

Betrachtung eines doppelten ZOBEL-TP mit Dämpfungswiderstand über einen Trennverstärker verkettet--- 6. Mai 2007 Ingenieurbüro Baumann, Dorsten

- `reset():DIGITS:=32:ta:=time():w:=2*PI*f:a0:=4:`
- `m:=sqrt(1-(fr1/fp1)^2):`
- `R:=50:fr1:=30e6:fp1:=40e6:wg:=2*PI*fr1:Rd:=2e2:`
- `C1:=(1+m)/0.8/R/2/PI/fr1:`
- `C2:=(1-m^2)/2/m/0.8/R/2/PI/fr1:`
- `L1:=2*m*0.8*R/2/PI/fr1:`
- `C3:=m/0.8/R/2/PI/fr1:`

die Schaltelemente C1/pF, C2/pF, L1/nH, C3/pF

- `float(C1/1e-12);float(C2/1e-12);float(L1/1e-9);float(C3/1e-12);`

220.3550357740361943575835487749

56.395232055507909353687408120017

280.72293289852825989391065375297

87.725916530790081216847079297804

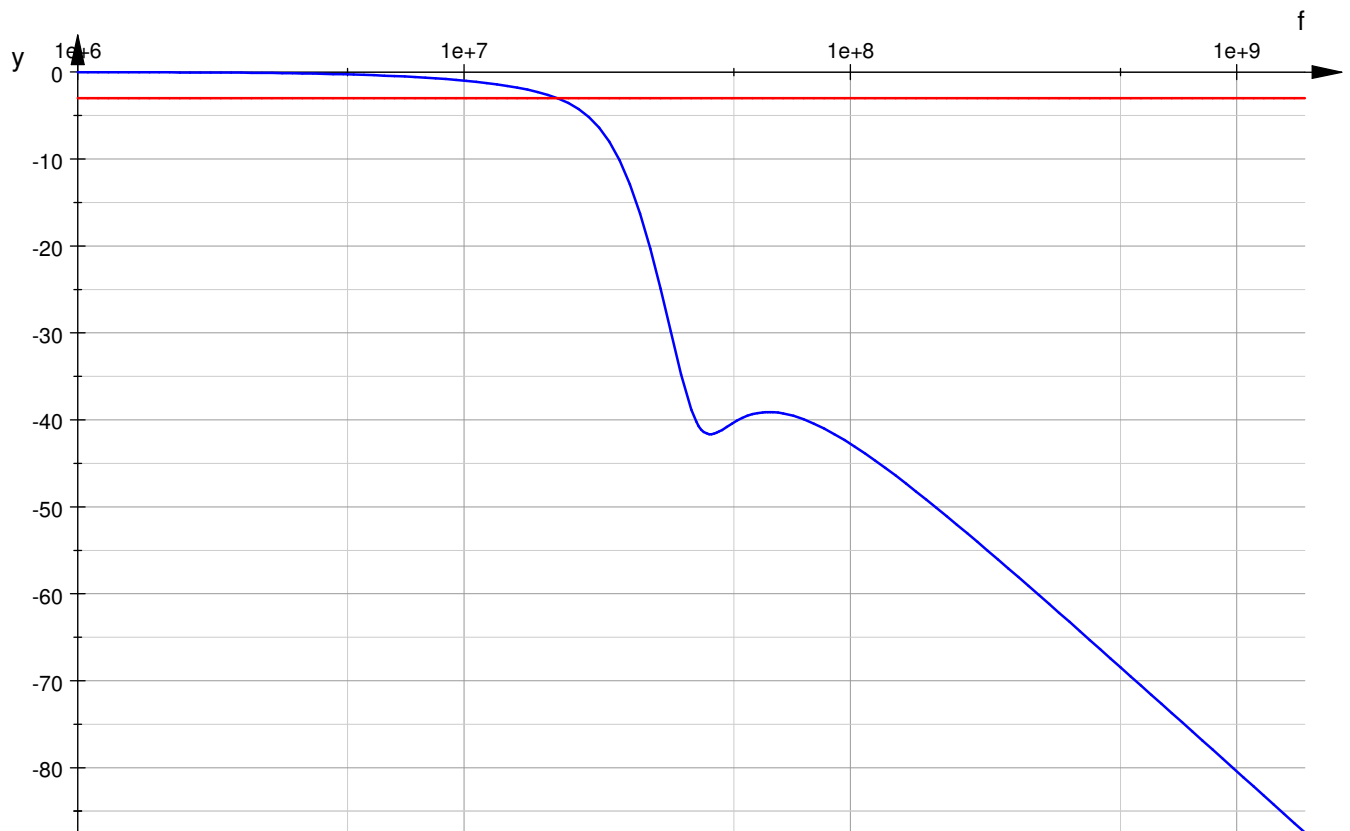
Berechnung der Übertragungsfunktion, des Phasenverlaufs und der Gruppenlaufzeit des ZOBEL-Filters

