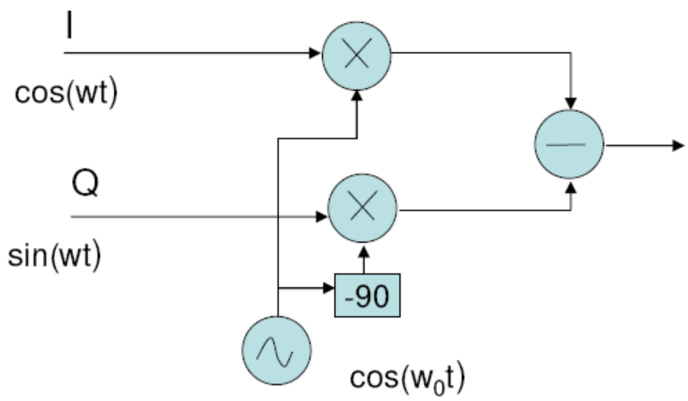
Lsg unten!

Aufgaben U4 zum Kapitel 4

√Aufgabe 1: *Direct Upconversion Schaltung*

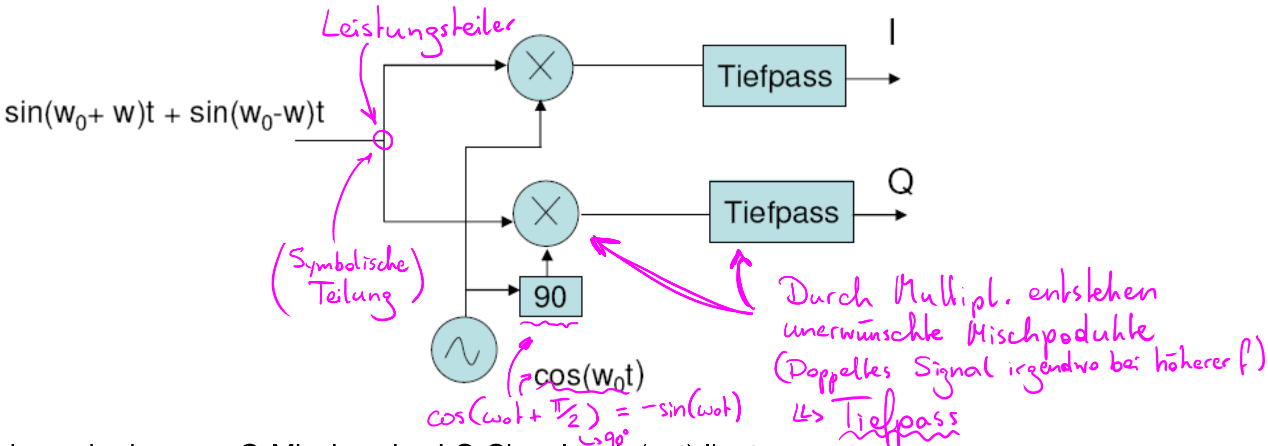
Um ein Basisbandsignal ins HF-Band zu bringen und Bandbreite zu sparen wird die abgebildete Aufwärtsmischerstruktur eingesetzt. Die Eingangssignale müssen um 90 Grad phasenverschobene Signale sein (Hilbertransformation), hier vereinfacht cos und sin.



Welches Seitenband wird erzeugt ?
Lösen sie die Aufgabe graphisch mit den Rechenoperationen im Spektrum (Skript, Praktikum Anhang). Ignorieren sie den Proportionalitätsfaktor 2 in den Eulerbeziehungen.

√Aufgabe 2: *I/Q- Demodulation*

Folgende Schaltung ist in einem Empfänger zu finden, mit dem sie das Signal der Form $\sin(\omega_0+\omega)t + \sin(\omega_0-\omega)t$ empfangen werden soll.



