

## Názov cvičenia:

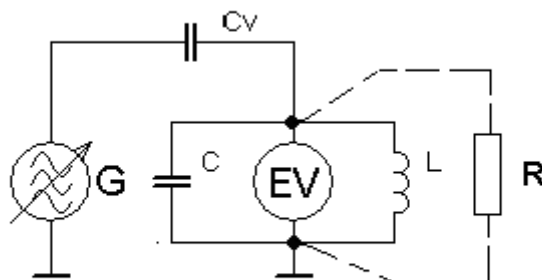
# Rezonančné obvody

**Cieľ:** naučiť študentov merať a vyhodnotiť z hľadiska šírky prenášaného frekvenčného pásma rezonančnú charakteristiku paralelného rezonančného obvodu (PRO) bez tlmenia a s tlmením

## Úlohy:

1. **Vypočítajte:**
  - rezonančnú frekvenciu  $f_{0vyp}$  PRO
2. **Odmerajte:**
  - amplitúdovo-frekvenčnú charakteristiku netlmeného a tlmeného PRO
3. **Nakreslite:**
  - amplitúdovo-frekvenčnú charakteristiku netlmeného a tlmeného PRO  $U = F(f)$  a  $U' = F(f')$  predloženého paralelného rezonančného obvodu
4. **Určte:**
  - z nakreslených charakteristík šírku prenášaného frekvenčného pásma  $B_3$  a  $B_3'$  netlmeného a tlmeného PRO
5. **Porovnajte:**
  - rezonančnú frekvenciu vypočítanú  $f_{0vyp}$  a odmeranú  $f_{0odm}$
  - kvalitu  $Q$  a  $Q'$  netlmeného a tlmeného PRO

**Schéma zapojenia:** pre **PARALELNÝ** rezonančný obvod



## Použité prístroje:

EV – elektronický voltmeter *TESLA BM579 mVoltmeter*

G – vf generátor s čítačom *VELLEMAN HPG1 1MHz*

Prípojné vodiče

Použité pasívne súčiastky:

C – kondenzátor  $C = 4\mu$  F, **tolerancia 10 %**,  $U_{max} = 600$  V

L – cievka  $L = 6,25m$  H,  $I_{max} = 0,8$  A, **počet závitov = 400**

R – rezistor  $R = 68 \Omega$ , **tolerancia 5 %**,  $P_{max} = 2$  W

## Tabuľka nameraných a vypočítaných hodnôt:

$$\begin{array}{ll} f_{0vyp.} = 1006,58 \text{ Hz} & R = 68 \Omega \\ f_0 = 950 \text{ Hz} & f_0' = 1040 \text{ Hz} \end{array}$$

$f_a$  ( $f'_a$ ) – dolná hraničná frekvencia netlmeného (tlmeného) PRO

$f_0$  ( $f'_0$ ) – rezonančná frekvencia netlmeného (tlmeného) PRO

$f_h (f'_h)$  – horná hraničná frekvencia netlmeného (tlmeného) PRO

M.Č.	$R \rightarrow \infty$		$R = 68 \Omega$		Poznámka
	$f$ (kHz)	$U$ (V)	$f'$ (kHz)	$U'$ (V)	
1.	0,4	0,4	0,4	0,5	
2.	0,66	0,7	0,55	0,7	$f_d, f'_d$
3.	0,85	0,96	0,75	0,91	
4.	0,95	1	1,04	1	$f_0, f'_0$
5.	1,15	0,94	1,45	0,88	
6.	1,48	0,7	1,81	0,7	$f_h, f'_h$
7.	1,6	0,5	2	0,65	

**Vzorce:** dosadíte konkrétne hodnoty do vzorcov

Rezonančná frekvencia:

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{6,25 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}} = 1006,584 \text{ (Hz)}$$

Šírka prenášaného frekvenčného pásma netlmeného PRO pri poklese o 3 dB:

$$B_3 = f_h - f_d = 1,48 - 0,66 = 0,82 \text{ (Hz)}$$

Šírka prenášaného frekvenčného pásma tlmeného PRO pri poklese o 3 dB:

$$B'_3 = f'_h - f'_d = 1,81 - 0,55 = 1,26 \text{ (Hz)}$$

Kvalita netlmeného PRO:

$$Q = \frac{f_d + f_h}{2(f_h - f_d)} = \frac{0,66 + 1,48}{2 \cdot (1,48 - 0,66)} = 1,3(-)$$

Kvalita tlmeného PRO:

$$Q' = \frac{f'_d + f'_h}{2(f'_h - f'_d)} = \frac{0,55 + 1,81}{2 \cdot (1,81 - 0,55)} = 0,94(-)$$

