|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **G4** | **Sériový (R-L)-C obvod** | **3D2** |
| **8. 1. 2018** | **Meinlschmidt** |

# ZADÁNÍ:

1. Vysvětlete pojmy: elektrický odpor, indukčnost, kapacita, induktivní reaktance, kapacitní reaktance, impedance, fázový posun
2. Co je to rezonance střídavého obvodu, za jakých podmínek nastává?
3. U zadané skutečné cívky a kondenzátoru změřte přístrojem na měření RLC: ohmický odpor cívky , indukčnost cívky a kapacitu kondenzátoru
4. Z naměřených hodnot vypočtěte rezonanční frekvenci sériového obvodu (R-L)-C
5. Změřte frekvenční charakteristiku obvodu zapojeného dle schématu. Hodnoty frekvencí volte tak, aby vypočtená rezonanční frekvence ležela přibližně uprostřed hodnot měřených frekvencí. Během měření udržujte konstantní hodnotu výstupního napětí generátoru
6. Vypočtěte zbylé hodnoty v tabulce dle vztahů pro střídavé elektrické obvody
7. Z naměřených a vypočtených hodnot sestrojte frekvenční charakteristiky:  
   , , (vše do jednoho obrázku). V grafu vyznačte vypočtenou rezonanční frekvenci a porovnejte s frekvencí zjištěnou měřením (ta je dána průsečíkem grafů a )

# ODPOVĚDI NA OTÁZKY:

# Vysvětlení pojmů:

**Elektrický odpor**  je skalární fyzikální veličina, která charakterizuje schopnost elektrických vodičů vést elektrický proud .

**Indukčnost** je skalární fyzikální veličina, vyjadřující schopnost dané konfigurace elektricky vodivých těles, kterými protéká elektrický proud , vytvářet ve svém okolí magnetické pole.

**Kapacita** je množství elektrického náboje ve vodiči s jednotkovým elektrickým potenciálem . Vyjadřuje schopnost vodiče uchovat elektrický náboj .

**Induktivní reaktance** je zdánlivý odpor součástky s vlastní indukčností (ideálně cívky) proti průchodu střídavého elektrického proudu .

**Kapacitní reaktance** je zdánlivý odpor součástky s kapacitou (ideálně kondenzátoru) proti průchodu střídavého elektrického proudu .

**Impedance** je fyzikální veličina vyjádřená komplexním číslem. Na jeho reálné ose se vyskytuje elektrický odpor (je ve fázi s proudem; tj. ) a na imaginární se vyskytuje zdánlivý odpor – reaktance (je posunutá oproti proudu; tj. ). Reaktance a tím pádem i celková impedance je ve střídavých obvodech závislá na frekvenci .

**Fázový posun** je bezrozměrná veličina, která určuje vztah mezi elektrickým proudem *I* a elektrickým napětím ve střídavých obvodech.

# Rezonance střídavého obvodu:

Jak již bylo řečeno, reaktance je závislá na frekvenci. Induktivní reaktance s rostoucí frekvencí roste, naopak kapacitní reaktance s rostoucí frekvencí klesá. V obvodu, ve kterém se vyskytují kapacitní a induktivní prvky, může na určité frekvenci dojít k rezonanci.

Rezonance vzniká v bodě, kdy je velikost kapacitní a induktivní reaktance shodná, tudíž výsledná reaktance je nulová a velikost odporu v obvodu je nejmenší. S klesajícím odporem také vzrůstá velikost proudu.

Jelikož při dosažení rezonanční frekvence dochází k nulové reaktanci obvodu, výsledný fázový posun bude také nulový a projevovat se budou pouze činná složka.