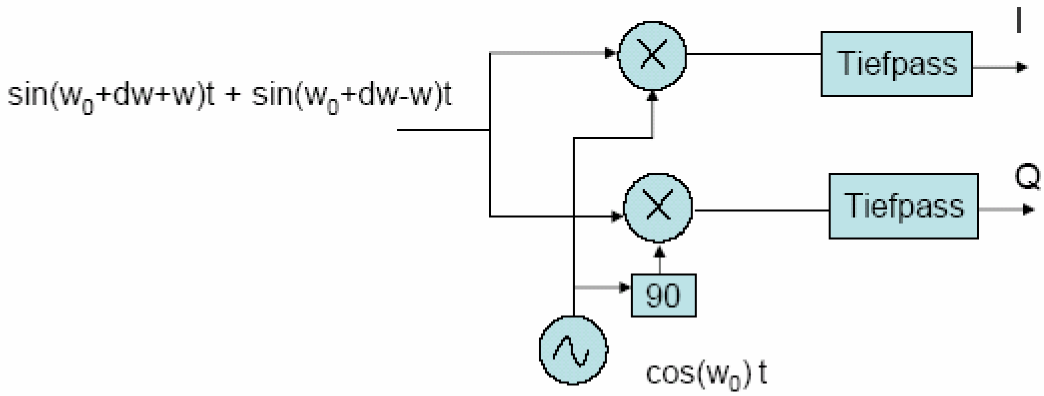
a) Zeigen sie dass am Q-Mischer das LO-Signal $-\sin(\omega_0 t)$ liegt

b) Wie lauten die niederfrequenten Terme am Ausgang I und Q ?
Lösen sie die Aufgabe für den I- und den Q-Zweig je graphisch mit den Rechenoperationen im Spektrum (Skript, Praktikum Anhang). Ignorieren sie den Proportionalitätsfaktor 2 in den Eulerbeziehungen.

c) Vergleiche sie die Lösung mit der Operation e^{-jwot} und interpretieren sie dabei das Ausgangssignal als komplexes Signal

Aufgabe 3: *Frequenz-Offset zum Sender*

Die LO-Signale im Sender und Empfänger werden von verschiedenen Oszillatoren erzeugt und sind deshalb in der Frequenz mit einem Offset von $d\omega$ behaftet.
Lösen sie für die Figur in Aufgabe 2 nach Punkt c) und beschreiben sie, was sie für ein Signal messen am I- und Q- Ausgang.



Lösungen:

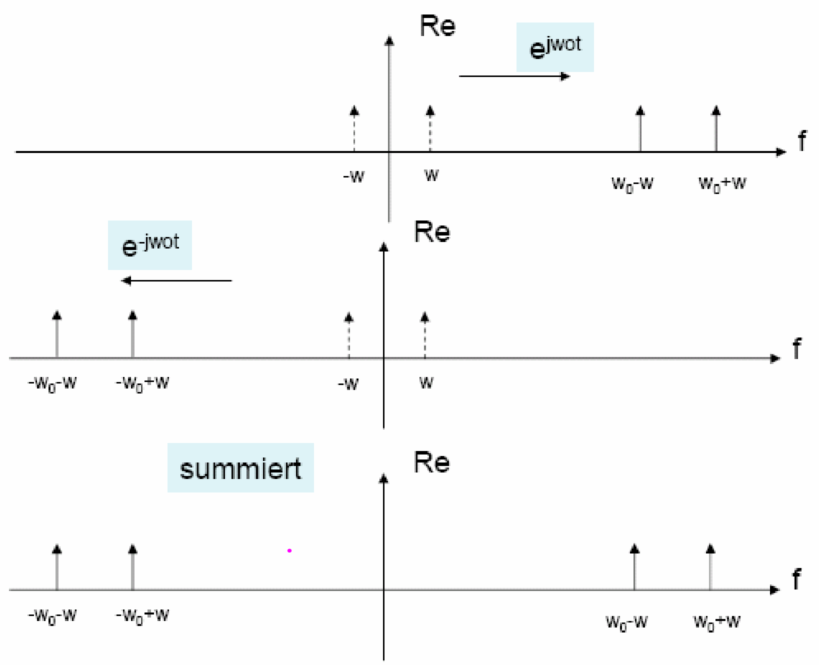
Aufgabe 1

Man verwende die Beziehungen von Euler zur Darstellung von cos und sin:

$$\cos(\omega t) = \frac{e^{j\omega t} + e^{-j\omega t}}{2} \qquad \sin(\omega t) = \frac{-je^{j\omega t} + je^{-j\omega t}}{2}$$

