8) ZÁKLADY TEORIE EL. OBVODŮ

EL. OBVOD = KOMBINACE JEDNOTLIV. STAV. PRVKŮ

AKTIVNÍ PRVKY – MOHOU BÝT TRVALÝM ZDROJEM EL. E
PASIVNÍ – OSTATNÍ

DVOJPÓLY –
ČTYŘPÓLY – TRANSF., ELEKTRONKA, TRANZISTOR

ANALÝZA EL. OBVODU
– MÁM STRUKTURU → HLEDÁM PROUDY

SYNTÉZA
– HLEDÁNÍ KONFIGURACE
– NEJEDNOZNAČNÁ

AKTIVNÍ OBVOD
– ALESP. 1 AKTIV. PRVEK
– GALV. ČL., TERMOČL. → NE OSCILAČNÍ (KOND.)

PASIVNÍ OBVOD
– BEZ AKT. SOUČÁSTKY

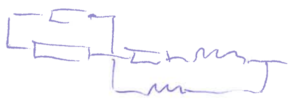
LINEÁRNÍ – JEN Z LIN. PRVKŮ → JEJICH PARAM. **NEZÁVISÍ** NA PROTÉKAJÍCÍM PROUDU
NELINEÁRNÍ – CÍVKA NA FEROMAG. JÁDRU
↳ REZISTOR SPLŇ. OHMA
KDYŽ NEBERU V POTAZ JOUL. TEPLO

ČASOVÁ ZÁV. ELEKTROMOT. NAPĚTÍ → STEJNOSMĚRNÝ – ČASOVĚ NEZÁV. POLE
STŘÍDAVÉ – HARMONICKY

STAV – USTÁLENÝ / NEUSTÁLENÝ – I VE STEJN. OBVODU MOHOU BÝT PO ZAPNUTÍ PROUDY PROM, PAK
→ VŽDY PŘI VÝKYVECH JINAK

→ I OBVODY S NESINUS. PRŮBĚHEM

– ZNÁZORNĚNÍ OBVODU → SCHEMA vs KOSTRA



– UZEL, VĚTEV, SMYČKA

ZÁKL. VLASTNOSTI
– PODLE POČTU SVOREK

DVOJPÓL
– NEJJEDNOD. TYP STAV. PRVKU
– ÚPLNĚ POPSANÉ VLASTNOSTI KDYŽ ZNÁM ZÁV U NJ ⇒ CHARAKTERISTICKÁ FUNKCE DVOJPÓLU
i $U(t) \sim I(t)$

8.1.2 ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI EL. DVOJPOLŮ A ČTYŘPOLŮ

– NEJČAST. PRVKY

DVOJPOL

– NEJJEDNODUŠÍ, VLASTNOSTI ÚPLNĚ POPSÁNY KDYŽ VÍM I a U
– U a I **MOHOU BÝT** ZÁV NA t

CHARAKTERISTICKÁ FCE DVOJPOLU

$$F\left(I, \frac{dI}{dt}, \dots \frac{d^nI}{dt^n}; U, \frac{dU}{dt}, \dots \frac{d^nU}{dt^n}\right) = 0$$

– KDYŽ CHAR FCE MÁ TVAR **LIN.** KOMBINACE → **LINEÁRNÍ** DVOJPOL (VODIČ SPLŇ. **OHMA**)

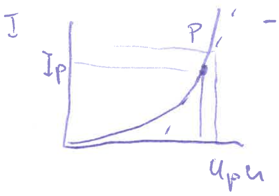
JINÝ → NELINEÁRNÍ DVOJPOL

$U_L = L\frac{dI_L}{dt}$ $\quad I_C = C\frac{dU_C}{dt}$ $\quad U = IR \to \frac{dQ}{dt}R =$ $\quad C = \frac{Q}{U}$

