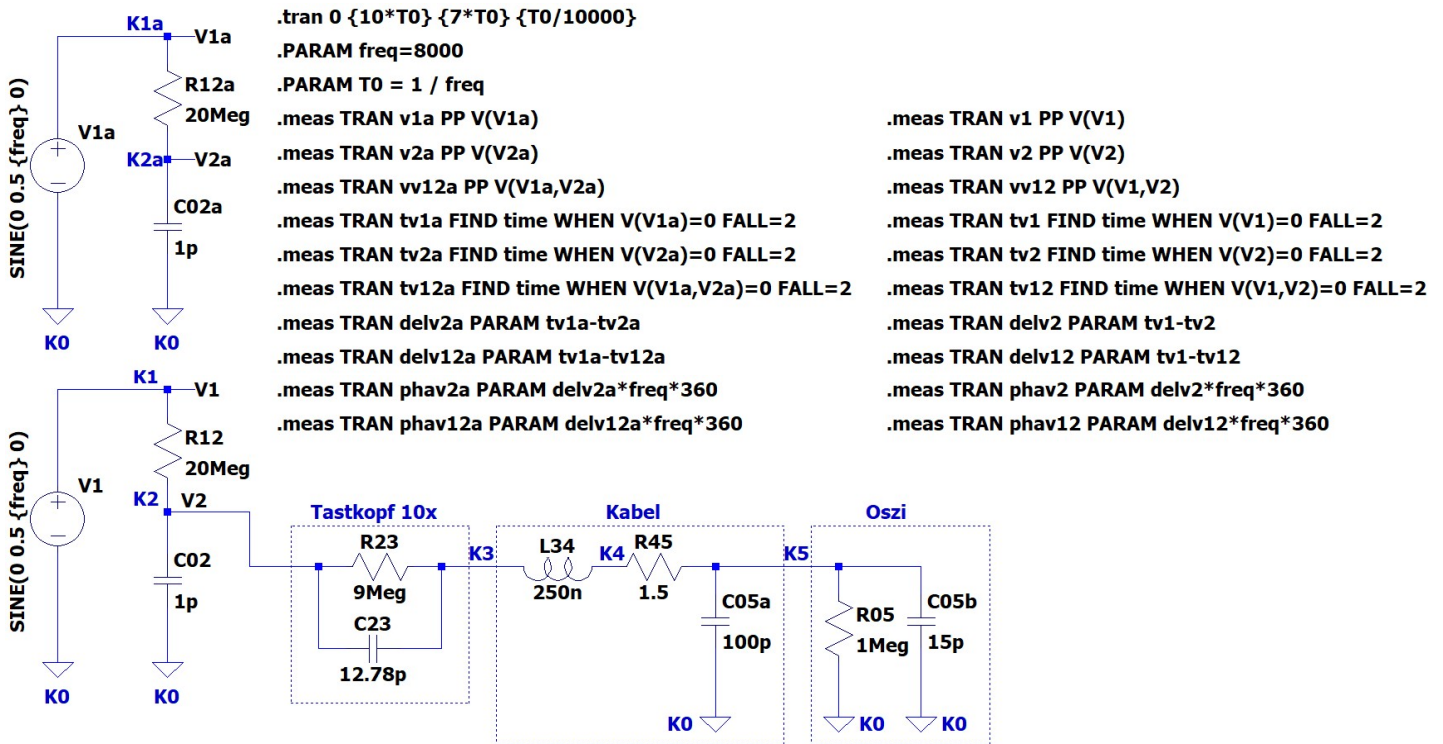


Versuch mit R und C Sinus Berechnung



v1a: PP(V(V1a))=0.99998318361
 v2a: PP(V(V2a))=0.705183839646
 vv12a: PP(V(V1a,V2a))=0.708975751501
 tv1a: time=0.000187499601332
 tv2a: time=0.00020317824365
 tv12a: time=0.000171919431456
 delv2a: tv2a-tv1a=1.56786423177e-05
 delv12a: tv12a-tv1a=-1.55801698761e-05
 phav2a: delv2a*freq*360=45.1544898749
 phav12a: delv12a*freq*360=-44.8708892433

v1: PP(V(V1))=0.99998318361
 v2: PP(V(V2))=0.0773912752604
 vv12: PP(V(V1,V2))=0.984902535085
 tv1: time=0.000187499601332
 tv2: time=0.000214086319843
 tv12: time=0.00018597975751
 delv2: tv2-tv1=2.65867185102e-05
 delv12: tv12-tv1=-1.51984382205e-06
 phav2: delv2*freq*360=76.5697493094
 phav12: delv12*freq*360=-4.3771502075

