m Tiefe, Pulsuhren
LF	Low Frequency	LW	Langwellen, Kilometerwellen	30–300 kHz	1–10 km	Langwellenrundfunk, Zeitzeichensender/Funkuhren, terrestrische Navigation
MF	Medium Frequency	MW	Mittelwellen , Hektometerwellen	0,3–3 MHz	100–1000 m	Mittelwellenrundfunk , teilweise Kurzwellenrundfunk , teilweise Grenzwelle , militärischer Flugfunk (teilweise) , Lawinenschüttelensuchgeräte
HF	High Frequency	KW	Kurzwellen , Dekameterwellen	3–30 MHz	10–100 m	teilweise Kurzwellenrundfunk , teilweise Grenzwelle , Amateurfunkdienst , RFID
VHF	Very High Frequency	UKW	Ultrakurzwellen , Meterwellen	30–300 MHz	1–10 m	Funknavigation , Flugfunk , UKW-Rundfunk , Fernsehen , Radar , BOS-Funk
UHF	Ultra High Frequency	µW	Mikrowellen , Dezimeterwellen	0,3–3 GHz	1–10 dm	Fernsehen , zellulärer Mobilfunk , Mikrowellenherd , WLAN , RFID , RTLS , Short Range Devices , Bluetooth , GPS , DME , Radar
SHF	Super High Frequency		Zentimeterwellen	3–30 GHz	1–10 cm	Radar , Richtfunk , Satellitenrundfunk , WLAN , RTLS , Short Range Devices
EHF	Extremely High Frequency		Millimeterwellen	30–300 GHz	1–10 mm	Radar , Richtfunk
		IR	Infrarotstrahlung	0,3–385 THz	0,78–1000 µm	Temperaturmessung
FIR	Far Infrared	FIR	Fernes Infrarot / Terahertzstrahlung	0,3–20 THz	15–1000 µm	Sicherheitstechnik , Materialprüfung
LWIR/TIR	Long Wavelength Infrared/ Thermal Infrared		langwelliges Infrarot/ thermisches Infrarot	20–37,5 THz	8–15 µm	
MWIR	Mid Wavelength Infrared			37,5–100 THz	3–8 µm	
SWIR	Short Wavelength Infrared		Kurzwelliges Infrarot	100–214 THz	1,4–3 µm	
NIR	Near Infrared		Nahes Infrarot	100–385 THz	0,78–3,0 µm	Lichtschranken , Fernbedienungen , Lichtwellenleiter , IrDA
VIS	Visible Light		sichtbares Licht	385–750 THz	400–780 nm	Beleuchtung , Lichtwellenleiter