– REZISTOR = ODPOROVÝ DVOJPOL $\quad F(I,U)=0$

$U = f_1(I)$ RESP $I = f_2(U)$

→ VOLTAMPÉROVÁ CHARAKTERISTIKA → ANALYTICKY / → GRAFEM



– PRAXE → HODNOTY U, I SE NACHÁZÍ V OBLASTI **PRACOVNÍHO BODU P**

→ CHAR. MOHU V OKOLÍ BODU **LINEARIZOVAT**
→ PAK POVAŽUJI PŘIBL. ZA LINEÁRNÍ

I_P, U_P ... PRAC. BOD

$\to \Delta U = \left(\frac{dU}{dI}\right)_P \Delta I = R_d \Delta I$

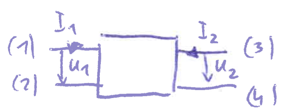
R_d ... DYNAMICKÝ ODPOR V DANÉM BODĚ
$R_d = \left(\frac{dU}{dI}\right)_P$

→ NAHRAZ. CHARAKTERISTIKU DVOJPOLU **TEČNOU** K **P**

G_d ... DYN. VODIVOST $\quad \boxed{\Delta I = G_d \Delta U}$

ČTYŘPOL

– DVĚ DVOJICE SVOREK → VSTUPNÍ / → VÝSTUPNÍ



$F_1(U_1, I_1, U_2, I_2) = 0$
$F_2(U_1, I_1, U_2, I_2) = 0$

→ ODVODÍM

– ODPOROVÝ ČTYŘPOL
– ME (1)–(4) MUSÍ EXIST. VZÁJEMNÉ VZTAHY

POPSÁNO „**h-ROVNICEMI**" (HYBRIDNÍCH ROVNIC)

$U_1 = h_1(I_1, U_2)$
$I_2 = h_2(I_1, U_2)$

„**y-ROVNICE**" (ADMITANČNÍ ROVNICE)

$I_1 = y_1(U_1, U_2)$
$I_2 = y_2(U_1, U_2)$

– PRO NELINEÁRNÍ → EMPIRICKY

– EMPIRICKY – MĚŘÍME 2 → TŘETÍ POVAŽUJI ZA PARAMETR

– **PRACOVNÍ BOD ČTYŘPÓLU**

– SOUBOR VZÁJ. VYHOVUJ. OBVOD. VELIČIN u_1, I_1, u_2, I_2 KTERÉ VYHOVUJÍ CHAR. ROVNICÍM !

↓

K JEDNOZNAČ. URČENÍ → MUSÍM ZADAT 2 → ZBÝVAJÍCÍ Z CHAR RCE

– HODNOTY VSTUP A VÝSTUP HODNOT SE TROCHU ODLIŠUJÍ OD TĚCH V PRAC. BODU „KLIDOVÉMU PRAC. BODU"

L PAK LINEARIZUJI

L ODCHYLKY du_1, dI_1, du_2, dI_2 → VYJÁDŘÍM JAKO **TOTÁL. DIFERENC.** CHAR. ROVNIC

$$\Rightarrow \quad du_1 = h_{11}\, dI_1 + h_{12}\, du_2$$
$$dI_2 = h_{21}\, dI + h_{22}\, du_2$$

⇒ PARAMETRY h
U+I

$h_{11} \left(\frac{\partial u_1}{\partial I_1}\right)_P$ $\quad h_{12} \left(\frac{\partial u_1}{\partial u_2}\right)_P$

$h_{21} \left(\frac{\partial I_2}{\partial I_1}\right)$ $\quad h_{22}\ \frac{\partial I_2}{\partial u_2}$

⇒ ALTERNATIVNĚ $\quad I \sim U$ – y

$$dI_1 = y_{11}\, du_1 + y_{12}\, du_1$$
$$dI_2 = y_{21}\, du_2 + y_{22}\, du_2$$

→ PAK ZÍSKÁM PARAMETRY y (OBDOBNÉ)

$y_{11} = \left(\frac{\partial I_1}{\partial u_1}\right.$ $\quad y_{12} = \left(\frac{\partial I_1}{\partial u_2}\right)$ $\quad y_{21}\ \frac{\partial I_2}{\partial u_1}$ $\quad y_{22} = \frac{\partial I_2}{\partial u_2}$

– EXISTUJÍ **VZÁJEMNÉ** RELACE MEZI PARAMETRY !

