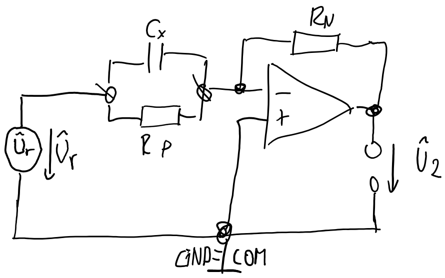
TEST4

Sunday, December 1, 2024 14:25

Příklady z moodlu

23. Určete kapacitu C_X a ztrátový činitel $\mathrm{tg}\delta_X$ kondenzátoru, zapojeného dle obrázku Hodnoty prvků a naměřené hodnoty: R_N = 10 kΩ, U_1 = 10 V, Re$\mathbf{U}_2$ = -0,4 V Im$\mathbf{U}_2$ = -5,2 V, f = 10 kHz.
[C_X = 827,6 pF, $\mathrm{tg}\delta_X$ = 0,077] ŘEŠENÍ



$$R_N = 10k\Omega$$
$$U_r = U_1 = 10V$$
$$Re\,\hat{U}_2 = -0{,}4V$$
$$Im\,\hat{U}_2 = -5{,}2V$$
$$f = 10\,kHz$$

$$\hat{U}_2 = -R_N \cdot \hat{Y}_c \cdot \hat{U}_r$$

$$Y_c = G_p + j\omega C_x$$

$$\hat{U}_2 = -\left(\frac{R_N}{R_p} + j\omega R_N C_x\right)\hat{U}_r$$

$$Re\,\hat{U}_2 = -\frac{R_N}{R_p} U_r$$

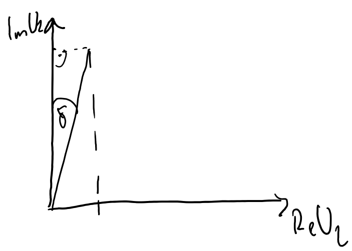
$$Im\,\hat{U}_2 = -\omega R_N C_x U_r$$

$$R_p = -\frac{R_N}{Re\,\hat{U}_2} U_r$$

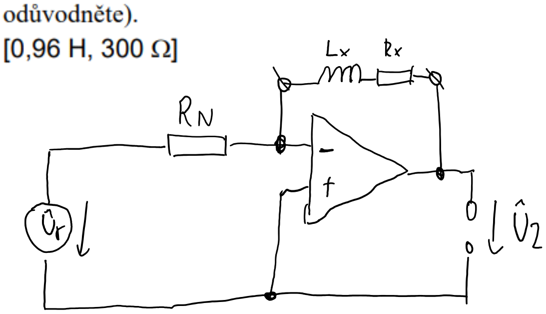
$$R_p = -\frac{10^4}{-0{,}4} \cdot 10 = \underline{250\,k\Omega}$$

$$C_x = -\frac{Im\,\hat{U}_2}{\omega R_N U_r} = -\frac{-5{,}2}{2\pi \cdot 10^4 \cdot 10 \cdot 10^4} = 828\,pF$$

$$\mathrm{tg}\,\delta_x = \frac{Re\,\hat{U}_2}{Im\,\hat{U}_2} = \frac{\frac{1}{R_P}}{\omega C_x} = \frac{-0{,}4}{-5{,}2} = 0{,}0769$$



