

Київський національний університет ім. Т.Г.Шевченка
Радіофізичний факультет

Звіт з лабораторної роботи
«Відкритий діелектричний резонатор НВЧ»

Студента IV курсу
Кафедри Нанофізики та Наноелектроніки
Кухельного Кирила

Київ 2016

Мета роботи:

1. Вивчення основних властивостей та особливостей діелектричних резонаторів НВЧ
2. Ознайомлення з методами зміни добротності коливальних НВЧ систем

Методика роботи:

1. Ознайомитися з принципами роботи та основними характеристиками відкритих діелектричних резонаторів НВЧ
2. Вивчити методи вимірювання добротності резонаторів у тому числі метод коефіцієнту стоячої хвилі
3. Скласти блок схему експериментальної установки та ознайомитися з описами приладів що її складають
4. Вивчити характеристики ВДР у коротко замкнутому хвилеводі при частотно-модульованому режимі роботи генератора. Зняти залежності частоти, добротності, та коефіцієнту зв'язку ВДР з хвилеводом при різних положеннях коротко замикаючого поршню та ВДР у хвилеводі.
5. Виміряти добротність ВДР методом коефіцієнту стоячої хвилі. Виміряти смугу пропускання граничного та діафрагмованого хвилеводу з ВДР.

Короткі теоретичні відомості:

Як відомо добротність зв'язку дорівнює

$$Q_{зв} = \omega L / n^2 Z_0$$

А навантажена добротність

$$Q_H = \omega_0 L / (n^2 Z_0 + R_0)$$

Згідно цих формул між цими добротностями існує зв'язок

$$\frac{1}{Q_H} = \frac{1}{Q_0} + \frac{1}{Q_{зв}}$$

Причому кожен з цих добротностей можна розрахувати як:

$$Q_H = \frac{f_0}{\Delta f_H} Q_{зв} = \frac{f_0}{\Delta f_{зв}} Q_0 = \frac{f_0}{\Delta f_0}$$

Коефіцієнт зв'язку резонатора з навантаженням β – відношення випроміненої потужності до потужності, що розсіюється на стінках резонатора. $\beta = \frac{Q_0}{Q_{зв}}$

Причому у точці резонансу $\begin{cases} \beta = \frac{1}{k_c}, \text{ коли } \beta < 1 \\ \beta = k_c, \text{ коли } \beta > 1 \end{cases}$.

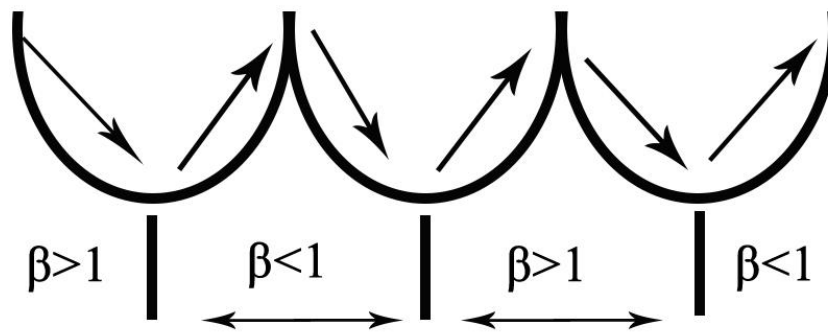
Знайшовши β в резонансі, за залежностями КСХН від частоти можна розрахувати точки половинної потужності та відповідні ним ширини резонансних кривих Δf_i . За цими ширинами обраховуються відповідні добротності.

Знайти точки половинної потужності можна, скористувавшись виразами:

$$(k_{c\frac{1}{2}})_0 = \frac{2 + \beta^2 + \sqrt{4 + \beta^4}}{\beta}$$

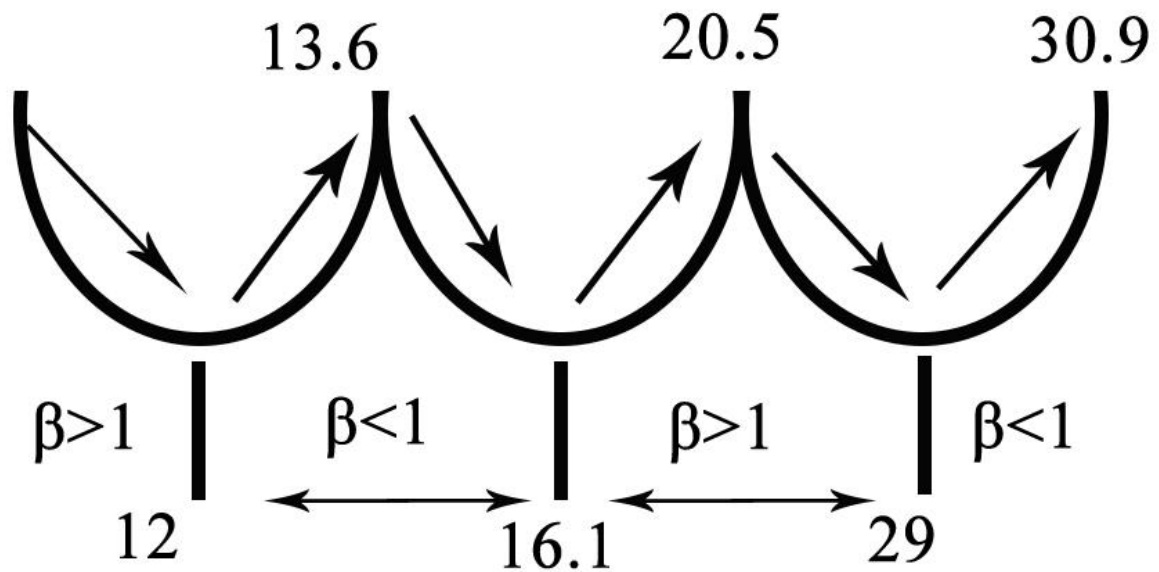
$$(k_{c\frac{1}{2}})_H = \frac{2 + \beta + \beta^2 + (1 + \beta)\sqrt{1 + \beta^2}}{\beta}$$

$$(k_{c\frac{1}{2}})_{зв} = \frac{2 + 2\beta^2 + \sqrt{1 + 4\beta^2}}{2\beta}$$



При зв'язку $\beta = 1$ КСХ при резонансі $k=1$ тобто від резонанса відсутні відображення і вся потужність розсіюється всередині його. Такий зв'язок називається критичним. Зв'язок же до і після називається до і післякритичним відповідно