– PARAM. h a y POPISUJÍ VLASTNOSTI NELIN. ČTYŘPÓLU V BEZPROSTŘ. OKOLÍ KLID. PRAC. BODU

– KDYŽ MÁM **LINEÁRNÍ** → **PLATÍ CHAR RCE** !

h... MÁ HYBRIDNÍ (SMÍŠENÝ ROZMĚR)

y → MAJÍ VŠECHNY ROZMĚR ADMITANCE

8.2 STEJNOSMĚRNÉ A STŘÍDAVÉ LIN. OBVODY V USTÁL. TVARU

~~u, I NA SOUČÁSTKÁCH~~

OHMŮV ZÁKON + KIRCHHOF PRO KOMPLEX. SYMBOLIKU

KDYŽ PROUD PŘEDBÍHÁ NAP. O $\pi/2$

I, U NA R, L, C SOUČÁSTKÁCH

↓ MUSÍ MÍT **HARMON. PRŮBĚH** !

MUSÍ SPLŇOVAT $\boxed{I = \frac{1}{R} U}$ OHM $\wedge$

$\bar{I} e^{i\varphi}$

$$\boxed{\begin{aligned} \hat{U}(t) &= U_0\, e^{i(\omega t + \varphi_u)} = \bar{U} e^{i\omega t} \\ \hat{I}(t) &= I_0\, e^{i(\omega t + \varphi_I)} = \bar{I} e^{i\omega t} \end{aligned}}$$!

PAK DOSTANU

$$U_R(t) = R I_{R,0} \cos(\omega t + \varphi_I) = U_{R,0} \cos(\omega t + \varphi_I)$$

$$I_C(t) = \omega C I_{C,0} \cos\left(\omega t + \varphi_{uc} + \frac{\pi}{2}\right) = U_{C,0} \cos\left(\omega t + \varphi_{uc} + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$U_L(t) = \omega L I_{L,0} \cos\left(\omega t + \varphi_{I_L} + \frac{\pi}{2}\right) = U_{L,0} \cos\left(\omega t + \varphi_{I_L} + \frac{\pi}{2}\right)$$

AMPLITUDY

– VZÁJEMNÉ RELACE AMPLITUD

$$U_{R,0} = R I_{R,0} \qquad U_{C,0} = \frac{I_{C,0}}{\omega C} \qquad U_{L,0} = \omega L I_{L,0}$$

– ROZDÍLNÉ FÁZE PRŮBĚHU $\qquad \varphi_{U_C} - \varphi_{I_C} = -\pi/2 \qquad \varphi_{U_L} - \varphi_{I_L} = \pi/2$

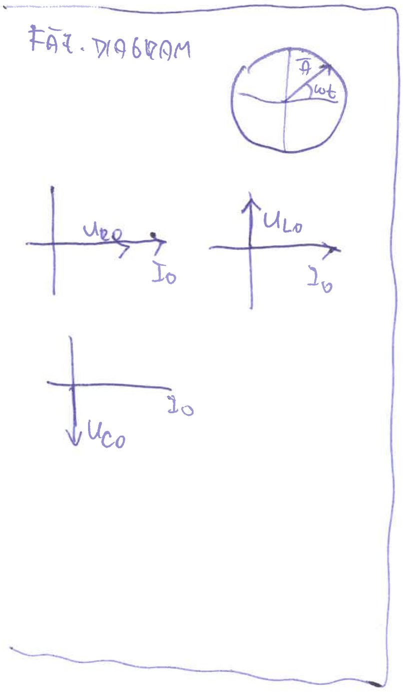
Z_R ... IMPEDANCE $\qquad \boxed{Z_R = R} \qquad \boxed{Z_L = \omega L} \qquad \boxed{Z_C = \frac{1}{\omega C}}$