- `Z1:=1/(1/R+I*w*C3):`
- `Z2:=1/(1/I/w/L1+I*w*C2+1/Rd):`
- `U2U0:=(f)->a0*(1/(1+(I*w*C1+1/(Z1+Z2))*R)*Z1/(Z1+Z2))^2:`
- `U2U0dB:=(f)->20*log(10,abs(U2U0(f))):`
- `Winkel:=(f)->180/PI*arg(U2U0(f)):`
- `tg:=(f)->-diff(Winkel(f),f)/360:`

Betrag der Übertragungsfunktion des 2-fach-ZOBEL-Filters in dB, doppelt logarithmisch

- `plotfunc2d(U2U0dB(f), -3.01, f=1e6..50*fr1, LegendVisible=FALSE, GridVisible=TRUE, SubgridVisible=TRUE, CoordinateType=LogLin, Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm, Header="Amplitudenfunktion"):`

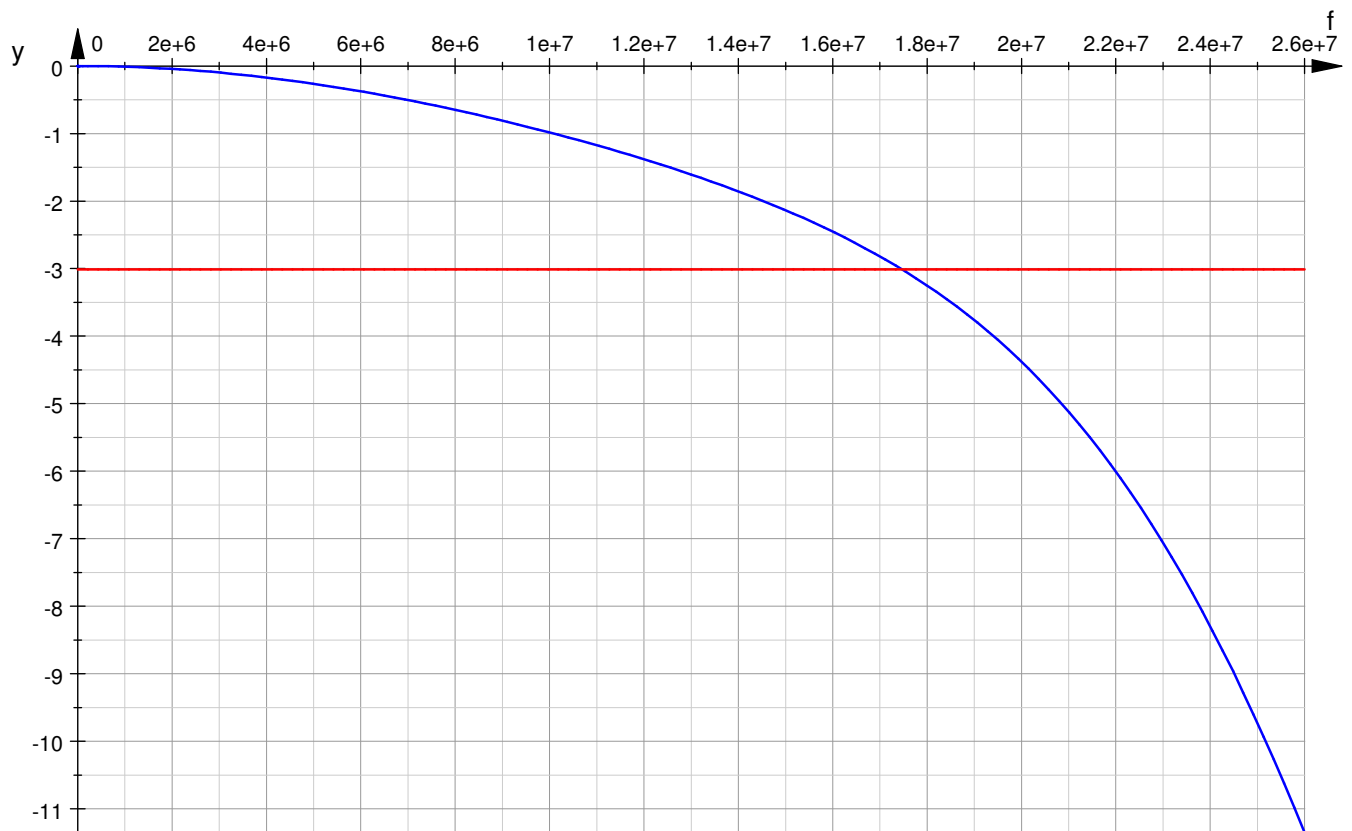
Amplitudenfunktion



vergrößerter Ausschnitt aus dem Betrag der Übertragungsfunktion des 2-fach-ZOBEL-Filters

- `plotfunc2d(U2U0dB(f), -3.01, f=0..26e6, LegendVisible=FALSE, GridVisible=TRUE, SubgridVisible=TRUE, Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm, Header="Vergrößerung Amplitudenfunktion"):`