Faktor 2 ignorieren, bewirkt nur gain

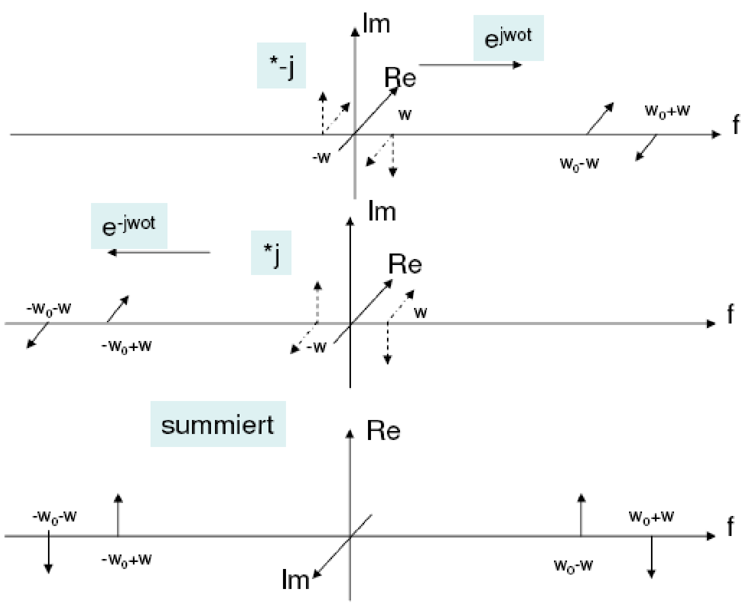
Lösung im Spektrum graphisch:



(−j) −> 90° im Uhrzeigersinn gedreht

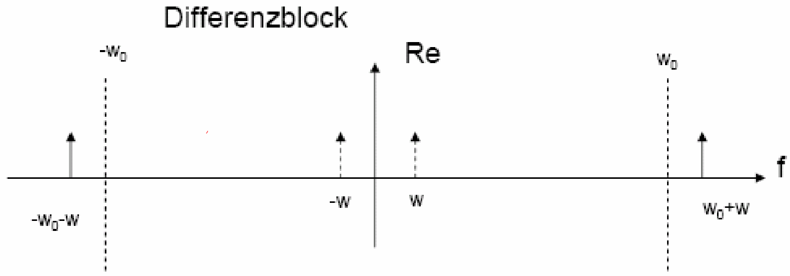
$\sin(\omega_0 t) \cdot -j \cdot e^{j\omega_0 t}$