↓

REPREZ. NEJEN VZTAH AMPLITUD, ALE I JEJICH FÁZ. POSUNU

– PŘEPSÁNÍ GONIOM. FCE

!
$$\cos(\omega t + \varphi) = \mathrm{Re}[\cos(\omega t + \varphi) + i \sin(\omega t + \varphi)] = \mathrm{Re}[e^{i(\omega t + \varphi)}]$$



→ OKAMŽITÁ HODNOTA U or I $\qquad$ → REÁLNÁ ČÁST KOMPL. ČÍSLA

$$\hat{U}(t) = U_0 e^{i(\omega t + \varphi)} = \bar{U} e^{i\omega t}$$
$$\hat{I}(t) = I_0 e^{i(\omega t + \varphi_I)} = \bar{I} e^{i\omega t}$$

$\Rightarrow \quad U(t) = \mathrm{Re}\,\hat{U}(t)$

$\qquad I(t) = \mathrm{Re}\,\hat{I}(t)$

ČAS. ZÁVISLÝ

O SLED. VELIČINĚ NENESE INFORMACI !

⇒ KOMPLEXNÍ AMPLITUDY

$$\boxed{\begin{aligned} \bar{U} &= U_0 e^{i\varphi_U} \\ \bar{I} &= I_0 e^{i\varphi_I} \end{aligned}}$$

! U a I REPREZENTUJÍ POUZE KOMPLEX AMPLITUDAMI

POUŽIJI VYJÁDŘENÍ OKAMŽITÝCH HODNOT U a I

$$\bar{U}_R = R \bar{I}_R \qquad \bar{U}_L = i\omega L \bar{I}_L \qquad \bar{U}_C = \frac{\bar{I}_C}{i\omega C}$$

$$\bar{U} = \bar{Z} \bar{I}$$

$\boxed{\bar{Z} \text{... KOMPLEXNÍ IMPEDANCE}}$

$$\Rightarrow \boxed{\begin{aligned} \bar{Z}_R &= R \\ \bar{Z}_L &= i\omega L \\ \bar{Z}_C &= \frac{1}{i\omega C} \end{aligned}}$$

OR $\quad \bar{I} = \bar{Y} \bar{U} \qquad \bar{Y} = \frac{1}{\bar{Z}} \qquad \bar{Y}$... KOMPLEXNÍ ADMITANCE

→ CELKOVĚ NAZÝVÁM „KOMPLEXNÍ VYJÁDŘENÍ OHMOVA ZÁKONA"

I. KIRCH. PRAVIDLO

$$\sum_{k=1}^{N} \mathrm{Re}\,\hat{I}_k(t) = \mathrm{Re} \sum_{k=1}^{N} \hat{I}(t) = 0 \quad \Rightarrow \quad \sum_{k=1}^{N} \hat{I}_k(t) = 0 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\sum_{k=1}^{N} \bar{I}_k = 0}$$

→ MÁ-LI BÝT VŽDY SPLNĚN

↳ MUSÍ BÝT ROVNA I JEHO IMAG. ČÁST

PLATÍ

VYKRÁTÍM ČASOVÝ FAKTOR

II. KIRCHHOFF. PRAVIDLO

– VŠECHNA NAPĚTÍ NA SOUČÁSTKÁCH MUSÍ BÝT V KAŽDÉM ČASE ROVNA ELMOT. NAPĚTÍ ZDROJŮ

↓

PRACUJI KOMPLEXNĚ

$$\sum_{k=1}^{M} \mathrm{Re}\,\hat{\mathcal{E}}_k(t) = \mathrm{Re}\sum_{k=1}^{M}\hat{\mathcal{E}}_k(t) = \sum_{l=1}^{N}\mathrm{Re}\,\bar{Z}_l\bar{I}_l(t) = \mathrm{Re}\sum_{l=1}^{N}\bar{Z}_l\bar{I}_l(t)$$

↳ JAKO U I. → ROVNICE MUSÍ SPLŇOVAT I IMAG. ČÁST

– POKRÁTÍM $\exp(i\omega t)$

$$\Rightarrow \boxed{\sum_{k=1}^{M}\hat{\mathcal{E}}_k = \sum_{l=1}^{N}\bar{Z}_l\bar{I}_l}$$

II. KIRCHHOFFŮV ZÁKON

$U_0 \cos\omega t$

– POZOR NA **POLARITU** ZDROJŮ !