24. Měříte parametry cívky v zapojení dle obrázku. Odvoďte vztah pro určení L_X a R_X a vypočtěte jejich velikost pro hodnoty: R_N = 10 kΩ; U_1 = 1 V; Re$\mathbf{U}_2$ = -0,03 V; Im$\mathbf{U}_2$ = -0,6 V; f = 1 kHz. Zakreslete zapojení stínění měřené impedance a rozhodněte, jak se uplatní parazitní admitance měřeného prvku vůči stínění (své rozhodnutí odůvodněte).
[0,96 H, 300 Ω]



$$\hat{U}_2 = -\frac{\hat{Z}_2}{\hat{Z}_1} \cdot \hat{U}_1$$

$$\hat{Z}_1 = R_N$$

$$\hat{Z}_2 = R_x + j\omega L_x$$

$$\hat{U}_2 = -\frac{R_x + j\omega L_x}{R_N} \cdot \hat{U}_1$$

$$\hat{U}_2 = -\left(\frac{R_x}{R_N} + j\frac{\omega L_x}{R_N}\right)\hat{U}_1$$

$$\begin{cases} Re\,\hat{U}_2 = -\dfrac{R_x}{R_N} U_1 \\ Im\,\hat{U}_2 = \dfrac{\omega L_x}{R_N} U_1 \end{cases}$$

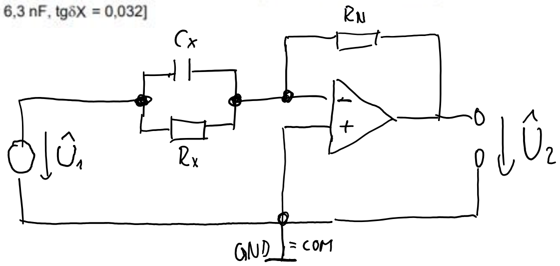
$$\boxed{\begin{aligned} R_x &= -R_N \cdot \frac{Re\,\hat{U}_2}{U_1} \\ L_x &= -\frac{R_N \cdot Im\,\hat{U}_2}{\omega\, U_1} \end{aligned}}$$

$$R_x = -10^4 \cdot \frac{-0{,}03}{1} = 300\,\Omega$$

$$L_x = -\frac{10^4 \cdot (-0{,}6)}{2\pi \cdot 10^3 \cdot 1} = 0{,}96\,H$$

Bonus: $Q = \dfrac{Im(\hat{U}_2)}{Re(\hat{U}_2)} = \dfrac{-0{,}6}{-0{,}03} = \underline{20}$

25. Měříte parametry kondenzátoru CX v zapojeni dle obrázku. Hodnoty prvků a naměřené hodnoty: RN = 10 kΩ, U1 = 10 V, ReU2 = -0,2 V, ImU2 = -6,3 V, f = 1592 Hz. Určete CX a ztrátový činitel tgδX, potřebné vztahy odvoďte. Zakreslete stínění vhodné pro měření průchozí kapacity měřeného kondenzátoru a rozhodněte, jak se uplatní parazitní admitance měřeného prvku vůči stínění (své rozhodnutí odůvodněte).
[CX = 6,3 nF, tgδX = 0,032]



Odvoz. viz 23.

$$tg\,\delta_x = \frac{Re\,\hat{U}_2}{Im\,\hat{U}_2} = \frac{-0{,}2}{-6{,}3} = \underline{\underline{0{,}032}}$$

$$C_x = \frac{-1}{\omega R_N} \cdot \frac{Im\,\hat{U}_2}{U_1} = \frac{-1}{2\pi \cdot 1592 \cdot 10^4} \cdot \frac{-6{,}3}{10} =$$

$$= 6{,}3\,nF$$

Teorie:

Svět SS(DC)

Napětí U [V]

Proud I [A]

Odpor R [Ω]

Výkon P [W]

Harmonický (=složen ze sinusovek) svět

$u = U_{max} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$ [V]

okamž. napětí; Amplituda; sinus; φ je fáze; $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ úhlová frekvence; t .. čas

$i = I_{max} \sin(\omega t + \varphi)$ [A]

Okamžité hodnoty jsou dobrý tak pro simulátor, běžný smrtelník používá fázory.

DC ∈ ℝ | AC ∈ ℂ

napětí $U \longrightarrow \hat{U}$ kompl. fázor napětí

proud $I \longrightarrow \hat{I}$ kompx. fázor proudu

odpor $R \longrightarrow \hat{Z}$ impedance

vodivost $G \longrightarrow \hat{Y}$ admitance

Jak platí základní el. tech. zákony ve světě fázorů?