$\sin(\omega_0 t) = \frac{1}{2}\{-j\, e^{j\omega_0 t} + j\, e^{j\omega_0 t}\}$



Klappt durch *j in die reelle Ebene

Differenz bilden
↳ untere SB verschwinden



→ Oberes Seitenband wird erzeugt

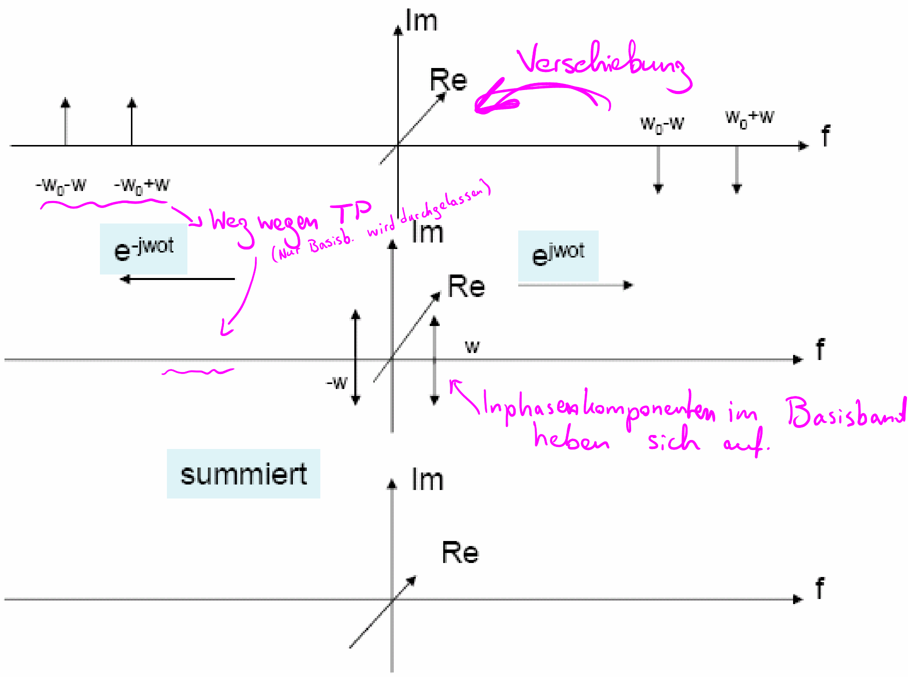
„Die Büdln nachrechnen"
↳ „Gute Übung fürn nächsten Test"

Aufgabe 2

a) Trigonometrie: cos(2πft+90) = -sin(2πft)

b) Behandlung des I-Pfades : Multiplikation mit cos(ωot).

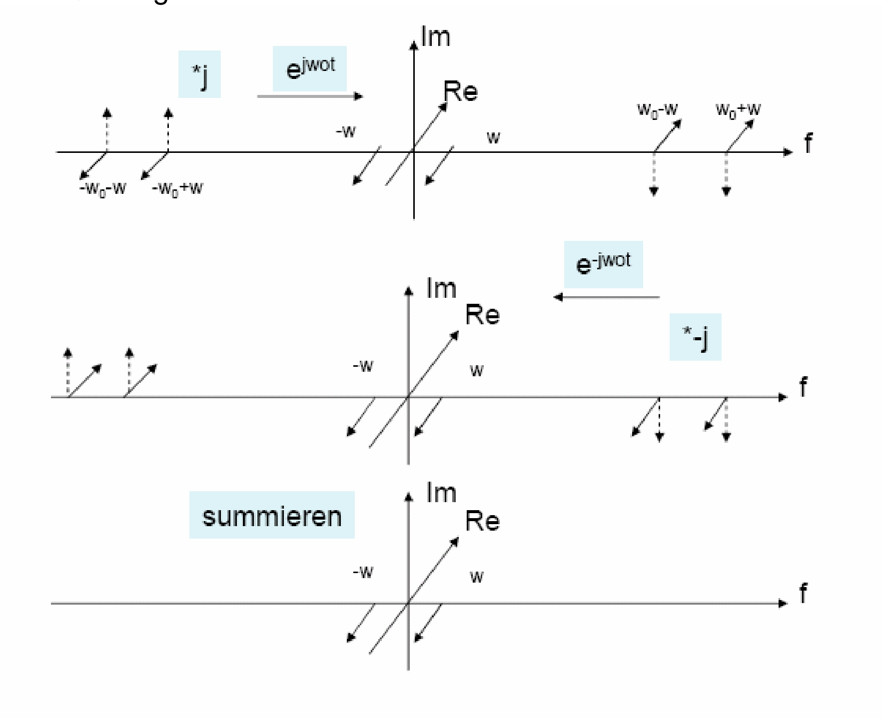
Modulation mit cos (zerlegen in $e^{(-)j\omega_0 t}$)