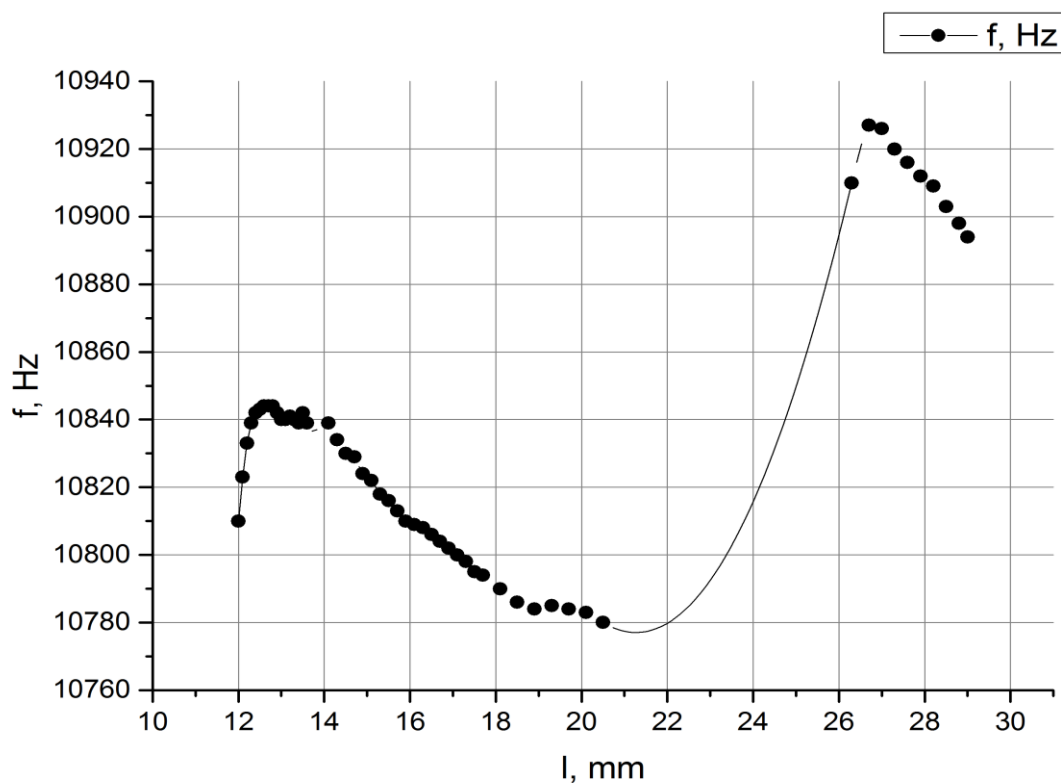
Хід Роботи



Згідно малюнку можна бачити, що після перетинання позиції 12 , 16,1 та 29 що є позиціями критичного зв'язку, тип зв'язку змінюється на протилежний з докритичного на післякритичний і навпаки якщо перетинання іде в протилежний бік.

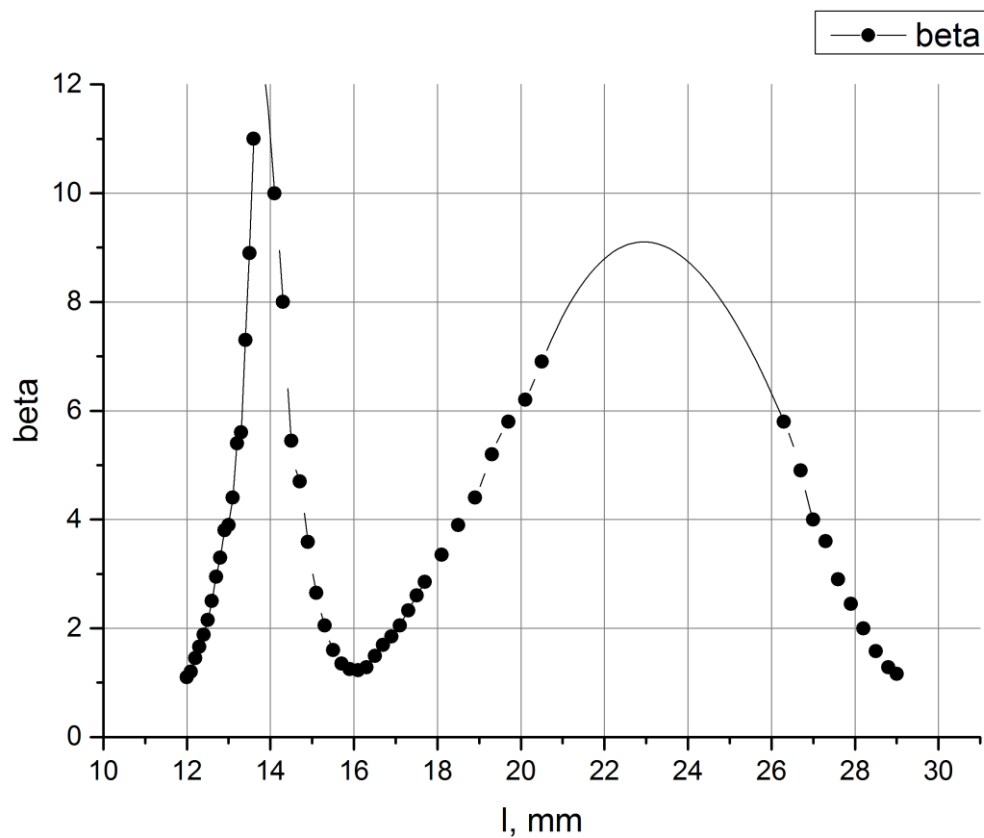
Першим виміром в ході роботи було зняття залежності частоти від положення барабана . Так як не в усіх точках була можливість зняти виміри на графіку можна бачити проміжок від 20-26 де зв'язок змінився на докритичний. Також можна бачити резонансний пік на 13,6.