Messdaten:

R12 := 20 MΩ

F0 := 8 kHz

V1pp := 999,9831 mV

V2pp := 77,3913 mV

phase := 76,5697 °

V2ppa := 705,1838 mV

phasea := 45,1545 °

Die restlichen Größen:

R23 := 9 MΩ

R45 := 1,5 Ω

R05 := 1 MΩ

C02 := 1 pF

$$ZC02(f) := \frac{-i}{\omega_0(f) \cdot C02}$$

C05a := 100 pF

$$ZC05a(f) := \frac{-i}{\omega_0(f) \cdot C05a}$$

C23 := 12,78 pF

$$ZC23(f) := \frac{-i}{\omega_0(f) \cdot C23}$$

C05b := 15 pF

$$ZC05b(f) := \frac{-i}{\omega_0(f) \cdot C05b}$$

L34 := 250 nH

$$ZL34(f) := i \cdot \omega_0(f) \cdot L34$$

Sinus-Schwingung aus einem Signalgenerator, bzw. von einem Computer mit einem externen USB-Audio-Interface (steinberg UR22C, 192 kHz Samplingrate, 24-Bit) erzeugt. Der Winkel φ_v ist zu -90° gewählt, damit die Schwingung derr LTspice-Simulation entsprechend liegt.

$$\omega_0(f) := 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$\varphi_v := -90^\circ$$

$$V_1(t; f) := \frac{V_{1pp}}{2} \cdot e^{i \cdot (\omega_0(f) \cdot t + \varphi_v)}$$

Zusammenstellung der Übertragungsfunktionen:

$$Z_{Oszi}(f) := \frac{R_{05} \cdot Z_{C05b}(f)}{R_{05} + Z_{C05b}(f)}$$

$$Z_K(f) := \frac{(R_{45} + Z_{L34}(f)) \cdot Z_{C05a}(f)}{R_{45} + Z_{L34}(f) + Z_{C05a}(f)}$$

$$Z_{TK}(f) := \frac{R_{23} \cdot Z_{C23}(f)}{R_{23} + Z_{C23}(f)}$$

$$Z_{CH}(f) := Z_{Oszi}(f) + Z_K(f) + Z_{TK}(f)$$

Die Größe "ZCH" ist nur abhängig von Frequenz, Oszi, Kabel und Tastköpfen, also unabhängig von R1 und C1!

Es gilt:

$$V_{2zV1}(f) := \frac{Z_{C02}(f) \cdot Z_{CH}(f)}{R_{12} \cdot (Z_{C02}(f) + Z_{CH}(f)) + Z_{C02}(f) \cdot Z_{CH}(f)}$$

$$V_2(t; f) := V_1(t; f) \cdot V_{2zV1}(f)$$

Rückrechnung mit den Messdaten

$$V_{1z2a} := \frac{V_{1pp}}{V_{2ppa}} \cdot e^{i \cdot \text{phasea}} = 1,000002 + 1,00541 \cdot i$$

$$Z_{C02a} := \frac{R_{12}}{V_{1z2a} - 1} = (0,0493 - 19892,3789 \cdot i) \text{ k}\Omega$$

$$C_{02a} := \frac{-i}{2 \cdot \pi \cdot F_0 \cdot Z_{C02a}} = (1,0001 - 2,4792 \cdot 10^{-6} \cdot i) \text{ pF} \quad |C_{02a}| = 1 \text{ pF} \quad \text{Re}(C_{02a}) = 1,0001 \text{ pF}$$

unter Berücksichtigung von Oszi und Tastköpfen

$$V_{1z2} := \frac{V_{1pp}}{V_{2pp}} \cdot e^{i \cdot \text{phase}} = 3,001092 + 12,567779 \cdot i$$

$$\frac{1}{V_{2zV1}(F_0)} = 4,7639 + 9,3461 \cdot i$$

$$Z_{C02} := \frac{R_{12}}{\frac{1}{V_{2zV1}(F_0)} - \frac{R_{12}}{Z_{CH}(F_0)} - 1} = (1,7376 \cdot 10^{-11} - 19894,3679 \cdot i) \text{ k}\Omega$$

$$C_{02} := \frac{-i}{2 \cdot \pi \cdot F_0 \cdot Z_{C02}} = (1 - 8,734 \cdot 10^{-16} \cdot i) \text{ pF} \quad |C_{02}| = 1 \text{ pF} \quad \text{Re}(C_{02}) = 1 \text{ pF}$$