Odpor pri rezonancii netlmeného PRO:

$$R_p = \frac{Q}{\omega_0 \cdot C} = \frac{1,3}{2 \cdot \pi \cdot 950 \cdot 4 \cdot 10^{-6}} = 54,45 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Odpor pri rezonancii tlmeného PRO:

$$R'_p = \frac{Q'}{\omega_0 \cdot C} = \frac{0,94}{2 \cdot \pi \cdot 1040 \cdot 4 \cdot 10^{-6}} = 35,9 \text{ (}\Omega\text{)}$$

**Postup pri meraní:** Generátorom sme si naladili  $f_{0vyp}$  a na EV kontrolovali, či sedí s hodnotou výstupného napätia 1V, ak ju nemala hľadali sme  $f_{0odm}$  pri tejto hodnote. Hodnotovo sa o niečo líšila s vypočítanou. Odmerali sme zopár frekvencií vyšších, ako naša rezonančná (nadrezonancia) a pri poklese o 3db pri napätí 0,707 V  $f_h$ . Následne vyšších, ako naša rezonančná (podrezonancia) a taktiež pri poklese o 3db  $\rightarrow 0,707 V f_d$ .

**Vyhodnotenie:**

Pomocou programu Excel alebo na milimetrový papier nakreslite amplitúdovo-frekvenčnú charakteristiku  $U = F(f)$  pre netlmený a  $U' = F(f')$  pre tlmený PRO. Pre frekvenčnú os použite logaritmickú mierku.

**Doplňte tabuľku hodnotami,** ktoré ste dosiahli meraním a výpočtami:

netlmený PRO			tlmený PRO		
$B_3$ (kHz)	$Q$ ( - )	$R_p$ (Ω)	$B'_3$ (kHz)	$Q'$ ( - )	$R'_p$ (Ω)
0,82	1,3	54,45	1,26	0,94	35,96

Meraním sme zistili, že šírka prenášaného frekvenčného pásma  $B_3$  netlmeného PRO je **menšia**

ako šírka prenášaného pásma **B<sub>3'</sub>** tlmeného PRO. Kvalita PRO je väčšia pri **netlmenom** PRO ako pri **tlmenom**. Z toho vyplýva, na rozšírenie šírky prenášaného frekvenčného pásma PRO používame tlmiaci **odpor**, pričom kvalita sa **znižuje**.

Rezonancia je **kmitanie** vzniká pri výmene **kinetickej** a **potenciálnej** energie.

Uveďte typy rezonancie:

- **Mechanická** – napríklad pochod vojakov po moste
- Akustická – napríklad **strunové hudobné nástroje**
- **Elektrická** – napríklad **pri striedavých obvodoch, ktoré okrem činných R obsahujú aj L a C**

Rezonančné obvody (RO) sú obvody, od ktorých **sa rezonancia požaduje na presne určenej frekvencii** sú zostavené iba zo súčiastok **frekvenčne závislých** a to **cievka (L)** a **kondenzátor (C)**.

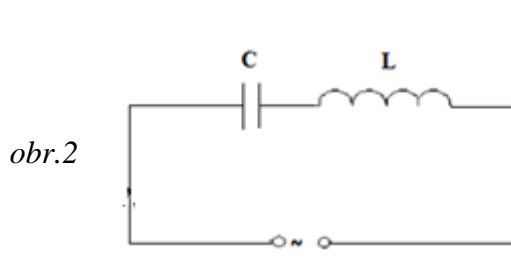
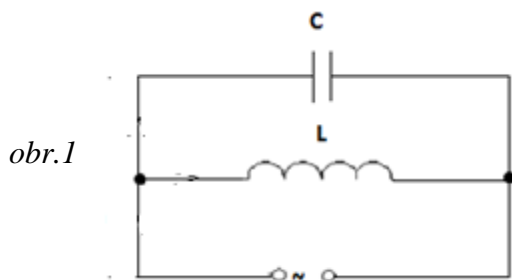
Rozdelenie RO:

- **SÉRIOVÉ** cievka a kondenzátor sú zapojené **za sebou**
- **PARALELNÉ** cievka a kondenzátor sú zapojené **vedľa seba**

doplňte názvy RO pre *obr. 1* a *obr. 2*

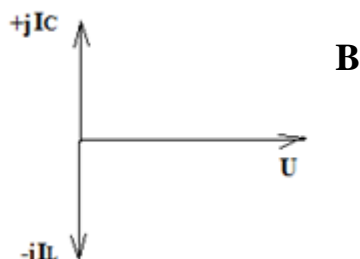
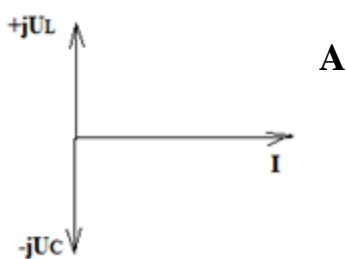
doplňte všetky obvodoové veličiny pre *obr. 1* a *obr. 2*

priradte fázorové diagramy **A** a **B** pre jednotlivé ideálne RO uvedené na *obr. 1* a *obr. 2*