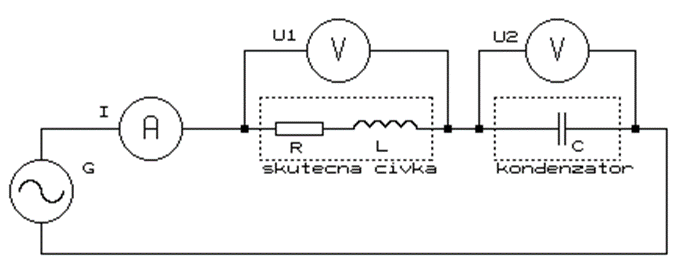
# TEORIE:

# Rezonanční frekvence:

# Výpočty v daném zapojení:

se v měřeném obvodu skládá z cívky a rezistoru, proto impedance .

# SCHÉMA ZAPOJENÍ:



# POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Název** | **Typové označení** | **Inventární číslo** |
| Generátor | UNI-T UTG9002C | 947/20 |
| Voltmetr | DM-1 MULTIMETR | 4830/1 |
| Voltmetr | DM-1 MULTIMETR | 4830/2 |
| Ampérmetr | HC-2030ET | 506780/1 |
| RLC meter | UNI-T UT603 | 816022246 |
| Cívka |  | 1513/4 |
| Kondenzátor | PANEL 19 | 4813/4 |

# POPIS PRÁCE:

Před samotným měřením jsme připravili potřebné pomůcky a součástky – například zdroj elektrické energie, cívku, voltmetr atd. Jejich typové značky, evidenční čísla a jiné nutné údaje jsme řádně zapsal do záznamu o měření.

Po zadání hodnot, které jsme dostali od pana učitele, bylo potřeba vypočítat rezonanční frekvenci dle vzorce. Elektrický odpor cívky jsme změřili při stejnosměrném proudu.

Následně jsme zapojili součástky dle schématu. Pro rozdělení frekvencí jsme se rozhodli libovolně, a to – vypočtenou rezonanční frekvenci umístit doprostřed měření a pokračovat lineárně až k minimální a maximální hodnotě frekvence .

Na generátoru jsme vždy nastavili frekvenci , změřili napětí na cívce, napětí na kondenzátoru a elektrický proud . Po změření všech hodnot jsme dopočítali ostatní hodnoty.

Po dokončení měření bylo potřeba zjistit skutečnou rezonanční frekvenci . Tu lze zjistit pohledem, kde se přibližně protínají funkce a . Bohužel se na ose dlouhé přibližně tyto dva body nachází velmi blízko. Navíc s využitím logaritmické osy by bylo odečtení velmi nepřesné. Proto jsem se rozhodl využít jiný způsob.

Víme, že oba průběhy a nejsou v grafu nijak aproximovány, a proto jsou mezi jednotlivými body měření přímky, které lze jednoduše popsat lineární funkcí. Lze tak využít obecnou rovnici přímky a zjistit, kde se dvě přímky protínají. Tedy předpokladu, že se někdy protnou, což v tomto případě platí.

Ačkoliv nedokážeme pouhým pohledem přesně určit polohu protnutí, dokážeme určit mezi kterými body měření k protnutí dochází. Tyto čtyři body můžeme využít k popsání dvou přímek.