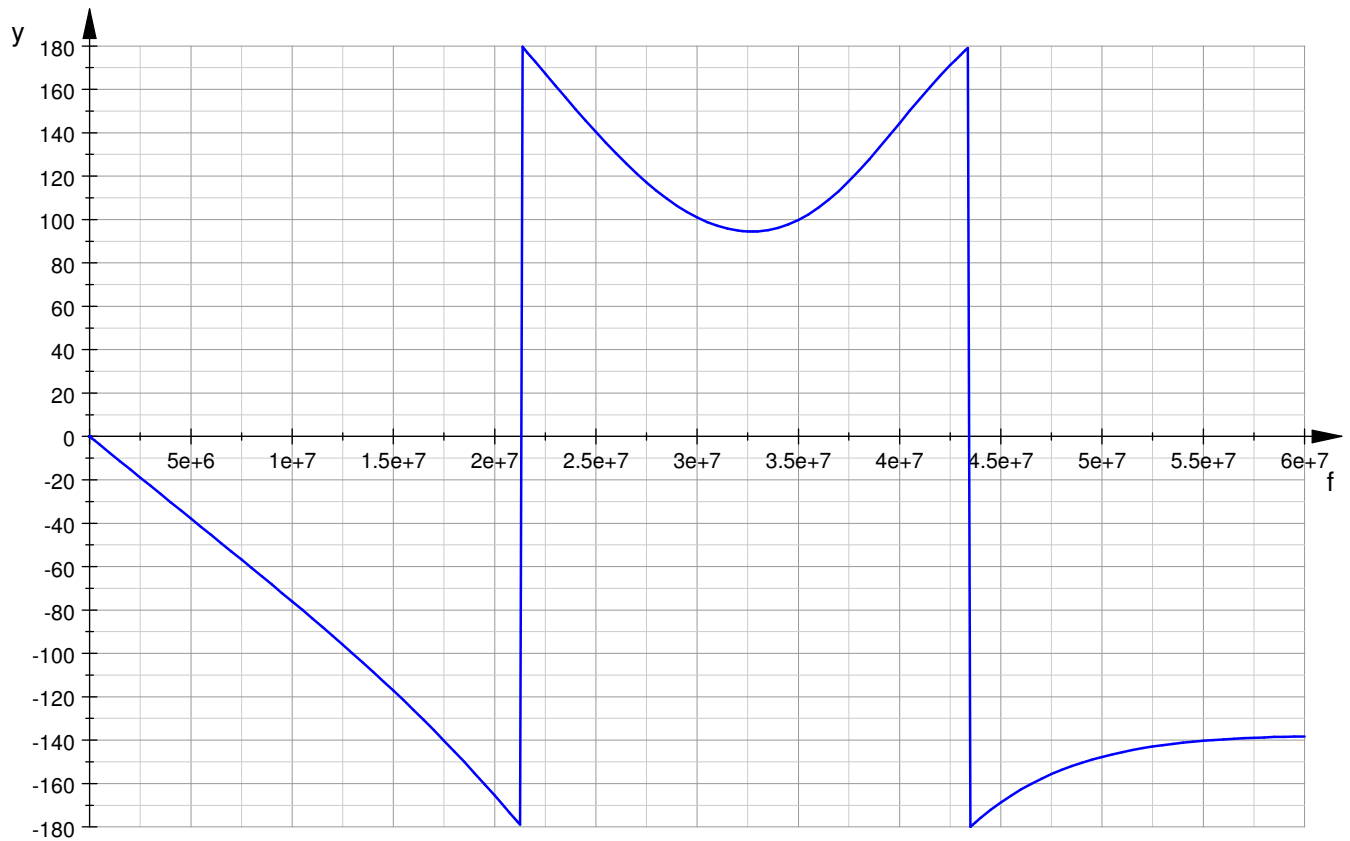
Vergößerung Amplitudenfunktion



Phasenverlauf des 2-fach-ZOBEL-Filters

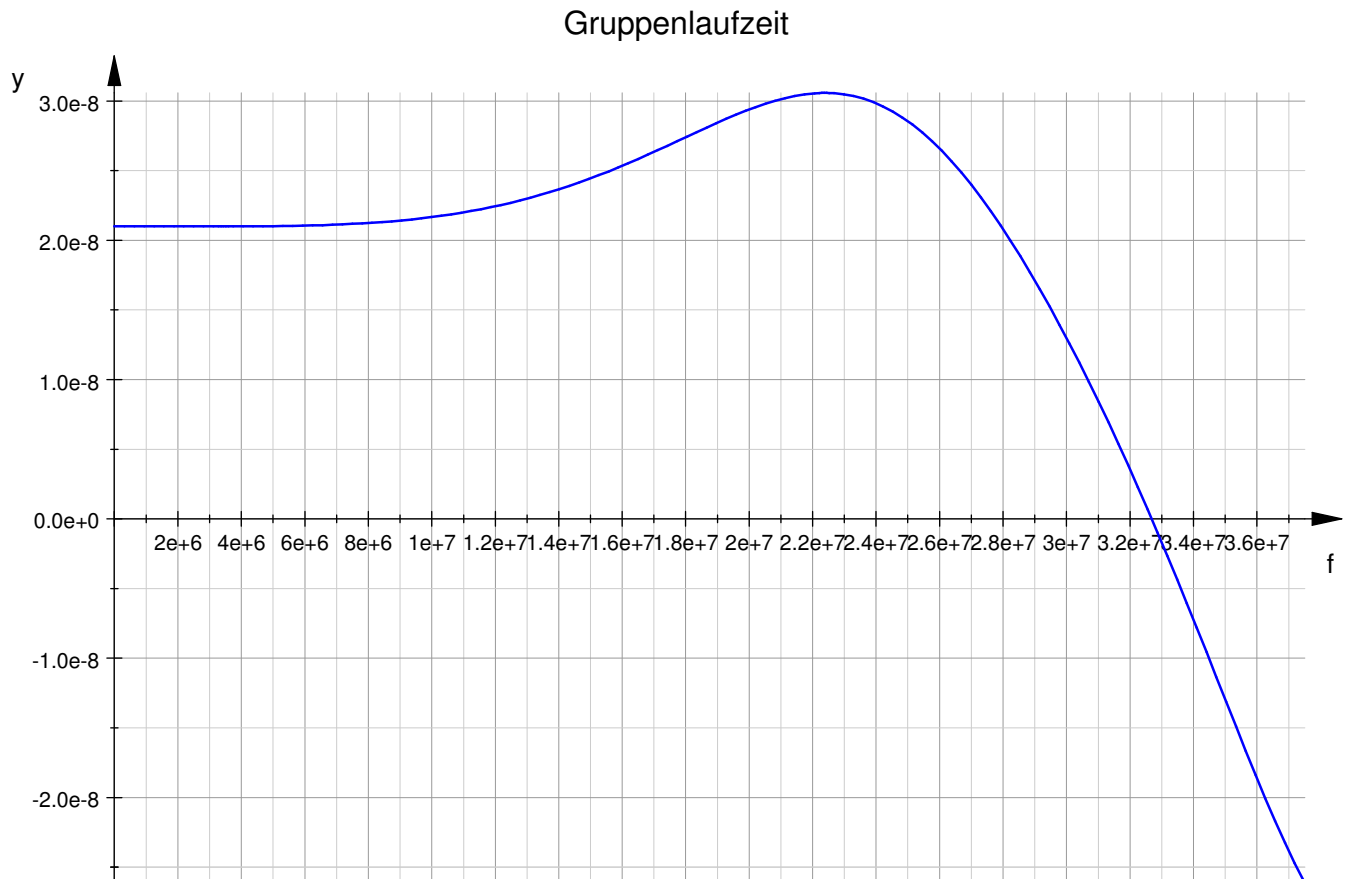
- `plotfunc2d(Winkel(f), f=0..60e6, LegendVisible=FALSE, GridVisible=TRUE, SubgridVisible=TRUE, Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm, Header="Phasenfunktion"):`