**Paralelný** RO a fázorový diagram **B**

**Sériový** RO a fázorový diagram **A**



Odvodte **Thomsonov vzťah** pre výpočet **Rezonančnej** frekvencie pre SRO a PRO:

**SRO:**

$$U_L = U_C$$

$$I \cdot X_L = I \cdot X_C \quad / : I$$

$$2\pi f_0 L = 1 / 2\pi f_0 C \quad / * 2\pi f_0 C$$

$$(2\pi f_0)^2 * L * C = 1$$

$$4\pi^2 f_0^2 LC = 1 \quad / : 4\pi^2 f_0^2$$

**PRO:**

$$I_L = I_C$$

$$U / X_L = U / X_C$$

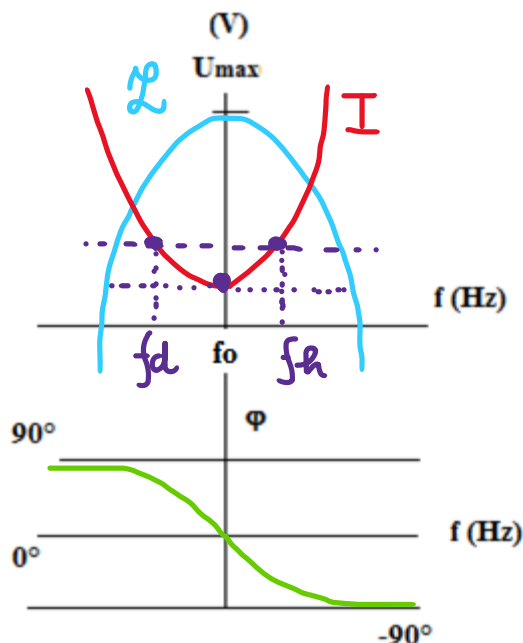
$$U * B_L = U * B_C \quad / : U$$

$$1 / 2\pi f_0 L = 2\pi f_0 C \quad / * 2\pi f_0 C$$

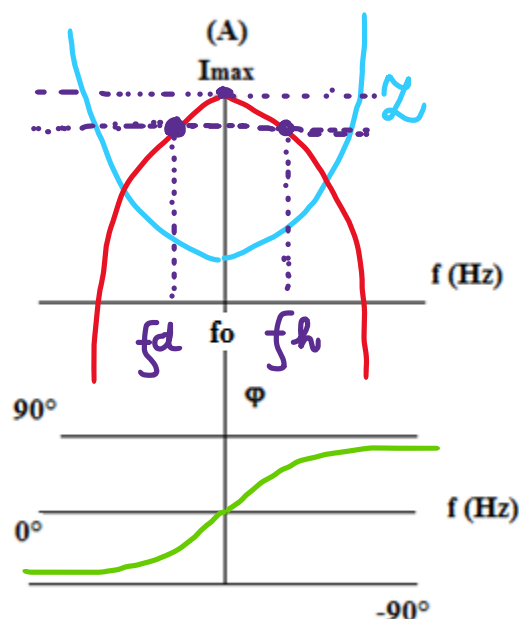
$$(2\pi f_0)^2 * L * C = 1 \quad \rightarrow \quad f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Do pripravených osových súradníc nakreslite tvary rezonančných kriviek, t. j. závislosť  $U = f(\text{frekvencie})$  alebo  $I = f(\text{frekvencie})$  a fázové frekvenčné charakteristiky, t. j. závislosť  $\varphi = f(\text{frekvencie})$  pre jednotlivé rezonančné obvody.

*Obr. 3* je pre **Paralelný** rezonančný obvod a *obr. 4* je pre **Sériový** rezonančný obvod.



Obr. 3



Obr. 4

Z rezonančných a fázových frekvenčných charakteristík vyplýva:

1. **SRO** – frekvencia **nižšia** ako rezonančná frekvencia, platí  $f < f_0$  vzniká **podrezonancia**  $X_C > X_L$  – obvod má **kapacitný** charakter, prúd **predbieha** napätie.

Frekvencia je **vyššia** ako rezonančná frekvencia, platí  $f > f_0$  vzniká **nadrezonancia**  $X_C < X_L$  – obvod má **indukčný** charakter, prúd **zaostáva** za napätím.

2. **PRO** – frekvencia **nižšia** ako rezonančná frekvencia, platí  $f < f_0$  vzniká **podrezonancia**  $B_C < B_L$  – obvod má **indukčný** charakter, prúd **zaostáva** za napätím.

Frekvencia je **vyššia** ako rezonančná frekvencia, platí  $f > f_0$  vzniká **nadrezonancia**  $B_C > B_L$  – obvod má **kapacitný** charakter, prúd **predbieha** napätie.

**Využitie rezonančných obvodov:**

**PRO** – v **rádioprijímačoch** (**preladiateľná cievka**), na **ladenie konkrétnej frekvencie**

**SRO** – **využíva sa ako anténa**

Napište, kde ste sa stretli v bežnom živote s rezonančnými obvodmi a v krátkosti popíšte .....