№	f0	№	f0
12	10810	16,1	10809
12,1	10823	16,3	10808
12,2	10833	16,5	10806
12,3	10839	16,7	10804
12,4	10842	16,9	10802
12,5	10843	17,1	10800
12,6	10844	17,3	10798
12,7	10844	17,5	10795
12,8	10844	17,7	10794
12,9	10842	18,1	10790
13	10840	18,5	10786
13,1	10840	18,9	10784
13,2	10841	19,3	10785
13,3	10840	19,7	10784
13,4	10839	20,1	10783
13,5	10842	20,5	10780
13,6	10839	26,3	10910
14,1	10839	26,7	10927
14,3	10834	27	10926
14,5	10830	27,3	10920
14,7	10829	27,6	10916
14,9	10824	27,9	10912
15,1	10822	28,2	10909
15,3	10818	28,5	10903
15,5	10816	28,8	10898
15,7	10813	29	10894
15,9	10810		



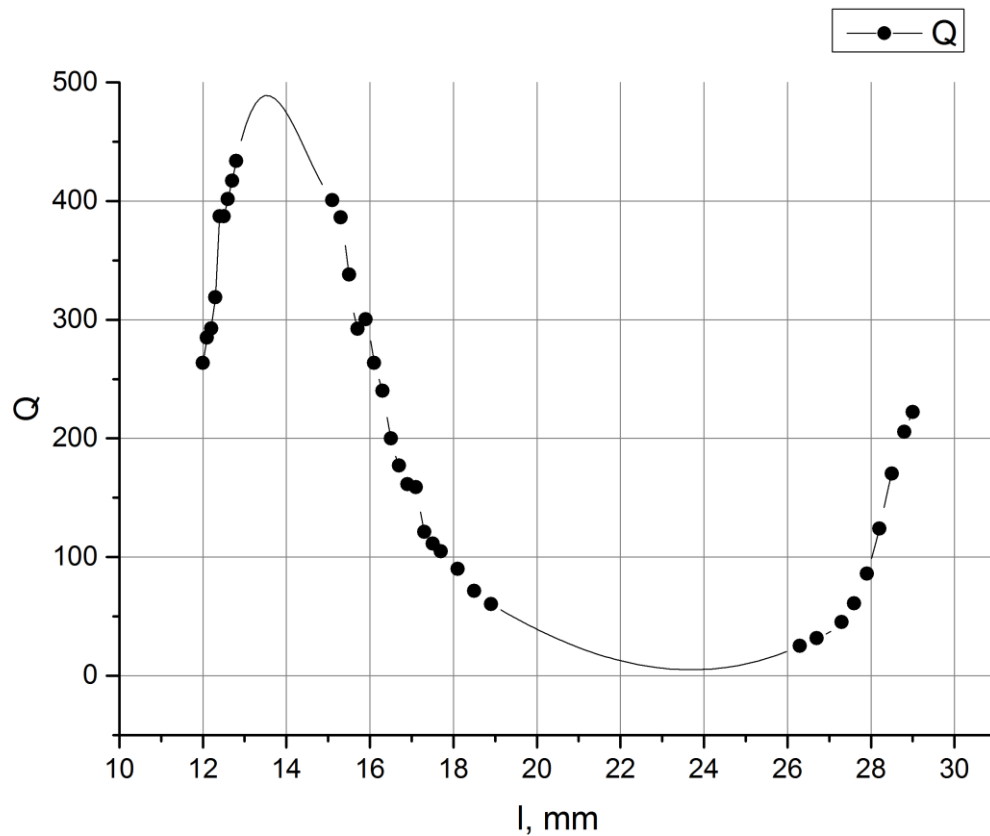
Наступним виміром було зняття залежності коефіцієнта зв'язку β . Власне на графіку можна бачити саму залежності, на якій власне також присутній відрізок де виміри зняти було неможливо. Власне це є переходом з докритичного на післякритичний зв'язок, де один пік вже зник, а інший ще немає можливості спостерігати.