Phasenfunktion



Gruppenlaufzeit des 2-fach-Filters

- `plotfunc2d(tg(f), f=0..37.5e6, LegendVisible=FALSE, GridVisible=TRUE, SubgridVisible=TRUE, Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm, Header="Gruppenlaufzeit"):`

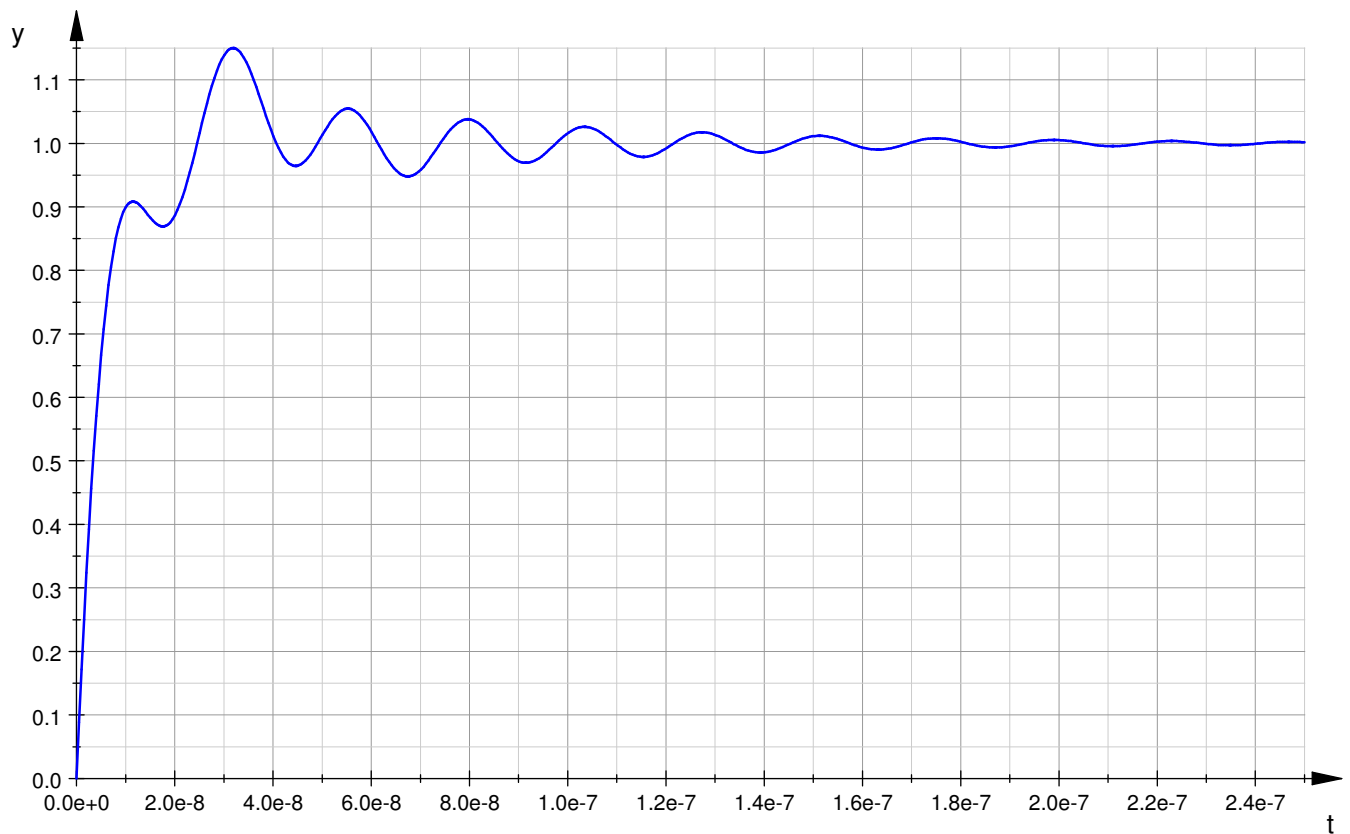


- delete p,w:
- $Z1:=1/(1/R+I*p*C3)$:
- $Z2:=1/(1/p/L1+p*C2+1/Rd)$:
- $Z10:=1/(1/R+p*C5)$:
- $Z20:=p*L2$:
- $T:=(p) \rightarrow 1/(1+(p*C1+1/(Z1+Z2))*R)*Z1/(Z1+Z2)^2$:
- $TN:=(p) \rightarrow \text{denom}(T(p))$: $TZ:=(p) \rightarrow \text{numer}(T(p))$:

die Berechnung der Pol-Nullstellen

- $\text{Null}:=\text{numeric}::\text{solve}(TZ(p)=0,p)$: $\text{Pol}:=\text{numeric}::\text{solve}(TN(p)=0,p)$: $\text{NullN}:=\text{nops}(\text{Null})$: $\text{PolN}:=\text{nops}(\text{Pol})$:
- delete i: $\text{PolyZ}:=\text{product}(p-\text{Null}[i], i=1..\text{NullN})$:
- delete i: $\text{PolyN}:=\text{product}(p-\text{Pol}[i], i=1..\text{PolN})$:
- $ua:=(t) \rightarrow 45381309.1444596*\text{Re}(\text{transform}::\text{invlaplace}(a0/p*\text{PolyZ}(p)/\text{PolyN}(p), p, t))$:
- $\text{plotfunc2d}(ua(t), t=0..10/fp1, \text{LegendVisible}=\text{FALSE}, \text{GridVisible}=\text{TRUE}, \text{Mesh}=500, \text{AdaptiveMesh}=4, \text{SubgridVisible}=\text{TRUE}, \text{Height}=120*\text{unit}::\text{mm}, \text{Width}=180*\text{unit}::\text{mm}, \text{CoordinateType}=\text{LinLin}, \text{Header}=\text{"Sprungantwort Dämpfungs-widerstand = 200 Ohm"})$:

Sprungantwort Dämpfungswiderstand = 200 Ohm



Ausschnittsvergrößerung der Sprungantwort

Suchbereich definieren

- `anf:=0:ende:=4.5e-8:`

Überschwingen in % bei t in ns

- `maximum:=op(numeric::solve(diff(ua(t),t)=0,t=anf..ende,RestrictedSearch),1):`

- `(ua(maximum)-1)*100;maximum/1e-9;`

14.999888586809160164440790860622

31.860955464919151414109437601888

to für $ua(t)=1/2$ in ns

- `tx:=op(numeric::solve(Re(ua(t))=1/2,t=0..maximum,RestrictedSearch),1):tx/1e-9;`

3.3677810143875966847311448276567

die Einschwingzeit tau in ns und die daraus resultierende Grenzfrequenz in MHz

- `m:=ua'(t):t:=tx:m:=float(m):delete t:yt:=t->1/2-m*(tx-t):`
- `tau:=op(solve(yt(t)=1,t),1)-op(solve(yt(t)=0,t),1):tau/1e-`

```
9;1/2/tau/1e6;
```

```
8.5900963117993684312229280717066
```