DC

$$R = \frac{1}{G} \longrightarrow \hat{Z} = \frac{1}{\hat{Y}}$$

AC

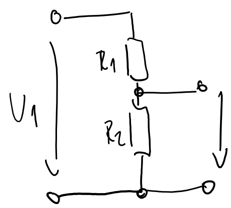
Ohmův: $U = R \cdot I = \frac{I}{G} \longrightarrow \hat{U} = \hat{Z} \cdot \hat{I} = \frac{\hat{I}}{\hat{Y}}$

Kirchhofy jsou stejné jenom mají střechu nad hlavou

DC dělič napětí

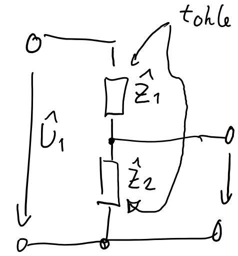
AC dělič napětí - tohle není odpor, ale impedance

DC dělič napětí



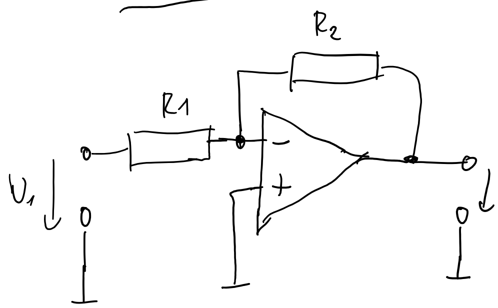
$U_2 = \frac{R_2}{R_1+R_2} U_1$

AC dělič napětí



$\hat{U}_2 = \frac{\hat{Z}_2}{\hat{Z}_1+\hat{Z}_2} \cdot \hat{U}_1$

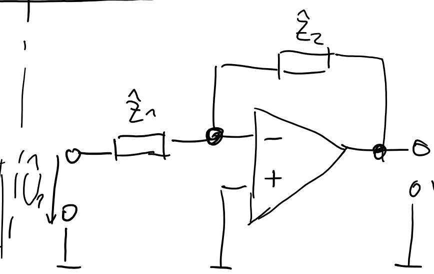
Invertující zesilovač DC



$\boxed{U_2 = -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_1}$

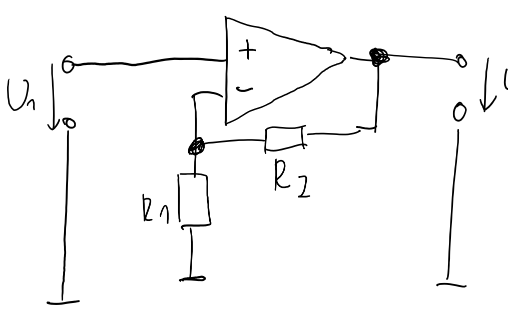
"Invertuje"

Invertující zesilovač AC



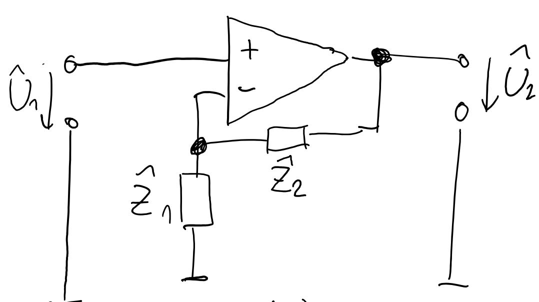
$\boxed{\hat{U}_2 = -\frac{\hat{Z}_2}{\hat{Z}_1} \hat{U}_1}$

Neinvertující zesilovač DC



$U_2 = \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right) U_1$

Neinvertující zesilovač AC



$\hat{U}_2 = \left(1+\frac{\hat{Z}_2}{\hat{Z}_1}\right) \hat{U}_1$

Tudíž harmonický svět je svět, kde dáme veličinám střechu nad hlavou a odpory R nahradíme impedancí $\hat{Z}$ (vodivosti G nahradíme admitancí $\hat{Y}$)

(Pozn.: Každá veličina ($\hat{U}, \hat{I}, \hat{Z}, \hat{Y}$) je v harmonickém světě komplexní.)