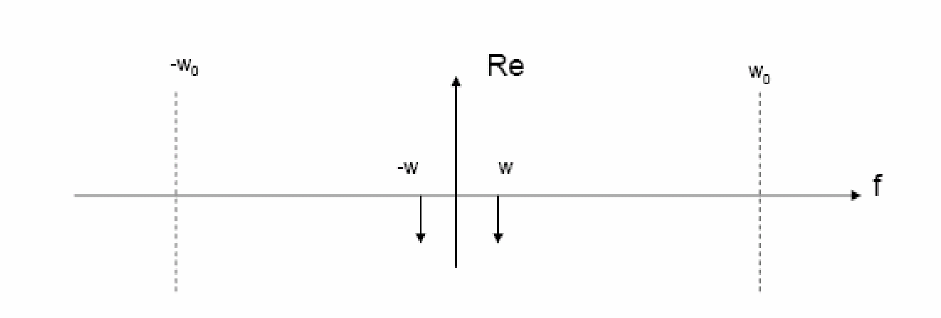
⇒ Spiegelfrequenzen aus neg. Spektrum

Resultat: kein Signal auf dem I-Ausgang

Behandlung des Q-Zweiges:

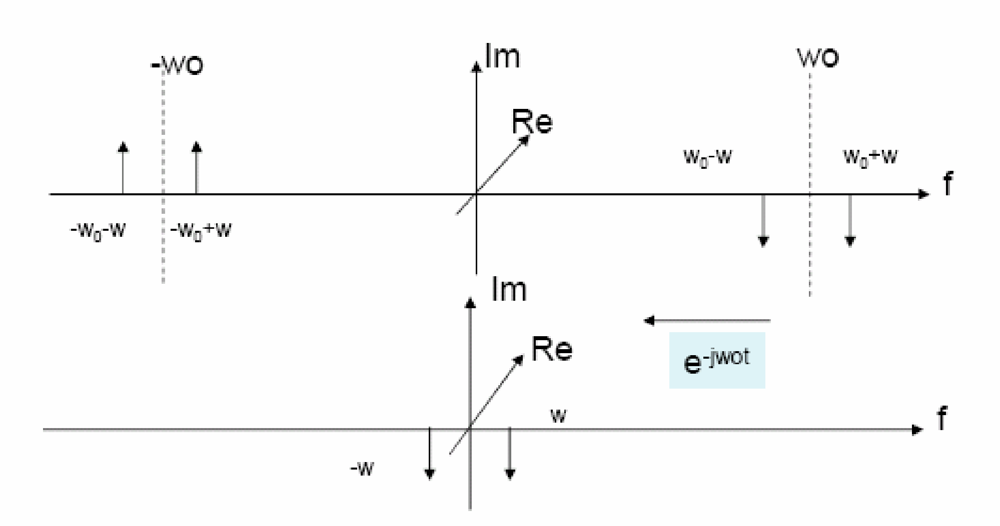


Auf dem Q-Zweig sieht das Resultat also wie folgt aus:

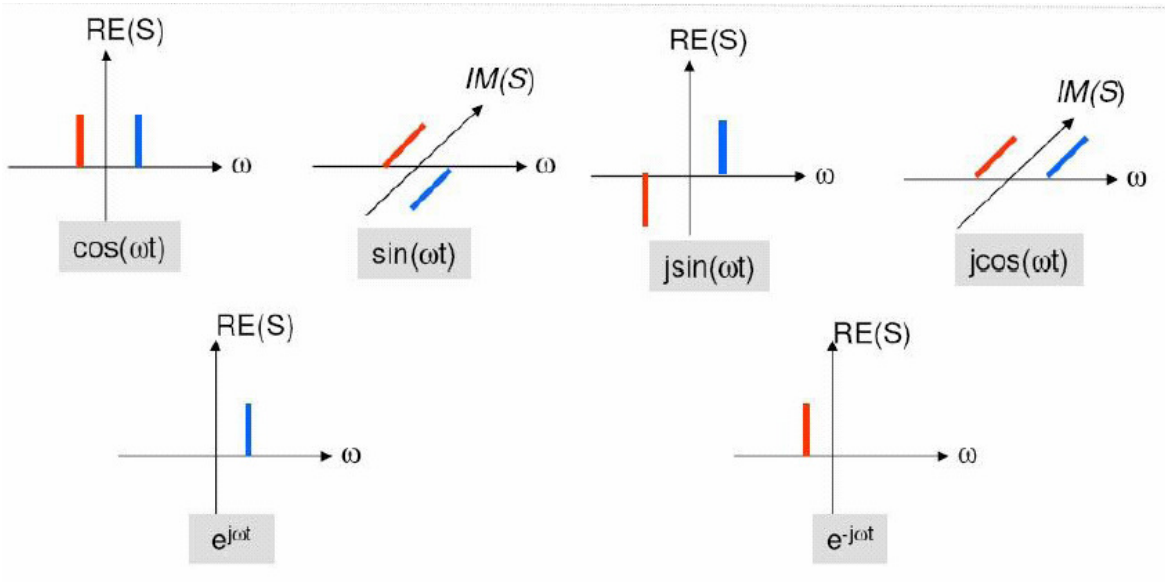


Das ist also $-\cos(\omega t)$ im Q-Zweig (bis auf den konstanten Faktor), also $-j\cdot\cos(\omega t)$

c) durch Multiplikation mit e^{-jwot} wird das Eingangsspektrum nach links geschoben:



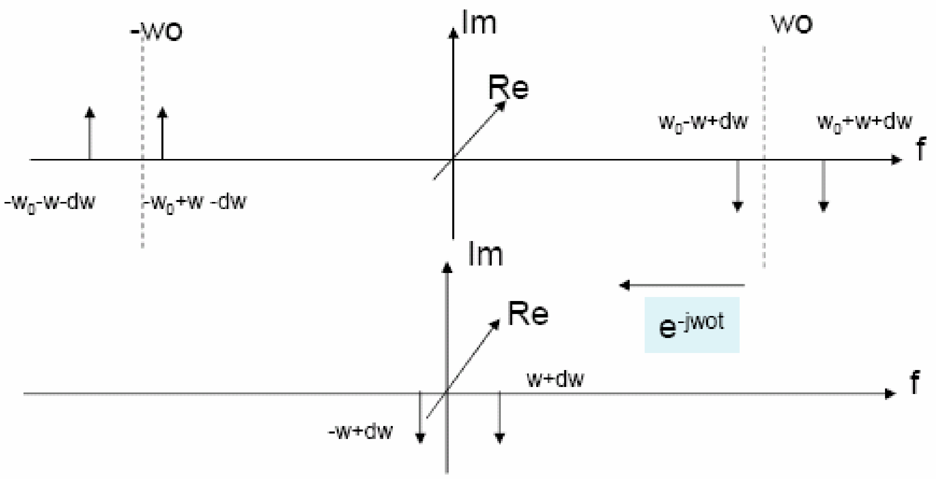
Achtung, das ist nicht –cos(ωt). Ein gerades Spektrum im Imaginärteil bedeutet ein komplexes Zeitsignal. Aus den Eulerbeziehungen oder dem untenstehenden Auszug aus Anhang A von Praktikum 4 folgt, dass dieses Signal –jcos(ωt) zugehörig ist.



Die komplexe Mischung ergibt: a + jb als Ausgangssignal. Ein Koeffizientenvergleich zeigt: a = 0 und b = -cos(ωt). Also genau dasselbe wie bei der einzelnen Behandlung der Zweige.

Aufgabe 3:

Diese Aufgabe ist wie 2 c) zu lösen.



Auch dieses Spektrum hat wegen der Asymmetrie ein komplexes Zeitsignal zur Folge.

$$s(t) = -je^{-j(\omega - d\omega)t} - je^{j(\omega + d\omega)t} = -j\cos(\omega - d\omega)t - \sin(\omega - d\omega)t - j\cos(\omega + d\omega)t + \sin(\omega + d\omega)t$$

Vergleich mit a+jb liefert am I- Ausgang: $i(t) = -\sin(\omega - d\omega)t + \sin(\omega + d\omega)t$

und am Q-Ausgang $q(t) = -\cos(\omega - d\omega)t - \cos(\omega + d\omega)t$

Dies entspricht Schwebungssignalen auf beiden Kanälen