↳ U STEJNOSMĚRNÉHO ZÁLEŽÍ NA POLARITĚ VTIŠTĚNÉ INTENZITY

!

– U STŘÍDAVÉHO –(~)– → ZAHRNUTA V **KOMPLEXNÍ** AMPLITUDĚ ELMOT. NAPĚTÍ

→ ZMĚNA POLAR. ⟷ ZMĚNA O π !

↓

ALE MUSÍ BÝT ZNÁMO, JAKÉ POLARITĚ KOMPLEX. AMPLIT. ODPOVÍDÁ

– SOUHLASÍ-LI ZVOL. ORIENTACE OBVODU SE ZDROJEM → (+)

↳ JINAK ZMĚNÍM O π NEBO DÁM (−)

VLASTNOSTI REÁLNÝCH DVOJPÓLŮ

– JAK MOC SE REÁL. BLÍŽÍ IDEÁLU?

↳ ZÁV. NA KONSTRUKCI, FREKVENČ. OBORU

- I **REZISTOR** **MÁ INDUKČNOST** → NEUPLATNÍ SE PŘI ↓ FREKVENCÍCH
- I **CÍVKA** MÁ ODPOR → PŘI ↑f SE PROJEVÍ SKINEFEKT ?
  ↳ MŮŽE VYKAZOVAT VLASTNÍ REZONANCI
- **KONDENZÁTOR**
  – LIMITUJÍCÍ JE VODIVOST DIEL. PROSTŘEDÍ MEZI ELDAMI
  – VIDÍM PŘI ↓ FREKVENCÍCH

– REÁLNÝ ZDROJ ELMOT NAPĚTÍ → MÁ **KONEČNÝ VNITŘNÍ ODPOR** → ZPŮSOBUJE POKLES SVORKOV. NAPĚTÍ PŘI ODBĚRU

↓

TAM KDE JE ↑ - ZÁV → PROJEV. VLASTNÍ INDUKČ. VODIČŮ I KAPACITY (KDYŽ JE DE)

4

– OZNAČUJI

$$\bar{Z} = R + iX = Z_0 e^{i\psi} \to |Z| = \frac{U_0}{I_0}$$

$$\psi = \operatorname{arctg}\frac{X}{R}$$

URČUJE ROZDÍL FÁZ. KONSTANT NAPĚTÍ A PROUDU

$$\bar{U} = U_0 e^{i\varphi_u} = \bar{Z}\bar{I} = Z_0 I_0 e^{i\psi} e^{i\varphi_I} = Z_0 I_0 e^{i(\psi+\varphi_i)}$$

KOMP. IMP.

$$\bar{Z} = R + i\omega L + \frac{1}{i\omega C}$$

$$Z = \sqrt{R + i\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)}$$

PARAL. JEN $\frac{1}{X}$

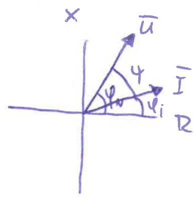
– KIRCH. PLATÍ I PRO REÁL. PRVKY

– VÝPOČET SÉRIÍ A PARAL.

$$\bar{Z}_S = \bar{Z}_1 + \bar{Z}_2 + \dots \bar{Z}_N$$

$$\frac{1}{\bar{Z}_P} = \frac{1}{\bar{Z}_1} + \frac{1}{\bar{Z}_2} + \dots \frac{1}{\bar{Z}_N}$$

„FÁZOVÝ DIAGRAM"



$$U_{celk.\ zdroje} = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$$

! – CHOVÁNÍ PRVKU ZÁVISÍ NA: $\underbrace{\text{VODIVOSTI, INDUKČNOSTI, KAPACITĚ}}_{\text{ID}}$ + VTIŠTĚNÝ SILÁCH (JEJICH PROJEVECH) — REÁL