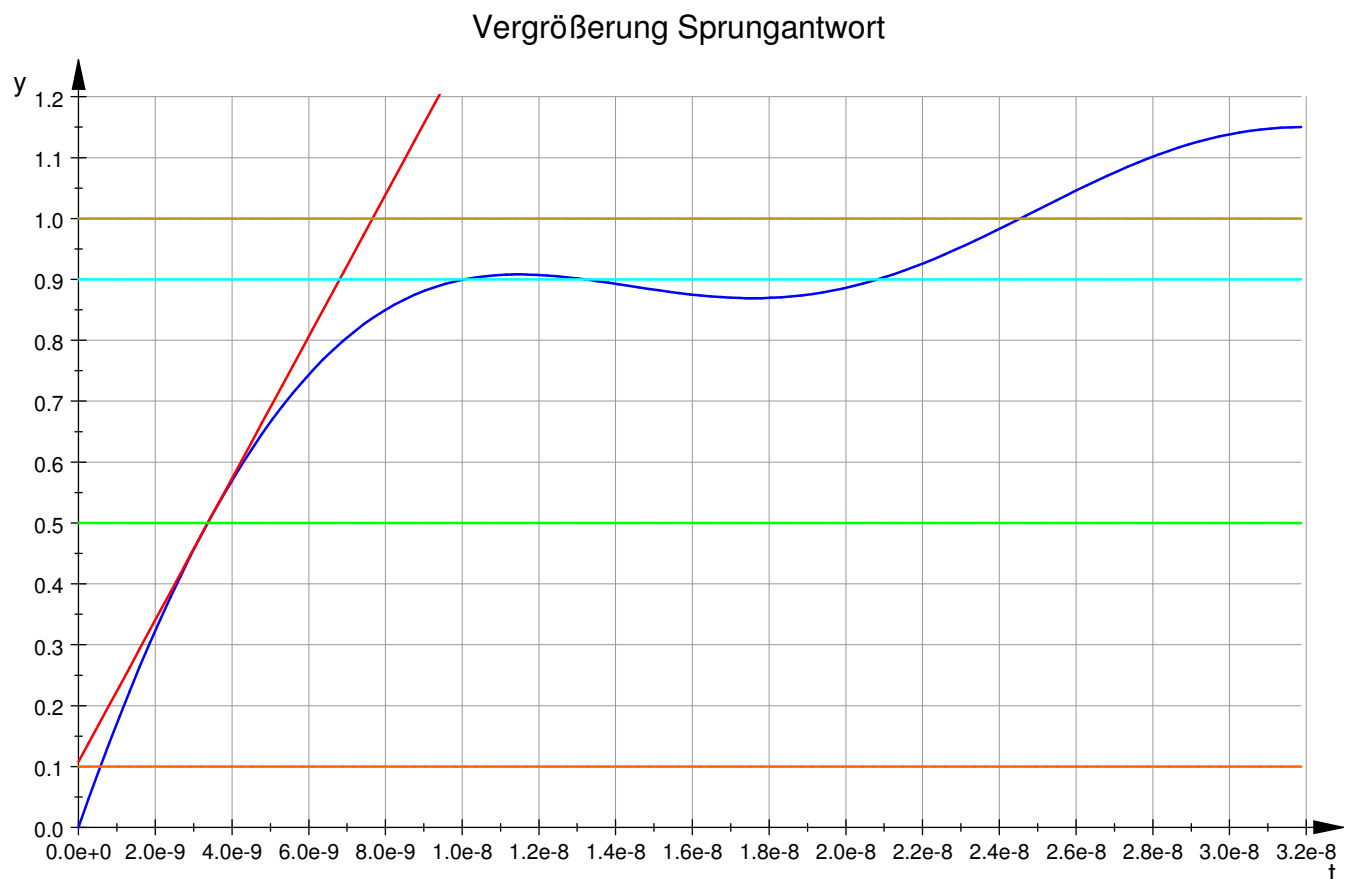
```
58.206565078112022274698140226534
```

tr, Rise-Time in ns

- ```
ende:=1.2e-8;tr:=op(numeric::solve(ua(t)=9/10,t=anf..ende,RestrictedSearch),1)-op(numeric::solve(ua(t)=1/10,t=anf..ende,RestrictedSearch),1):tr/1e-9;
```

```
9.4811263050090244139781090187546
```

- ```
plotfunc2d(ua(t), yt(t), 1/2, 1, 1/10, 9/10, t=0..maximum, LegendVisible=FALSE, CoordinateType=LinLin, GridVisible=TRUE, SubgridVisible=FALSE, Height=120*unit::mm, Width=180*unit::mm, Header="Vergrößerung Sprungantwort", YRange=0..1.2):
```



CPU-Zeit

- ```
te:=time():float((te-ta)/1000);float((te-ta)/1000/60);
```