Diagramm

$$T_0 := \frac{1}{F_0}$$

$$V_{2z1a} := \frac{1}{V_{1z2a}}$$

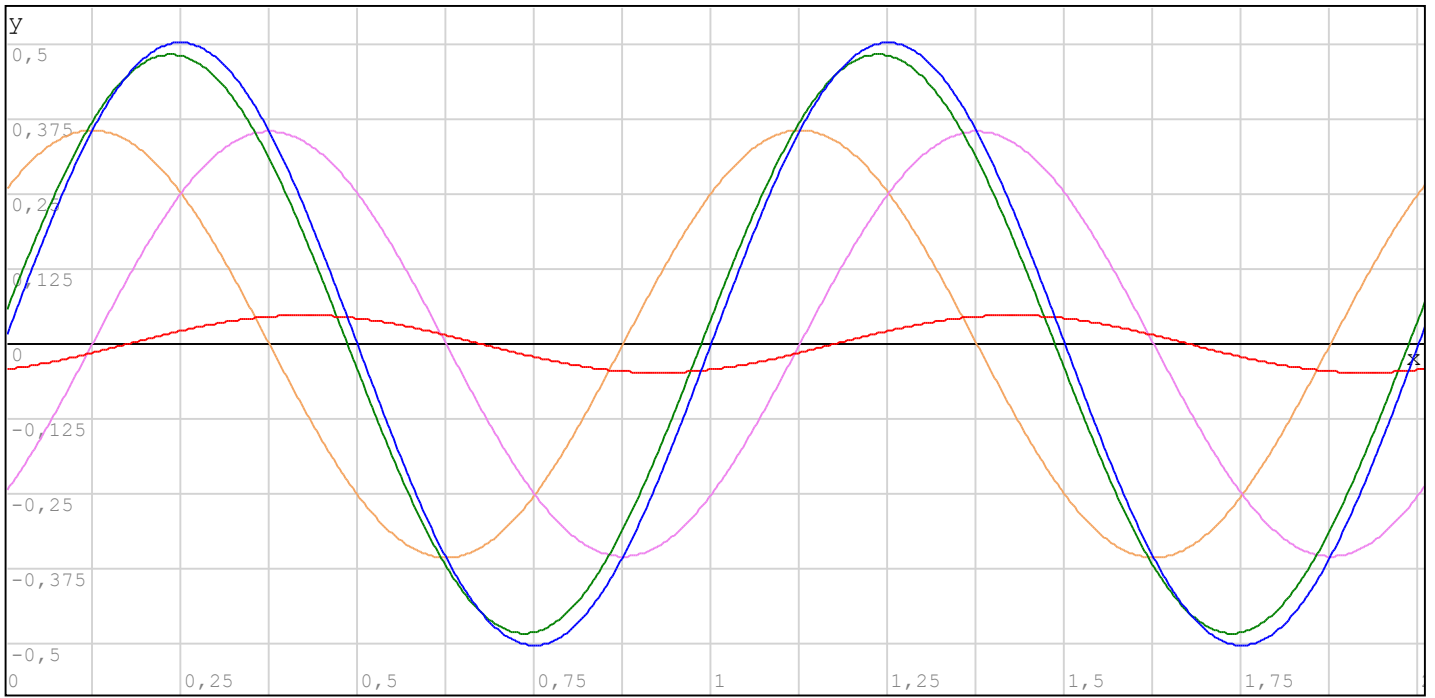
$$V_{2a}(t; F_0) := V_1(t; F_0) \cdot V_{2z1a}$$

$$V_{2z1}(F_0) := \frac{Z_{C02} \cdot Z_{CH}(F_0)}{R_{12} \cdot (Z_{C02} + Z_{CH}(F_0)) + Z_{C02} \cdot Z_{CH}(F_0)}$$

$$V_2(t; F_0) := V_1(t; F_0) \cdot V_{2z1}(F_0)$$

$$V_{12a}(t; F_0) := V_1(t; F_0) - V_{2a}(t; F_0)$$

$$V_{12}(t; F_0) := V_1(t; F_0) - V_2(t; F_0)$$



```

    {
    Re ( V1 ( x · T0 ; F0 ) )
    Re ( V2 ( x · T0 ; F0 ) )
    Re ( V12 ( x · T0 ; F0 ) )
    Re ( V2a ( x · T0 ; F0 ) )
    Re ( V12a ( x · T0 ; F0 ) )
    }
    
```

LTspice - Diagramm