„NÁHRADNÍ SCHEMA"

– REÁL. PRVEK PAK APROXIMUJI VZÁJEMNÝM PROPOJENÍM KONEČ. POČTU IDEÁL. ZDROJŮ ELMOT NAPĚTÍ, IDEÁLNÍCH R + L + C ZAŘÍZ

SNAŽÍM SE, ABY BYLO CO NEJJEDNODUŠŠÍ

a) NÁHRADNÍ SCHEMA LINEÁR. ZDROJE

– STŘÍDAVÉHO

– V PROUD. TRUBICI l_i VZNIKÁ ČAS. PROM. POLE $\to \mathcal{E}(t) = \mathcal{E}_0 \cos(\omega t + \varphi)$ — TŘEBA VLIVEM INDUKCE

– VYBUDÍ $I(t)$

OVLIVNÍ G_i, R_i, L_i, C_i

↓ UMÍSTOVÁNÍ ODPORU R_i

↓ ZAVEDU $\bar{Z}_i$ … VNITŘNÍ IMPEDANCE

$$\bar{\mathcal{E}} - \bar{Z}_i \bar{I} = \bar{U}_S$$

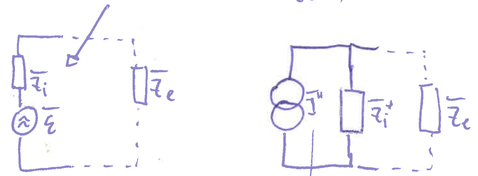
$\bar{U}_S$ … SVORKOVÉ

$$\bar{I} = \frac{\bar{U}_S}{\bar{Z}_e}$$

BUDÍ PŘI IMPED. $\bar{Z}_e$ PROUD — ZATĚŽOVACÍ

NÁHRADNÍ SCHEMA

ALE MŮŽU SESTROJIT VÍCE → NEJEDNOZNAČNOST



ID. ZDROJ PROUDU J' A VNITŘ. IMP. $\bar{Z}_i'$

OBĚ EKVIVALENTNÍ, KDYŽ BUDOU V $\bar{Z}_e$ BUDIT STEJNÝ PROUD

→ BUDOU SE CHOVAT STEJNĚ, KDYŽ BUDE PLATIT

$\boxed{\bar{\mathcal{E}} = \bar{Z}_i \bar{J}' \wedge \bar{Z}_i' = \bar{Z}_i}$ (JAKO PŘEDTÍM)

ZDROJ $\bar{\mathcal{E}}$ S $\bar{Z}_i$ (SERIOVÉ) JE EKVIVALENTNÍ ZDROJI PROUDU $\bar{I}'' = \frac{\bar{\mathcal{E}}}{\bar{Z}_i'}$ S PARAL. ŘAZENOU VNITŘ. IMPED.

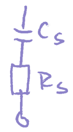
KDYŽ $\bar{Z}_i = \bar{Z}_i'$

⇒ **NORTONOVA VĚTA** (EKVIVALENCE)

– PLATÍ I PRO STACIONÁRNÍ ZDROJE

b) NÁHRADNÍ SCHEMA **KONDENZÁTORU**

– VZNIKNE SPOJENÍM ID. REZIS + ID. KOND. → SERIE / → PARAL.



$$\bar{Z}_s = R_s - \frac{i}{\omega C_s}$$

$$Z_s = \frac{\sqrt{1+\omega^2 C_s^2 R_s^2}}{\omega C_s}$$

FÁZ. ÚHEL ψ_s

$$\operatorname{tg}\psi_s = -\frac{1}{\omega C_s R_s}$$

– PRO PRAKTICKÉ POSOUZENÍ

↳ OZNAČENÍ „ZTRÁTOVÝ ÚHEL" δ

$$\boxed{\delta = \frac{\pi}{2} - |\psi|}$$

– SERIOVÉ NÁHR. SCHEMA

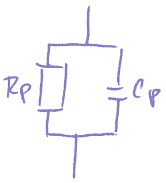
$$\underbrace{\operatorname{tg}\delta_s}_{\text{„ZTRÁTOVÝ ČINITEL"}} = \omega C_s R_s$$

„ZTRÁTOVÝ ČINITEL" – MÍRA ZTRÁT (E) VE SKUT. KONDENZ.

KDYŽ $\delta_s = 0 \rightarrow \operatorname{tg}\delta_s \rightarrow$ IDEÁL (NIC SE NEZTRÁCÍ)

– ROSTE-LI R_s → ZVYŠ. $\operatorname{tg}\delta_s$ → ZTRÁTY

ALE → KDYŽ $\delta \rightarrow \frac{\pi}{2}$ → BLÍŽÍM IDEÁLU



– PARAL. ZAPOJ.

$$\bar{Y}_p = \frac{1}{R_p} + i\omega C_p \qquad |\bar{Z}_p| = \left|\frac{1}{\bar{Y}_p}\right| = R_p\left(1+\omega^2 C_p^2 R_p^2\right)^{-1}$$

ZTRÁTOVÝ ČINITEL $\operatorname{tg}\delta_p = (\omega C_p R_p)^{-1}$

⇒ ČÍM MENŠÍ R_p → TÍM VĚTŠÍ PŘEMĚNA ELEKTR. (E) NA TEPELNOU

→ JAK (P) TAK (S) ZAPOJENÍ MOHOU IMITOVAT CHOVÁNÍ ID. KONDENZ.

– CHCI DOSÁHNOUT I CO NEJVĚTŠÍHO PRAC. INTERVALU

– ZTRÁTOVÝ ČINITEL JE FREKVENČNĚ ZÁVISLÝ (S) → ROSTE ÚMĚRNĚ f
(P) → JE KRUHOVÉ FREKVENCI NEPŘÍMO ÚMĚRNÝ

→ CO POUŽIJI ZÁVISÍ NA POUŽITÉM ZTRÁTOVÉM ČINITELI A JEHO VLASTNOSTECH

↳ ZTRÁTY ZÁVISÍ NA G (POHYBU e^-) → $\operatorname{tg}\delta_s \sim \frac{1}{f}$ (JE NEPŘÍMO ÚMĚR.)
→ DŮLEŽITĚJŠÍ PARALELNÍ USP.

– PŘI DANÉ FREKVENCI LZE TYPY NAVZÁJEM NAHRAZOVAT

↳ EXISTUJÍ PŘEVODNÍ VZTAHY

$$R_s = \frac{R_p}{1+\omega^2 C_p^2 R_p^2} \qquad C_s = \frac{1+\omega^2 C_p^2 R_p^2}{\omega^2 C_p^2 R_p^2}$$

$$R_p = \frac{1+\omega^2 C_s^2 R_s^2}{\omega^2 C_s^2 R_s^2} \qquad C_p = \frac{C_s}{1+\omega^2 C_s^2 R_s^2}$$

c) NÁHRADNÍ SCHEMA CÍVKY

- ODPOR + INDUKČNOST

③ 

- KDYŽ JE Re ČÁST $\bar{Z}$ PŮSOBENA VODIVOSTÍ (KONEČNOU) VODIČE

$Z_S = Z_1 + Z_2 + \dots$

$$\bar{Z} = R + i\omega L \quad \Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$$

$$\Rightarrow \psi: \quad tg\,\psi = \frac{\omega L}{R} = Q$$

Q... ČINITEL JAKOSTI CÍVKY

$Q \to \infty \Rightarrow$ BLÍŽÍ SE IDEÁLU

- VĚTŠINOU $10 - 10^2$

- PŘI VYŠŠÍCH FREKVENCÍCH → VLASTNÍ INDUKČNOST VODIČE REZISTORU JIŽ NENÍ ZANEDBATELNÁ !