"Realita"

| Cívka | Kondenzátor |

Realita

Odpor

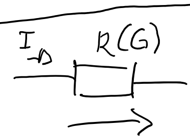
$R = \rho \cdot \frac{S}{l}$

měrná rezistivita

$\rho = \frac{1}{\sigma}$

měrná vodivost

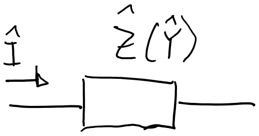
V DC světě



$U = R \cdot I = \left(\frac{I}{G}\right)$

$I = \frac{U}{R} = (G \cdot U)$

AC svět



$\hat{U} = \hat{Z} \cdot \hat{I} = \left(\frac{\hat{I}}{\hat{Y}}\right)$

Cívka

$L \approx \mu_r \mu_0 \frac{S}{l}$

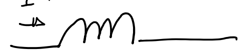
průřez magnet. obvodu

délka magnet. indukční čáry

pro různé konstrukce se vzoreček může měnit

to znáte z FY

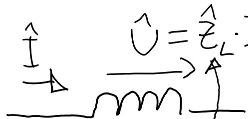
V DC světě



$U = 0V$

I

AC svět

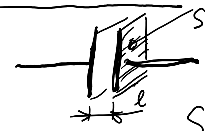


$\hat{U} = \hat{Z}_L \cdot \hat{I}$

$\hat{Z}_L = j\omega L$

(taky někdy $X_L = \omega L$ "reaktance")

Kondenzátor



$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{l}$

permitivity

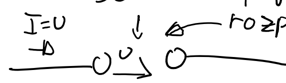
plocha desek

vzd. desek

V DC světě

U = něco reálného

DC Proud neprojde



rozpojený obvod

AC svět

$\hat{U} = \hat{Z}_C \cdot \hat{I}$

$\hat{Z}_C = \frac{1}{j\omega C}$ ← to není pěkný (zlomek)

$\hat{Y}_C = j\omega C$ ← mnohem lepší

zlo + ek

Elektronika & komunikace reference

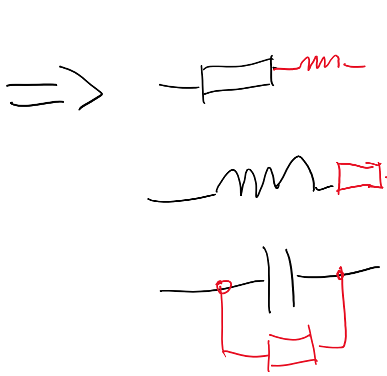
"Realita" ale není skutečný svět

Ve skutečnosti je všechno odporný ($0\Omega \leftrightarrow G\Omega$)

každý kus ~~drátu~~ vodiče má indukčnost

... věci tak mají kapacitu (ale jsou tak malé, že je každý kus ~~drátu~~ vodiče má indukčnost

když vedle sebe existují věci tak mají kapacitu (ale jsou tak malé, že je zanedbáváme)



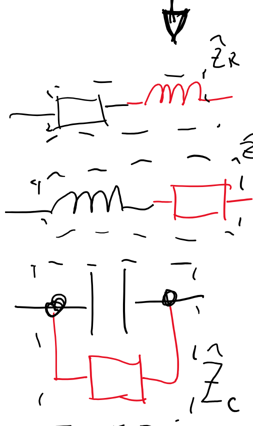
R má i L

L má i R

C má i R

tyto skutečné (nezanedbatelné) vlastnosti modelujeme pomocí náhradních paralelních a sériových schémat

