

Технически университет – София

Катедра приложна физика

Протокол № Факултет: Специалност: Група:
Студент: Фак №

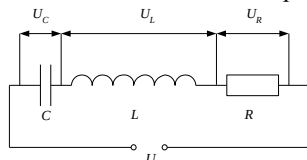
Упражнение № 4 Определяне на диелектрична проникваемост

1. Цел на упражнението:

2. Схема на опитната постановка:

3. Кратко теоретично въведение:

Диелектриците са вещества в които няма свободни електрични заряди, но има свързани заряди в атомите и молекулите. Положителният заряд на всеки атом е съсредоточен в ядрото, а отрицателния – в електронната му обвивка. Така всеки атом или молекула може да се разглежда като електричен дипол. Внасянето на диелектрик в електрично поле води до поляризация на диелектрика – процес на ориентиране на диполите във външното електрично поле. В резултат на това в диелектрика се създава електрично поле, насочено обратно на външното. За характеризирание свойствата на диелектриците се въвежда величината относителна диелектрична проникваемост ϵ . Тя показва колко пъти силата на взаимодействие между електричните заряди в диелектрика е по-малка от силата на тяхното взаимодействие във вакуум. Определянето на диелектричната проникваемост на твърдо тяло може да стане чрез резонансен метод. За целта се използва променливотокова верига, състояща се от последователно свързани резистор със съпротивление R , бобина с индуктивност L и плосък кондензатор с капацитет C – последователен трептящ кръг.



В идеален трептящ кръг (съставен само от намотка с индуктивност L и кондензатор с капацитет C) можем да възбудим незатихващи трептения със собствена кръгова честота $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$. В реалния трептящ кръг винаги има съпротивление на

соединителните проводници и намотката, но то е много по-малко от съпротивлението на включения резистор R и може да се пренебрегне. Електромагнитното трептене в реален трептящ кръг е аналогично на затихващо механично трептене, а съпротивлението R на контура е аналог на коефициента на триене r . Така честотата на затихващото

трептене вече зависи и от съпротивлението R на веригата – $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$. За да се получи реално незатихващо

трептене трябва, както и в случая на механичните трептения, да се внася енергия в системата т.е. в трептящия кръг да се включи източник на ЕДН. При това външното ЕДН трябва да се променя по периодичен закон.

Явлението при което амплитудата на принудените трептения рязко нараства при определена кръговата честота на външното ЕДН се нарича резонанс. Ако нараства напрежението върху кондензатора, този резонанс се нарича резонанс на

напрежение. За резонансната кръгова честота $\omega_{r,U}$ се получава формулата $\omega_{r,U} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{2L^2}}$. Когато нараства рязко токът

във веригата, имаме резонанс на ток. Той се получава при собствената честота на трептящия кръг – $\omega_{r,I} = \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$. Тъй

като ние измерваме напрежението върху резистора, а то е пропорционално на тока във веригата, резонанса, който регистрираме, е резонанс на ток.

В нашия експеримент ще използваме плосък кондензатор. Неговият капацитет се определя от формулата $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$,

където ϵ е диелектричната проникваемост на диелектрика в кондензатора, ϵ_0 – диелектричната проникваемост на вакуума,

S и d са съответно площта на плочите и разстоянието между тях. Когато между плочите на плоския кондензатор има диелектрик, резонансната честота на трептящия кръг ще бъде $\omega_1 = 2\pi f_1 = \sqrt{1/LC_1} = \sqrt{d/L\epsilon\epsilon_0 S}$, а ако заменим диелектрика с въздух ($\epsilon \approx 1$): $\omega_2 = 2\pi f_2 = \sqrt{1/LC_2} = \sqrt{d/L\epsilon_0 S}$. След разделяне на двата израза се получава:

$$(1) \quad \epsilon = f_2^2 / f_1^2.$$

Абсолютната грешка ще определяме по метода на Гаус от десетте измервания – $\Delta\epsilon = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta\epsilon_i)^2}{n(n-1)}}$, относителната – като

$\eta = \Delta\epsilon / \epsilon_{\text{ср}}$, а процентната грешка е $\eta\% = \eta \cdot 100$.

4. Експериментални задачи:

Определяне на диелектричната проницаемост на стъкло и полистирол

Стъклената плоча се поставя между плочите на кондензатора. Променя се честотата на подаваното напрежение до получаване на резонанс. Отчита се резонансната честота f_1 . Изважда се плочата и се търси резонансната честота f_2 в този случай. По формула (1) се пресмята относителната диелектрична проницаемост. Провеждат се десет измервания и резултатите се нанасят в таблица. Пресмята се средната стойност от десетте измервания.

Заменя се стъклената плоча с полистиролова и се повтаря описаната по-горе процедура.

5. Въпроси за самоподготовка:

Кой процес се нарича поляризация на диелектрик?

Защо честотата се отчита при максимална стойност на напрежението върху резистора?

Защо плочите на кондензатора трябва да прилепват плътно до изследвания диелектрик?

Възможно ли е по описаната процедура да се определи диелектричната проницаемост на въздуха?

6. Опитни данни:

№	f_{1i} [kHz]	f_{2i} [kHz]	ϵ_i	$\Delta\epsilon_i$	$(\Delta\epsilon_i)^2$	f_{1i} [kHz]	f_{2i} [kHz]	ϵ_i	$\Delta\epsilon_i$	$(\Delta\epsilon_i)^2$
СТЪКЛО						ПОЛИСТИРОЛ				
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
			$\epsilon_{\text{ср}} =$	$\Sigma(\Delta\epsilon_i)^2 =$					$\epsilon_{\text{ср}} =$	$\Sigma(\Delta\epsilon_i)^2 =$

$\Delta\epsilon =$

$\eta\% =$

$\Delta\epsilon =$

$\eta\% =$

7. Резултати и преценка на точността:

$\epsilon =$ $\pm$

$\epsilon =$ $\pm$

$\epsilon =$ $\pm$

$\epsilon =$ $\pm$

Подпис на студента:

Дата

Подпис на асистента: