

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра ТОР

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №5
по дисциплине «Основы метрологии и радиоизмерений»
Тема: Измерение параметров линейных компонентов цепи

Студенты гр. 0183

Огнева Е.Н.

Варламова А.А.

Шапошник Е.О.

Преподаватель

Данилин А.А.

Санкт-Петербург

2022

Цель работы

Изучение методов измерения параметров линейных компонентов, а также основных технических характеристик, устройства и применения измерителя иммитансных параметров Е7-15.

Обработка результатов

Задание №1 Измерение сопротивлений резисторов прибором Е7-15

m	R ₁ , кО м	R ₂ , кО м	R ₃ , кО м	R ₄ , кО м	R ₅ , кО м	R ₆ , кО м	R ₇ , кО м	R ₈ , кО м	R ₉ , кО м	R ₁₀ , кО м	\bar{R} , кО м	$\overline{\Delta R}$, кО м	σ^2	δ_1 , %	δ_2 , %
10	11,83	11,96	11,96	12,10	12,01	11,94	11,91	11,94	11,93	11,91	11,95	-0,05	2,84	-10,31	9,48
20	11,93	11,89	11,96	11,88	11,86	11,96	11,94	11,89	11,94	11,87	11,91	-0,09	1,98	-6,22	4,72
30	11,92	11,90	11,91	11,87	11,94	11,98	11,99	11,87	11,97	11,95	11,93	-0,07	1,88	-4,84	3,68

Таблица 1. Измерение сопротивления резисторов

Для измерения сопротивления резисторов рассчитаем следующие статистические параметры, характеризующие разброс их значений:

Среднее значение сопротивления:
$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

Среднее значение отклонения от номинального значения: $\overline{\Delta R} = \bar{R} - R_{ном}$
 $R_{ном} = 12 \text{ кОм}$

Выборочная дисперсия:
$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2$$

Границы доверительного интервала:
$$\delta_{1,2} = \frac{100[\overline{\Delta R} \pm t(\gamma, m)\sqrt{\sigma^2/m}]}{R_{ном}}$$
, где $t(\gamma)$

- коэффициент Стьюдента, $t(0.95;10)=2.228$; $t(0.95;20)=2.086$; $t(0.95;30)=2.042$.

Задание №2. Измерение емкостей конденсаторов прибором Е7-15

Таблица 2. Измерение емкости конденсаторов

m	C ₁ , пФ	C ₂ , пФ	C ₃ , пФ	C ₄ , пФ	C ₅ , пФ	C ₆ , пФ	C ₇ , пФ	C ₈ , пФ	C ₉ , пФ	C ₁₀ , пФ	\bar{C} , пФ	$\overline{\Delta C}$, пФ	σ^2	δ_1 , %	δ_2 , %
---	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	-------------------------	-------------------	-------------------------------	------------	-------------------	-------------------

10	1183	1175	1164	1164	1201	1193	1192	1163	1245	1205	1188	-12	635,44	-2,48	0,47
20	1209	1189	1189	1173	1219	1214	1185	1153	1169	1212	1191	-9	531,21	-1,65	0,14
30	1191	1188	1188	1188	1223	1172	1271	1177	1221	1218	1204	4	624,76	-0,44	1,11

Таблица 2. Измерение емкости конденсаторов

Для измерения емкости конденсаторов рассчитаем следующие статистические параметры, характеризующие разброс их значений:

Среднее значение емкости:
$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n}$$

Среднее значение отклонения от номинального значения: $\Delta \bar{C} = \bar{C} - C_{ном}$
 $C_{ном} = 1200$ пФ

Выборочная дисперсия:
$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2$$

Границы доверительного интервала:
$$\delta_{1,2} = \frac{100[\Delta \bar{C} \pm t(\gamma, m)\sqrt{\sigma^2/m}]}{C_{ном}}$$
, где $t(\gamma, m)$

- коэффициент Стьюдента, $t(0.95;10)=2.228$; $t(0.95;20)=2.086$; $t(0.95;30)=2.042$.

Задание №3 Измерение емкости и фактора потерь сегнетокерамического конденсатора

Частота	C, нФ	Посл/Парал	Предел	D	C', нФ	ΔC, нФ	ΔD	R, Ом
1 кГц, ВЫКЛ	269,4	Посл	5	0,041	1600	0,0037	0,064	14409
1 кГц, ВКЛ	258	Посл	5	0,038	1600	0,0036	0,067	16233
100 Гц, ВЫКЛ	291	Парал	4	0,048	1600	1,77	0,0083	113942
100 Гц, ВКЛ	280	Парал	4	0,051	1600	1,74	0,0086	11453

Таблица 3. Значения фактора потерь конденсатора

Измерим следующие параметры:

Погрешность измерения емкости: $\Delta C = [2,5(1+D)C + 0.63C'] \cdot 10^{-3}$ для предела 4 и $\Delta C = [2,5(1+D) + 6, \frac{3 \cdot C}{C'}] \cdot 10^{-3} C$ для предела 5.

Погрешность измерения фактора потерь:
 $\Delta D = 2.5 \cdot 10^{-3}(1+D^2) + 1 \cdot 10^{-3} \frac{C'}{C}(1+D)$ для предела 4 и
 $\Delta D = 2.5 \cdot 10^{-3}(1+D^2) + 10 \cdot 10^{-3} \frac{C'}{C}(1+D)$ для предела 5

Сопротивление потерь конденсатора: $D = 1/\omega CR$, $\omega = 2\pi f$, значит $R = 1/2\pi fCD$

Задание №4 Измерение индуктивности и фактора потерь катушки с ферромагнитным сердечником

Частота	L, мГн	Посл/Парал	Предел	D	L', мГн	ΔL , мГн	ΔD	Q	ΔQ
1 кГц	50,2	Посл	5	0,048	160	0.10342	0,0058	20,83	2
100 Гц	50,2	Посл	6	0,451	160	0.104435	0,0076	2,21	0,03

Таблица 4. Значения фактора потерь конденсатора

Измерим следующие параметры:

Погрешность измерения емкости: $\Delta L = [2,5(1+D)L + 0.63L'] \cdot 10^{-3}$ для предела 5-6.

Погрешность измерения фактора потерь:
 $\Delta D = 2.5 \cdot 10^{-3}(1+D^2) + 1 \cdot 10^{-3} \frac{L'}{L}(1+D)$ для предела 5-6.

Погрешность измерения добротности:
 $\Delta Q = 2.5 \cdot 10^{-3}(1+Q^2) + 0.63 \cdot 10^{-3} \frac{L'}{L}Q(1+Q)$ для предела 5-6.

$$D = 1/Q$$

Выводы:

В ходе выполнения лабораторной работы мы изучили методы измерения параметров линейных компонентов, а также основные технические характеристики, устройство и применение измерителя иммитансных параметров Е7-15. Мы измерили сопротивления 30 резисторов и емкости 30 конденсаторов, произвели статистическую обработку результатов измерений. Также мы измерили значения факторов потерь для конденсаторов и катушек на разных частотах