---

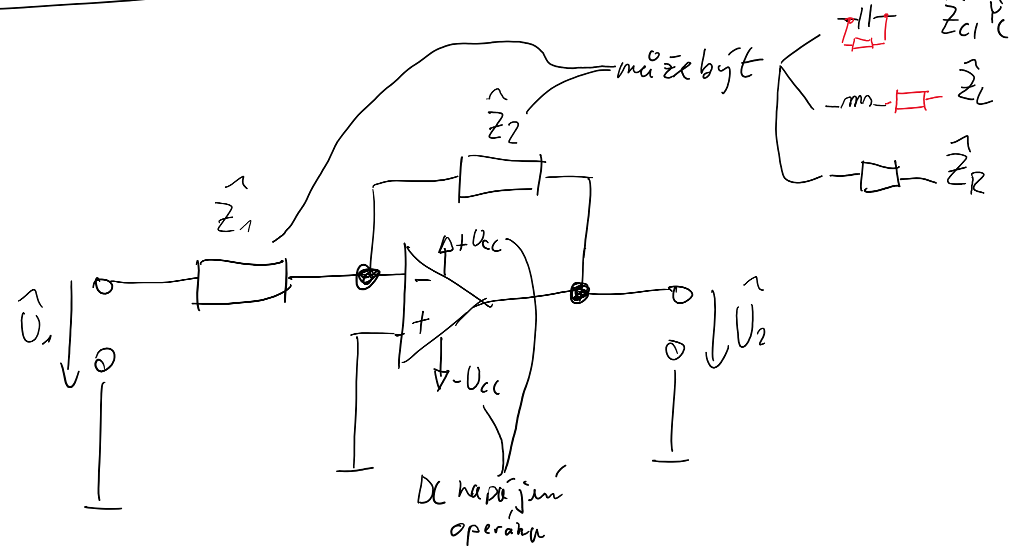


$\hat{Z}_R = R + j\omega L$ → ! ALE odpor umíme vyrobit aby parazitní L bylo minimální takže $\boxed{\hat{Z}_R = R}$

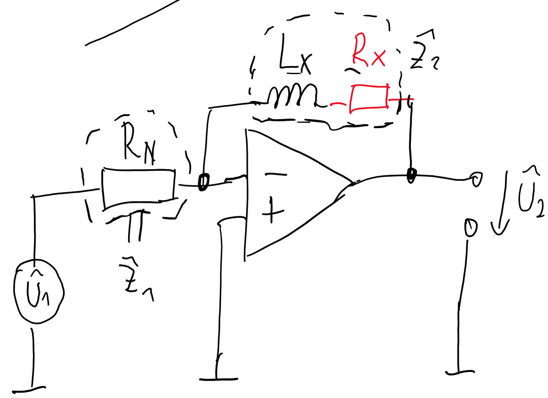
$\hat{Z}_L = j\omega L + R$

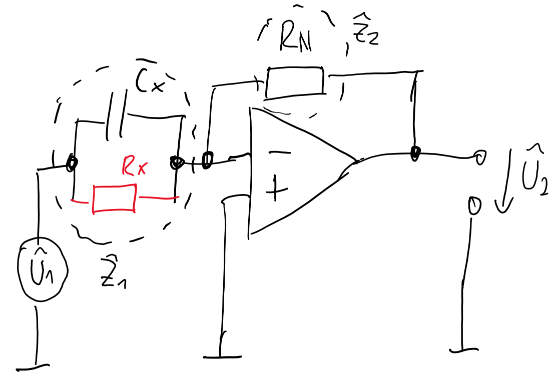
$\hat{Y}_C = j\omega C + \frac{1}{R} \quad \left(\hat{Z}_C = R + \frac{1}{j\omega C}\right)$