# TABULKY:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **R [Ω]** | **L [H]** | **C [F]** | **[Hz]** | **[V]** |
| 76,000 | 0,336 |  | 283,346 | 12,800 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **f [Hz]** | **I [mA]** | **[V]** | **[V]** | **[Ω]** | **[Ω]** | **[Ω]** | **[Ω]** | **X [Ω]** | **[°]** |
| 28,600 | 1,000 | 0,599 | 4,500 | 599,000 | 76,000 | 594,159 | 4 500,000 | -3 905,841 | -88,885 |
| 39,120 | 1,313 | 0,798 | 4,380 | 607,768 | 76,000 | 602,998 | 3 335,872 | -2 732,874 | -88,407 |
| 52,010 | 1,575 | 0,990 | 4,180 | 628,571 | 76,000 | 623,960 | 2 653,968 | -2 030,008 | -87,856 |
| 67,350 | 1,938 | 1,220 | 3,850 | 629,515 | 76,000 | 624,910 | 1 986,584 | -1 361,674 | -86,805 |
| 99,300 | 2,532 | 1,550 | 3,270 | 612,164 | 76,000 | 607,428 | 1 291,469 | -684,041 | -83,660 |
| 104,400 | 2,829 | 1,590 | 3,190 | 562,036 | 76,000 | 556,874 | 1 127,607 | -570,733 | -82,415 |
| 170,900 | 2,977 | 1,990 | 2,270 | 668,458 | 76,000 | 664,124 | 762,513 | -98,389 | -52,316 |
| **283,000** | **3,125** | **2,380** | **1,450** | **761,600** | **76,000** | **757,798** | **464,000** | **293,798** | **75,497** |
| 489,900 | 2,977 | 2,940 | 0,797 | 987,571 | 76,000 | 984,643 | 267,719 | 716,924 | 83,949 |
| 617,600 | 2,829 | 3,240 | 0,594 | 1 145,281 | 76,000 | 1 142,757 | 209,968 | 932,788 | 85,342 |
| 815,300 | 2,532 | 3,590 | 0,402 | 1 417,852 | 76,000 | 1 415,813 | 158,768 | 1 257,045 | 86,540 |
| 1 245,000 | 1,938 | 4,120 | 0,205 | 2 125,903 | 76,000 | 2 124,544 | 105,779 | 2 018,765 | 87,844 |
| 1 686,000 | 1,575 | 4,360 | 0,122 | 2 768,254 | 76,000 | 2 767,211 | 77,460 | 2 689,750 | 88,382 |
| 2 126,000 | 1,313 | 4,490 | 0,780 | 3 419,650 | 76,000 | 3 418,805 | 594,059 | 2 824,746 | 88,459 |
| 2 820,000 | 0,925 | 4,630 | 0,044 | 5 005,405 | 76,000 | 5 004,828 | 47,568 | 4 957,261 | 89,122 |
| 4 518,000 | 0,250 | 4,730 | 0,016 | 18 920,000 | 76,000 | 18 919,847 | 64,000 | 18 855,847 | 89,769 |
| 8 250,000 | 0,125 | 4,790 | 0,003 | 38 320,000 | 76,000 | 38 319,925 | 24,000 | 38 295,925 | 89,886 |

***\*tučně*** *– vypočtená rezonanční frekvence*

# GRAF

# VÝPOČTY:

Výpočet rezonanční frekvence :

Výpočet impedance cívky :

Výpočet induktivní reaktance cívky:

Výpočet kapacitní reaktance kondenzátoru:

Výpočet celkové reaktance obvodu:

Při proudu 1 mA je reaktance kapacitního charakteru (napětí se zpožďuje za proudem).

Výpočet fázového posunu :

Určení přímek a na kterých leží body měření, mezi kterými dochází k protnutí průběhů:

Směrové vektory a přímek a :

Normálové vektory a přímek a :

Obecná rovnice přímky :

Obecná rovnice přímky :

Nalezení průniku obou rovnic pomocí soustavy dvou rovnic (řešeno sčítací metodou):

K průniku obou rovnic dochází v bodě K rezonanci obvodu tím pádem dochází při frekvenci přibližně . Což je absolutní chyba přibližně , relativní přibližně .

# SPOLUPRACOVALI:

Kotek Lubomír

# ZÁVĚR:

Všechny úkoly se zadání byly splněny, během měření jsem si nevšiml žádných chyb nebo logických nesrovnalostí. Při psaní protokolu jsem si všiml několik chyb měření, které se projevily „zubem“ v grafu, ale naštěstí výrazně neovlivňují výpočet skutečné rezonanční frekvence.

Další nesrovnalosti, které jsem si všiml, byl vyšší elektrický odpor cívky než celková impedance cívky. Což logicky není možné. Chyba byla ve špatných jednotkách ( místo ). Příště bych volil více měření v oblasti rezonance, aby se povedlo zaznamenat napěťovou špičku a přesněji vypočítat skutečnou rezonanční frekvenci z grafu.

Ověřením rezonanční frekvence pomocí grafu jsem vypočetl hodnotu přibližně , která se liší přibližně o od vypočtené (relativní chyba přibližně ).