└ CHOVÁ SE PAK JAKO CÍVKA S ↓ ČINITELEM JAKOSTI

- DVOUPRVKOVÉ SCHÉMA NEZOHLEDŇUJE

↓

KAPACITU JEDNOTLIV. ZÁVITŮ ! - TAKY AŽ PŘI ↑ f

→ PŘIPOJÍM JEŠTĚ KAPACITU → TROJPRVKOVÉ SCHEMA

⇒ PARALELNÍ REZONANČNÍ OBVOD

- ZÁVISLOST $\bar{Z}$ NA f NENÍ MONOTONNÍ
- Re ČÁST NABÝVÁ MAXIMA

└ PŘI „PARALELNÍ REZ. FREKV." ω_r

$$\omega_r^2 = \omega_0^2 (1 - Q_0^{-2})$$

$$\omega_0 = (LC)^{-1/2} \qquad Q_0 = \frac{\omega_0 L}{R}$$

- IMAG. ČÁST $= 0$

⇒ CHOVÁNÍ REÁL. OBVODŮ ZNAČNĚ KOMPLIK.

↓

! VOLBA NÁHRAD. SCHEMATU

VĚTA O SUPERPOZICI

MĚJME LIN. OBVOD VE KTERÉM JE ZAŘAZENO N-ZDROJŮ O ELEKTROMOT. NAPĚTÍCH $\bar{E}_1, \bar{E}_2 \ldots \bar{E}_N$. PŘEDPOKLÁDEJME, ŽE MŮŽEME ZAŘAZOVAT JEDEN ZDROJ PO DRUHÉM, ZATÍMCO OSTATNÍ ZDROJE JSOU VŽDY NAHRAZENY SVÝMI VNITŘNÍMI IMPEDANCEMI. OZNAČME $\bar{I}_k^{(l)}$ PROUD, KTERÝ TEČE VYBRANOU K-TOU VĚTVÍ OBVODU, JE-LI ZAPNUT l-TÝ ZDROJ. CELKOVÝ PROUD $\bar{I}_k$ TEKOUCÍ UVAŽOVANOU VĚTVÍ PŘI PŮSOBENÍ VŠECH ZDROJŮ MŮŽE PAK BÝT VYJÁDŘEN

$$\bar{I}_k = \sum_{l=1}^{N} \bar{I}_k^{(l)}$$

⇒ VLAST. LIN. OBVODŮ

- PARAM. LIN. PRVKŮ NEZÁVISÍ NA PROCH. PROUDU !
- ÚČINKY KAŽDÉHO MŮŽU VYŠETŘIT ZVLÁŠŤ !

– PŘI ŘEŠ. OBVODŮ

- KDYŽ ZJISTÍM DÍLČÍ I_k ZDROJŮ → ODSEČÍTÁM A MÁM CELEK

OBECNÉ METODY ANALÝZY OBVODŮ (V UST. STAVU)

a) PŘÍMÁ APLIKACE KIRCH.

- U II. K.P → MUSÍM SESTAVIT ÚPLNÝ STROM OBVODU

$$[\underbrace{n}_{\text{VĚTVE}}-(\underbrace{q}_{\text{UZLY}}-1)] \text{ NEZÁVISL. VĚTVÍ}$$

b) SMYČKOVÉ PROUDY

- KAŽDÉ NEZÁV. SMYČCE → PROUD (SMYČKOVÝ)
- SKUTEČNÝ PROUD VĚTVE JE PAK SOUČET SMYČKOVÝCH

c) UZL. NAPĚTÍ

- ANALOGIE JEN S UZLY
- ZKOUMÁM NAPĚTÍ NA UZLU OPROTI JINÉMU (REFER.) UZLU

THÉVENINOVA VĚTA

- MNOHDY NEPOTŘ. CELÝ OBVOD, ALE JEN TŘEBA VĚTEV
- POKUD JE VĚTEV BEZ ZDROJE → PASIVNÍ PRVEK
  - POTOM ZBYTEK OBV. JE JAKO ZDROJ
  - NAHRADÍM ZBYTEK ZDROJEM S VNITŘ. IMPEDANCÍ