Skusme se podívat na invertující zesilovač v AC neideálním světě



pro účely
EMB





$$\hat{U}_2 = -\frac{\hat{Z}_2}{\hat{Z}_1}\hat{U}_1 = -\frac{R_x + j\omega L}{R_N}\hat{U}_1$$

$$\boxed{L_x = -\frac{\mathrm{Im}(\hat{U}_2)}{\omega \cdot |\hat{U}_1|}\cdot R_N \qquad \omega = 2\pi f \qquad R_x = -\frac{\mathrm{Re}(\hat{U}_2)}{|\hat{U}_1|}\cdot R_N}$$

$$\hat{U}_2 = -\frac{\hat{Z}_2}{\hat{Z}_1}\cdot \hat{U}_1 = -\hat{Z}_2 \cdot \hat{Y}_1 \cdot \hat{U}_1 = -R_N \cdot \hat{U}_1 \cdot \left(\frac{1}{R_x} + j\omega C_x\right)$$

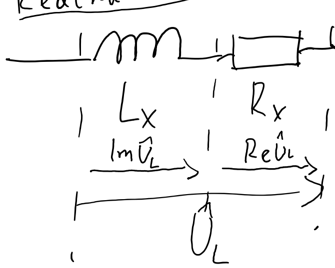
Ale $(\hat{Z}_1)^{-1} = \left(\frac{1}{\hat{Y}_1}\right)^{-1} = \hat{Y}_1$

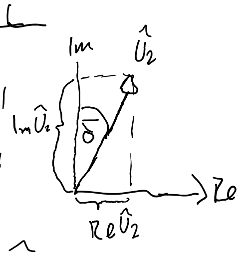
$$C_x = -\frac{\mathrm{Im}\,\hat{U}_2}{|\hat{U}_1| \cdot R_N\,\omega}$$

$$R_x = -\frac{R_N \cdot |\hat{U}_1|}{\mathrm{Re}\,\hat{U}_2}$$

Bonus: Jakost Q a ztrátový činitel $tg\,\delta$

Reálná cívka



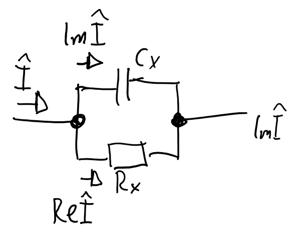


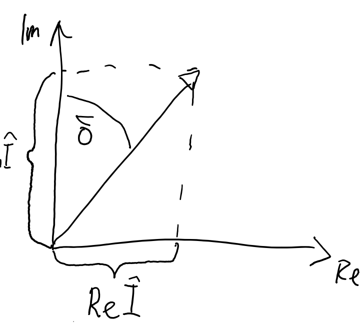
$$\mathrm{Re}\,\hat{U}_2 + j \cdot \mathrm{Im}\,\hat{U}_2 = \hat{U}_2$$

$$tg\,\delta = \frac{\mathrm{Re}\,\hat{U}_2}{\mathrm{Im}\,\hat{U}_2} = \frac{R_x}{\omega L_x}$$

$$Q = \frac{1}{tg\,\delta} = \frac{R_x}{\omega L_x}$$

Reálný kondík





$$\hat{I} = \mathrm{Re}\,\hat{I} + j\,\mathrm{Im}\,\hat{I}$$

$$tg\,\delta = \frac{\mathrm{Re}\,\hat{I}}{\mathrm{Im}\,\hat{I}} = \frac{\dfrac{\hat{U}}{R_x}}{\dfrac{\hat{U}}{\frac{1}{\omega C}}} = \frac{1}{\omega R_x C_x}$$

$Q = \frac{1}{tg\delta} = \frac{\omega L_x}{\quad}$

$tg\,\delta \quad \frac{\mathrm{Im}\,\hat{I}}{\quad} \quad \frac{\hat{U}}{\frac{1}{\omega C}} \quad \frac{\omega R_x C_x}{\quad}$