β	№	β	№
1,1	12	1,23	16,1
1,2	12,1	1,29	16,3
1,81	12,2	0,67	16,5
1,66	12,3	0,59	16,7
1,88	12,4	0,54	16,9
2,15	12,5	0,49	17,1
2,5	12,6	0,43	17,3
2,95	12,7	0,38	17,5
3,3	12,8	0,35	17,7
3,8	12,9	0,30	18,1
3,9	13	0,26	18,5
4,4	13,1	0,23	18,9
5,4	13,2	0,19	19,3
5,6	13,3	0,17	19,7
7,3	13,4	0,16	20,1
8,9	13,5	0,14	20,5
11	13,6	0,17	26,3
10	14,1	0,20	26,7
8	14,3	0,25	27
5,45	14,5	0,28	27,3
4,7	14,7	0,34	27,6
3,59	14,9	0,41	27,9
2,65	15,1	0,50	28,2
2,05	15,3	0,63	28,5
1,6	15,5	0,78	28,8
1,35	15,7	0,86	29
1,1	15,9		



Наступним виміром було зняття добротності від положення барабана. У зв'язку з тим що при дуже малих розмірах піка, де не можна було зняти $k_{1/2}$ розрахунок добротності був неможливий.

Q	№	Q	№
263,66	12	263,63	16,1
284,82	12,1	240,18	16,3
292,78	12,2	200,11	16,5
318,79	12,3	177,11	16,7
387,21	12,4	161,22	16,9
401,59	12,5	158,82	17,1
387,29	12,6	121,33	17,3
433,76	12,7	111,29	17,5
417,08	12,8	104,80	17,7
	12,9	89,92	18,1
	13	71,43	18,5
	13,1	60,25	18,9
	13,2		19,3
	13,3		19,7
	13,4		20,1
	13,5		20,5
	13,6	25,08	26,3
	14,1	31,49	26,7
	14,3		27
	14,5	45,31	27,3
	14,7	60,98	27,6
	14,9	85,92	27,9
400,81	15,1	123,97	28,2
386,36	15,3	170,36	28,5
338,00	15,5	205,62	28,8
292,24	15,7	222,33	29
300,28	15,9		



Також було виміряно смугу пропускання яка становить $\Delta f = 0.135 \text{ GGz}$
 Та довжину хвилі $\langle \lambda \rangle = 17,2 \text{ мм}$

2.Змінімо схему установки і знайдемо основні параметри амплітудо-частотної характеристики діафрагмованого хвильоводу з резонатором.

Ослаб., дБ	f1, ГГц	f2, ГГц	Lmaxв, дБ	Lmaxн, дБ	f(Lmaxв), ГГц
-0,55	9,233	9,233	-5	-0,55	9,410
-3	9,185	9,292			
-3,55	9,175	9,300			
-3,8	9,176	9,303			
-10	9,094	9,376			

Власна добротність резонатора $Q_0 = \frac{f_{res}}{\Delta f} = \frac{9.250}{9.327-9.192} = 68.52$,

Також було виміряно смугу пропускання яка становить $\Delta f = 0.135 \text{ GGz}$
 Частота паразитного резонансу $f(L_{\text{maxв}})=9,41 \text{ ГГц}$. Крутість АЧХ визначена по ослабленню зліва – 88,9, праворуч – 72,7.

Висновок

Ми опанували методику визначення добротності за коефіцієнтом стоячої хвилі. Отримані результати наглядно демонструють, що при обрахунку параметрів системи заснованої на резонаторі потрібно враховувати не тільки його власну добротність, але і добротність зв'язку. Дана методика також дозволяє визначити довжину хвилі у системі, за рахунок періодичності стоячої хвилі. Якщо у діафрагму, що стоїть у хвилеводі, вставити ВДР, то при резонансі проходження енергії крізь діафрагму поліпшується.

1. Довжина хвилі $\frac{\lambda}{2} \sim 17,2$ мм

2. Власна добротність резонатора $Q_0 = \frac{f_{res}}{\Delta f} = \frac{9.250}{9.327-9.192} = 68.52$

3. Смуга пропускання отриманого фільтра $\Delta f = 0.135$ ГГц

4. Частота паразитного резонансу $f(L_{max})=9,41$ ГГц.

Крутість АЧХ визначена по ослабленню зліва – 88,9, праворуч – 72,7.

Отже можна сказати що використання діелектриків з великими значеннями діелектричної проникності дозволяє створювати набагато менші за розмірами діелектричні резонатори на їх основі. Врахування добротності зв'язку є дуже важливим, адже можна створити такі умови, коли енергія з хвилеводу взагалі не потраплятиме у резонатор і говорити про його власну добротність буде взагалі недоречно. Введення ВДР у граничний хвилевід дозволяє поліпшити передачу енергії між двома хвилеводами на частотах близьких до резонансної частоти ВДР.