



**МОСТИ ЗМІННОГО СТРУМУ
ВИСOKOВOЛТНІ АВТОМАТИЧНІ
СА7100М1**

Керівництво з експлуатації
Частина 1. Технічна експлуатація
АМАК.411213.007 КЕ

Київ

ЗМІСТ

1 ПРИЗНАЧЕННЯ І ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ.....	4
2 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	5
3 КОМПЛЕКТНІСТЬ	9
4 БУДОВА І РОБОТА МОСТА	12
4.1 Основні складові частини Моста і функції, що ними виконуються.....	12
4.2 Конструкція Моста	16
4.3 Маркування	21
5 ПЕРЕЛІК ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ	21
6 ПІДГОТОВКА МОСТА ДО РОБОТИ.....	22
6.1 Установка програмного забезпечення Моста на ПК	22
6.2 Дані, які необхідно знати перед початком вимірювань.....	24
6.3 Деякі відомості по роботі з програмою	25
6.4 Робота з архівом.....	27
6.5 Заряд акумулятора	29
7 РОБОТА З МОСТОМ	30
7.1 Підготовка до вимірювання	30
7.2 Вимірювання паразитної ємності, що шунтирує вхід "Сх" БВ при підключеному тризатисковому конденсаторі	30
7.3 Вимірювання паразитної ємності, що шунтує вхід "Сх" БВ, при визначенні тангенса кута втрат ізоляції кабеля	32
7.4 Вимірювання ємності Сх і тангенса кута втрат tgδх на 1...4 піддіапазонах.....	34
7.5 Визначення тангенса кута втрат ізоляції кабелів.....	36
7.6 Вимірювання ємності і тангенса кута втрат на 5 і 6 піддіапазонах з використанням Розширювача діапазону CA7150	38
8 ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ	40
8.1 Підтримка працездатності і справності Моста.....	40
8.2 Заміна акумулятора	41
8.3 Ремонт вимірювальних кабелів КИ1, КИ2, КИ3 і КИ4.....	41
9 ПРАВИЛА ЗБЕРІГАННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ	41

КОНТАКТНА ІНФОРМАЦІЯ І ТЕХНІЧНА ПІДТРИМКА

Поштова адреса: Україна, 04128, м. Київ, а/с 33, ТОВ "ОЛТЕСТ"
Юридична адреса: Україна, 03056, м. Київ, пр. Перемоги, 37/1,
кв. 11, ТОВ "ОЛТЕСТ"

Е-mail: info@oltest.ua

Тел.: 380-44-537-08-01, 380-44-227-66-65, 380-44-331-46-21

УВАГА!**ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПЕРСОНАЛУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВИМІРЮВАНЬ:**

- робоче місце оператора повинно розташовуватися за межами огороженої зони;
- при проведенні вимірювань кабель Пристрою зарядного повинен бути відключений від Блоку вимірювального;
- корпус Блоку вимірювального і підключені до нього елементи вимірювальної схеми при використанні можуть перебувати під небезпечною для життя напругою, тому доторкатися до них після подачі робочої напруги заборонено.

ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМІРЮВАНЬ ЄМНОСТІ ТА ТАНГЕНСА КУТА ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ВТРАТ В МЕЖАХ ДОЗВОЛЕНИХ ПОХИБОК:

- при кожному вимірі повинні бути введені значення паразитної ємності $C_{ко}$, що шунтує вхід "Со" Моста, і паразитної ємності об'єкта вимірювання $C_{кх}$, що шунтує вхід "Сх" Моста¹;
- всі вимірювання C і $\tan\delta$ рекомендується проводити в режимі накопичення;
- при проведенні вимірювань в вимірювальній схемі не повинно бути коронних розрядів.

ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ МОСТА:

- заряд акумулятора повинен здійснюватися в міру його розряду, але не рідше ніж 1 раз на 6 місяців;
- радіус вигину кабелю оптоволоконного повинен бути не менше 50 мм.

ВИКЛЮЧЕННЯ БЛОКУ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ЗДІЙСНЮЄТЬСЯ:

- автоматично, через 20 хвилин після останнього звернення до нього²;
- вручну, через основне діалогове вікно програми, що здійснює керування процесом вимірювання.

¹ При роботі з Розширювачем діапазону CA7150 значення ємності $C_{кх}$ не вносити.

² Функція автоматичного виключення Блоку вимірювального може бути відключена в налаштуваннях

Це керівництво з експлуатації містить відомості, необхідні для правильної та безпечної експлуатації Мостів змінного струму високовольтних автоматичних CA7100M1 (далі - Мости, Міст). До таких відомостей належить інформація щодо призначення і області застосування Мостів, їх технічні характеристики, будову та принцип дії, підготовку до роботи, порядок роботи і технічне обслуговування.

1 ПРИЗНАЧЕННЯ І ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Мости призначені для прецизійного вимірювання ємності і тангенсу кута діелектричних втрат.

Мости CA7100M1 можуть містити в складі комплекту зовнішній еталонний конденсатор вимірювальний високовольтний. Тип конденсатора, номінальне значення ємності і максимальна робоча напруга конденсатора визначається при замовленні.

При використанні конденсатора еталонного, що не входить до комплекту Моста, номінальне значення його ємності повинно знаходитись в діапазоні від 10 пФ до 10000 пФ.

1.2 Область застосування Мостів – організації та фірми, що здійснюють метрологічні дослідження, перевірку, калібрування зразкових мір ємності і тангенсу кута втрат, вимірювання ємності і тангенсу кута втрат силових конденсаторів, а також визначення тангенсу кута втрат кабелів згідно з ГОСТ12179-76.

1.3 Мости можуть експлуатуватись у виробничих цехах.

1.4 Нормальні умови застосування Мостів:

- температура оточуючого повітря – $(20 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$;
- відносна вологість повітря – до 80 % за температури $25 \text{ }^\circ\text{C}$ без конденсації вологи;
- форма кривої робочої напруги – синусоїдальна;
- коефіцієнт гармоник робочої напруги – не більше за 5 %.

1.5 Робочі умови застосування Мостів:

- температура оточуючого повітря – от 0 до $40 \text{ }^\circ\text{C}$;
- відносна вологість повітря – до 80 % за температури $25 \text{ }^\circ\text{C}$ без конденсації вологи.

2 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Міст одночасно автоматично вимірює:

– ємність і тангенс кута діелектричних втрат (далі – тангенс кута втрат);

– дійсне значення першої гармоніки напруги, що прикладена до еталонного конденсатора;

– частоту напруги, що прикладена до еталонного конденсатора.

2.2 При вимірюваннях слід використовувати еталонний конденсатор. Номінальне значення ємності еталонного конденсатора повинно знаходитись в діапазоні від 10 пФ до 10000 пФ. В разі використання еталонного конденсатора з номінальним значенням ємності, що знаходиться за межами вказаного діапазону значень, точність вимірювань буде зниженою.

2.3 Діапазон вимірювань ємності Мостом без Розширювача діапазону CA7150 (далі – Розширювач CA7150) – від 0 до $1000 \cdot C_0$, де C_0 – номінальне значення ємності еталонного конденсатора, Ф, з розбивкою на чотири піддіапазони вимірювань (далі – п/д):

– 1 п/д – від $0,01 \cdot C_0$ до C_0 ;

– 2 п/д – від C_0 до $10 \cdot C_0$;

– 3 п/д – від $10 \cdot C_0$ до $100 \cdot C_0$;

– 4 п/д – від $100 \cdot C_0$ до $1\,000 \cdot C_0$.

2.4 Діапазон вимірювань ємності Моста з Розширювачем діапазону CA7150 – від $0,01 \cdot C_0$ до $100\,000 \cdot C_0$, де C_0 – номінальне значення ємності еталонного конденсатора, Ф, в цьому випадку до 1-4 п/д вимірювань додаються наступні п/д³:

– 5 п/д – від $1\,000 \cdot C_0$ до $10\,000 \cdot C_0$;

– 6 п/д – від $10\,000 \cdot C_0$ до $100\,000 \cdot C_0$.

2.5 Діапазон вимірювань тангенсу кута втрат – від 0 до 1,1.

2.6 Діапазон вимірювань робочої напруги, що прикладена до еталонного конденсатора, складає:

від $U_{\min} = I_{C_0 \min} / 2\pi \cdot f_p \cdot C_0$ до $U_{\max} = I_{C_0 \max} / 2\pi \cdot f_p \cdot C_0$, але не більше, ніж максимально допустиме значення напруги еталонного конденсатора,

де $I_{C_0 \min}$ і $I_{C_0 \max}$ – мінімальне і максимальне значення струму еталонного конденсатора у відповідності з 2.8, А; f_p – частота робочої напруги, Гц; C_0 – ємність еталонного конденсатора, що підключений до входу C_0 Моста, Ф.

2.7 Діапазон допустимих значень частоти робочої напруги – від 49 Гц до 51 Гц.

³ Якщо при вимірюванні ємності відбувається перевищення діапазону допустимих значень сили струму, що протікає через об'єкт вимірювання (таблиця 2.1), допускається проведення вимірювання на наступному п/д.

2.8 Діапазон допустимих значень сили струму в ланцюзі еталонного конденсатора – від 10 мкА до 10 мА.

2.9 Піддіапазони вимірювань ємності, допустимі значення сили струму, що протікає крізь об'єкт вимірювання, а також границі допустимих похибок при вимірюванні ємності і тангенса кута втрат без урахування похибок еталонного конденсатора наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

№ п/д	C_x/C_0	Допустима сила струму в ланцюзі об'єкту вимірювання, А	Границі основної допустимої відносної похибки моста при вимірюванні ємності δ_c , %	Границі основної допустимої абсолютної похибки моста при вимірюванні тангенса кута втрат $\Delta_{tg\delta}$
1	0,01...0,1	0...0,5	$\pm[2 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-4} \cdot (C_0/C_x - 10) + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[2 \cdot 10^{-5} + 2 \cdot 10^{-6} \cdot (C_0/C_x - 10) + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$
	0,1...1,0		$\pm[1 \cdot 10^{-3} + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[1 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$
2	1,0...10			
3	10...10 ²			
4	10 ² ...10 ³			
5*	10 ³ ...10 ⁴	0,03...5	$\pm[5 \cdot 10^{-3} + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[5 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$
6*	10 ⁴ ...10 ⁵	0,3...50	$\pm[5 \cdot 10^{-3} + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[5 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$

* – з використанням Розширювача CA7150

2.10 Піддіапазони вимірювання ємності, допустимі значення сили струму, що протікає через об'єкт вимірювання, а також границі допустимих похибок Моста CA7100M1 при вимірюванні ємності і тангенса кута втрат з урахуванням похибок еталонного конденсатора, що входить до комплекту, наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

№ п/д	C_x/C_0	Допустима сила струму в ланцюзі об'єкту вимірювання, А	Границі основної допустимої відносної похибки моста при вимірюванні ємності δ_c , %	Границі основної допустимої абсолютної похибки моста при вимірюванні тангенса кута втрат $\Delta_{tg\delta}$
1	0,01...0,1	0...0,5	$\pm[5 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-4} \cdot (C_0/C_x - 10) + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[5 \cdot 10^{-5} + 2 \cdot 10^{-6} \cdot (C_0/C_x - 10) + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$
	0,1...1,0			
2	1,0...10		$\pm[4 \cdot 10^{-3} + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[4 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$
3	10...10 ²		$\pm[5 \cdot 10^{-3} + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[5 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$
4	10 ² ...10 ³			
5*	10 ³ ...10 ⁴	0,03...5	$\pm[8 \cdot 10^{-3} + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[8 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$
6*	10 ⁴ ...10 ⁵	0,3...50	$\pm[8 \cdot 10^{-3} + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[8 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$

* – з використанням Розширювача CA7150

При роботі на п/д 1-4 (таблиці 2.1, 2.2):

- вибір п/д здійснюється автоматично;
- підключення об'єкту вимірювання здійснюється

по 3-затисковій схемі;

- ємність об'єкту вимірювання не повинна перевищувати 0,1 мкФ.

При роботі на п/д 5 та 6 (таблиці 2.1, 2.2):

- вибір п/д здійснюється вручну;
- підключення об'єкту вимірювання здійснюється

по 4-затисковій схемі.

2.11 Границі допустимих додаткових похибок при вимірюваннях ємності і тангенса кута втрат, що викликані зміною температури навколишнього середовища від меж нормального температурного діапазону (20±5) °С до меж робочого температурного діапазону (від 0 – 40 °С), дорівнюють границям основних похибок δ_c і $\Delta_{tg\delta}$ відповідно на кожні 10 °С.

2.12 Границі допустимої відносної похибки при вимірюванні робочої напруги⁴ – ±1,0 %.

2.13 Границі допустимої абсолютної похибки при вимірюванні частоти робочої напруги – ±0,1 Гц.

2.14 Управління процесом вимірювання виконується за допомогою персонального комп'ютера (далі – ПК), підключеного до Мосту. На ПК

⁴ При виконанні вимог, зазначених в 2.9, і за умови, що значення ємності еталонного конденсатора введено в вікно програми без помилки (рисунок 6.2, поз. 10)..

має бути встановлене спеціальне програмне забезпечення, яке розміщене на диску, що входить до комплексу. Характеристики ПК повинні бути такими:

- операційна система – не нижче Windows 10;
- наявність хоча б одного вільного USB порту;
- тактова частота процесора – не нижче 2 ГГц;
- об'єм оперативної пам'яті – не менше 2 Гб.

2.15 Для забезпечення безпеки оператора зв'язок між ПК і Мостом здійснюється за допомогою оптоволоконного кабелю.

2.16 Повний час вимірювання, включаючи вибір піддіапазонів, становить не більше 14 с. Час першого виміру при вимірюванні з накопиченням результатів становить не більше 14 с., наступних - не більше 7 с.

2.17 Електроживлення Блоку вимірювального Моста (далі - БВ) здійснюється від вбудованого акумулятора з номінальною напругою 6 В і номінальною ємністю 12 А·год. Заряд акумулятора здійснюється за допомогою Пристрою зарядного від мережі змінного струму 220/230 В частотою 50 Гц.

2.18 Час роботи Моста від повністю зарядженого акумулятора становить не менше 40 годин. Рівень заряду акумулятора відображується в основному вікні програми (рисунок 6.2, поз.17). При розряді акумулятора з'являється відповідне повідомлення. Після появи цього повідомлення робота з Мостом може тривати близько 1 години. При більш глибокому розряді акумулятора Міст автоматично вимикається і подальша робота з ним можлива тільки після заряду акумулятора (розділ 6.5).

2.19 Паразитні ємності кабелів вимірювальних становлять:

- Кабеля вимірювального КИ1 – _____ пФ;
- Кабеля вимірювального КИ2 – _____ пФ;
- Кабеля вимірювального КИ3 – _____ пФ.

2.20 Максимально допустима напруга між центральною жилою і екраном кабелів вимірювальних КИ1, КИ2, КИ3 і КИ4 становить не більше 500 В.

2.21 Корпуса БВ і Розширювача CA7150 забезпечують ступінь захисту IP20 від проникнення твердих предметів і води згідно з ГОСТ 14254.

2.22 Маса складових частин Моста, не більше:

- Конденсатора вимірювального високовольтного – 400 кг;
- Блока вимірювального – 16 кг;
- Розширювача CA7150 – 4 кг;
- Блока сполучення – 0,2 кг;
- Пристрою зарядного – 0,5 кг

Маса Конденсатора вимірювального високовольтного залежить від виконання, номінального значення ємності та максимальної робочої

напруги, що зазначені при замовленні. Тут наведено максимально можливе значення маси Конденсатора вимірювального високовольтного для робочої напруги 400 кВ.

2.23 Габаритні розміри складових частин Моста, не більше:

- Конденсатора вимірювального високовольтного – (2600×1200) мм;
- Блока вимірювального – (250×185×350) мм;
- Розширювача CA7150 – (130×200×200) мм;
- Блока сполучення – (70×60×35) мм;
- Пристрою зарядного – (80×80×130) мм.

Габаритні розміри Конденсатора вимірювального високовольтного залежать від виконання, номінального значення ємності та максимально можливої робочої напруги, зазначених при замовленні. Тут наведено максимально можливе значення габаритних розмірів Конденсатора вимірювального високовольтного для робочої напруги 400 кВ.

2.24 Середнє напрацювання на відмову Моста (без урахування ПК) – не менше 9000 годин.

2.25 Повний середній термін служби Моста (без урахування ПК і акумулятора) – не менше 10 років.

2.26 Термін служби акумулятора – не менше 5 років.

3 КОМПЛЕКТНІСТЬ

3.1 Склад комплекту Моста CA7100M1 без Розширювача CA7150 наведено в таблиці 3.1.

Склад комплекту Розширювача CA7150 при його замовленні з Мостом наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.1 Склад комплекту Моста без Розширювача CA7150

Найменування	Позначення	К-сть	Примітка
Блок вимірювальний CA7100M1	АМАК.411722.015		–
Ноутбук з ОС			–
Конденсатор вимірювальний високовольтний CA6021-50-10	CA6021 000.000.000		–
Пристрій зарядний	АМАК.436112.002		–

Продовження таблиці 3.1

Найменування	Позначення	Кіл.	Примітка
Блок сполучення	АМАК.426477.003		–
Кабель вимірювальний КИ1	АМАК.685611.030		3 м
Кабель вимірювальний КИ2	АМАК.685651.010		1,5 м
Кабель вимірювальний КИ3	АМАК.685651.042		5 м
Кабель вимірювальний КИ4	АМАК.685611.050		1 м
Кабель оптоволоконний ВОК ⁵	АМАК.468615.014		5 м
	АМАК.468615.014-01		10 м
	АМАК.468615.014-02		30 м
Диск "Програмне забезпечення CA7100M1"	АМАК.411213.007 К		–
Керівництво з експлуатації	АМАК.411213.007 КЕ		–
Паспорт	АМАК.411213.007 ПС		–
Сумка CA7100M1 БВ	АМАК.323382.052		–
Сумка CA7100M1 Аксесуари	АМАК.323382.053		–
Сумка конденсатора	АМАК.323382.041		–

⁵ Довжина ВОК визначається при замовленні в діапазоні від 5 до 30 м

Таблиця 3.2 Склад комплекту Розширювача CA7150 при його заомовленні з Мостом

Найменування	Позначення	К-сть	Примітка
Розширювач діапазону CA7150	АМАК.411521.001		
Кабель вимірювальний КИ6 CA7150	АМАК.685692.001		
Кабель високовольтний KB6 CA7150	АМАК.685651.007		
Кабель живлення КП CA7150	АМАК.685612.004		
Сумка CA7150	АМАК.323382.057		
Сумка CA7150 Аксесуари	АМАК.323382.058		

4 БУДОВА І РОБОТА МОСТУ

4.1 Основні складові частини Мосту і функції, що ними виконуються

Структурна схема Мосту наведена на рисунку 4.1.



Рисунок 4.1

Персональний комп'ютер (ПК) призначений для управління процесом вимірювання, візуалізації результатів вимірювань, а також перегляду архіву результатів вимірювань.

Блок вимірювальний, (далі – БВ) об'єднує основні складові частини Мосту. Зв'язок ПК і БВ здійснюється за допомогою Блоку сполучення, (далі - БС) через повністю діелектричний оптоволоконний кабель, що дозволяє забезпечити безпеку персоналу. БС підключено до ПК через

USB-вхід. Як джерело живлення БВ використовується вбудований акумулятор.

Модуль інтерфейсу (MI) здійснює в БВ функцію перетворення оптичних сигналів в електричні.

Модуль живлення (МЖ) служить для формування напруги живлення, а також спільно з Пристроєм зарядним забезпечує автоматичний заряд акумулятора.

Компаратор струмів (КС), еталонний конденсатор C_0 та вимірювальний конденсатор C_x становлять мостову схему вимірювання.

Підсилювач сигналу нерівноваги (ПСН) підсилює сигнал нерівноваги мостової схеми до рівня, необхідного для ефективної роботи *вектормірного аналого-цифрового перетворювача (ВАЦП)*. ВАЦП являє собою комбінацію двох синхронних детекторів з взаємно квадратурними опорними коливаннями і двох аналого-цифрових перетворювачів (АЦП), підключених до їх виходів. Значення кодів, що зчитуються мікроконтролером з вказаних АЦП, пропорційні відповідним квадратурним складовим сигналу нерівноваги.

Мікроконтролер здійснює перетворення команд, що надходять з ПК, в сигнали управління вузлами вимірювального блоку, а також передає в ПК через оптоволоконний кабель значення кодів, що виробляються АЦП, інформацію про струмове перевантаження вхідних ланцюгів і про розряд акумулятора.

КТ містить обмотки W_x і W_0 , через які протікають струми, які порівнюються (струм еталонного конденсатора і струм об'єкта вимірювання) і обмотку W_i , яка служить для виділення сигналу нерівноваги. Залежно від обраного піддіапазону вимірювання струм об'єкта вимірювання надходить на один з виводів обмотки W_x (на рисунку 4.1 показано положення перемикача піддіапазонів, що відповідає другому піддіапазону вимірювання). Число витків обмотки W_0 може змінюватися від 1 до 1000. Зміною кількості витків цієї обмотки здійснюється урівноваження мостової схеми в межах піддіапазона вимірювання.

Пристрій для формування синхроімпульсів (ФСІ) виробляє імпульси синхронні з вимірювальним сигналом. Період даних імпульсів вимірюється за допомогою мікроконтролера. Завдяки цьому опорні коливання, які формуються ним для синхронних детекторів ВАЦП, когерентні зі струмами, що порівнюються КС.

Основою, на якій базується процес вимірювання, є варіаційний метод вимірювання. Використовувана в Мості різновидність варіаційного методу вимірювання передбачає зміну (варіацію) співвідношення струмів на відоме з необхідною точністю значення. Різниця значень вимірюваної величини до і після варіації використовується в якості калібрувального сигналу. Обчислення, що необхідні для отримання результату, здійснює ПК.

Процес вимірювання можна умовно розділити на такі основні етапи:

- вибір чутливості і вимірювання робочої напруги;
- вибір п/д;
- урівноваження вимірювального ланцюга в межах п/д;
- вимірювання значення залишкового сигналу нерівноваги і "нулів" приладу (при відключених за допомогою комутаторів K_1 і K_2 порівнюваних струмах);
- обчислення результату вимірювання по рівноважним значенням декадних комутаторів і значенням залишкового сигналу нерівноваги;
- корекція результату вимірювання з урахуванням впливу паразитних ємностей, які шунтують входи Моста, а також опорів проводів, що підводять сигнали, обмоток і комутаторів в ланцюзі об'єкта вимірювання та еталонного конденсатора.

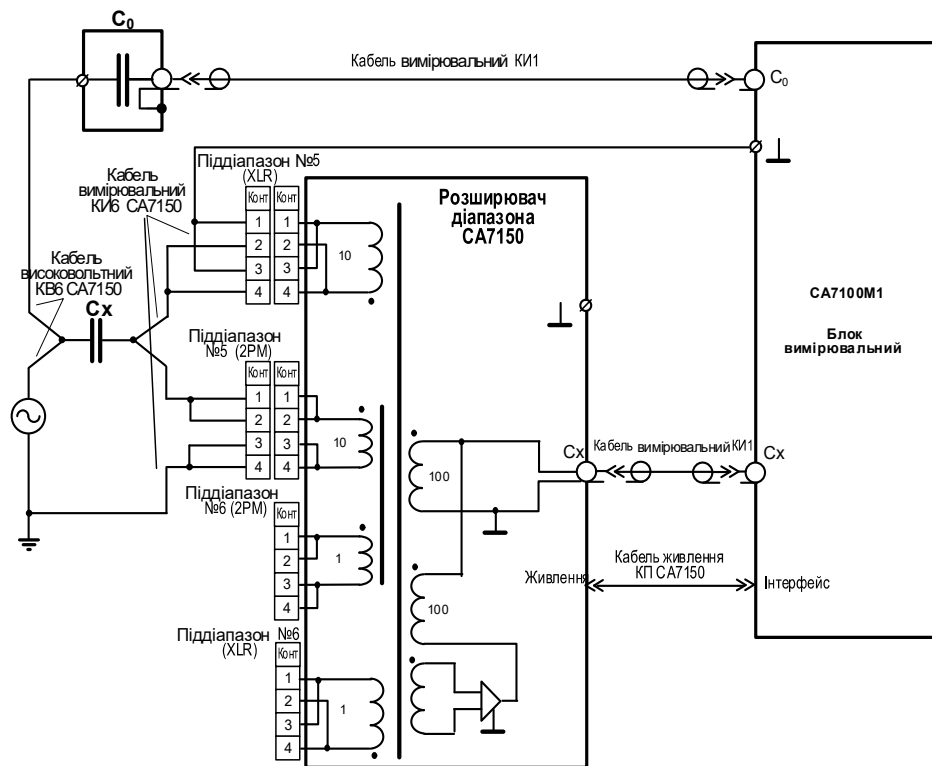
Вибір чутливості здійснюють зміною коефіцієнта передачі ПСН.

Зміна п/д здійснюється перемиканням числа витків обмотки W_x , а урівноваження в межах п/д - перемиканням витків обмотки W_0 .

Після врівноваження за допомогою ВАЦП вимірюється залишковий сигнал нерівноваги. Використовуючи результат цього вимірювання, рівноважні значення числа витків обмоток КС, а також параметри еталонного конденсатора C_0 , що введені оператором, ПК виконує обчислення і виводить на екран виміряні значення ємності і тангенса кута втрат об'єкта, діюче значення першої гармоніки робочої напруги і його частоти.

Міст забезпечує вимірювання ємностей на 4-х п/д при співвідношенні C_x/C_0 в діапазоні від 0,01 до 1000. Для вимірювання ємностей з більшими співвідношеннями разом з БВ використовують *Розширювач діапазону CA7150*.

Розширювач CA7150 являє собою прецизійний двухступінчастий трансформатор струму з електронною компенсацією похибки навантаження, що його включають на вхід C_x БВ, і таким чином збільшують співвідношення C_x/C_0 до 10000 (п/д 5) і 100 000 (п/д 6). Структурна схема *Розширювача CA7150* при роботі з Мостом показана на рисунку 4.2.



Розширювач CA7150 підключено до БВ для роботи на 5 п/д
Рисунок 4.2

Заземлення вимірювальної схеми виконується в одній точці, як показано на рисунках 4.1 - 4.3. Для виключення додаткових похибок вимірювання корпуси еталонного конденсатора C_0 , БВ і Розширювача CA7150 повинні бути ізольовані від землі.

4.2 Конструкція Моста

4.2.1 Блок вимірювальний

На рисунку 4.3 показаний зовнішній вигляд передньої панелі Блоку вимірювального Моста CA7100M1.

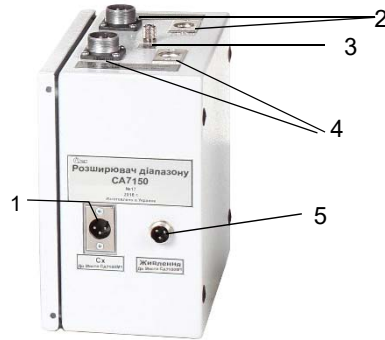


- Поз.1 - індикатор включення живлення Моста і контролю процесу заряду акумулятора;
- Поз.2 - роз'єм "Інтерфейс" для підключення Пристрою зарядного або Розширювача CA7150;
- Поз.3 - роз'єм "ВОК" для підключення Блоку сполучення за допомогою кабелю оптоволоконного ВОК;
- Поз.4 - роз'єм " C_0 " для підключення еталонного конденсатора за допомогою кабелю вимірювального КИ1;
- Поз.5 - корпусний затиск;
- Поз.6 - роз'єм " C_x " для підключення об'єкту вимірювання за допомогою кабелю вимірювального КИ1, КИ2 або КИ3.

Рисунок 4.3

4.2.2 Розширювач діапазону CA7150

На рисунку 4.4 показаний зовнішній вигляд Розширювача CA7150.



Поз.1 - роз'єм "Сх" для підключення Блоку вимірювального за допомогою кабеля вимірювального КИ1;

Поз.2 - група роз'ємів "Вхід вимірювальний Піддіапазон №6" для підключення об'єкта вимірювання за допомогою кабеля вимірювального КИ6 при вимірюваннях на піддіапазоні №6;

Поз.3 - корпусний затиск;

Поз.4 - група роз'ємів "Вхід вимірювальний Піддіапазон №5" для підключення об'єкта вимірювання за допомогою кабеля вимірювального КИ6 СА7150 при вимірюваннях на піддіапазоні №5;

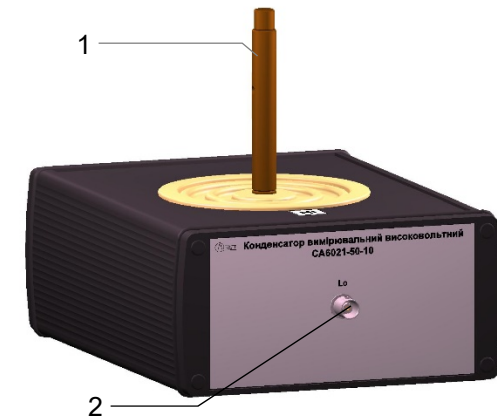
Поз.5 - роз'єм "Живлення" для підключення до роз'єму "Інтерфейс" Блока вимірювального за допомогою кабеля живлення КП СА7150.

Рисунок 4.4

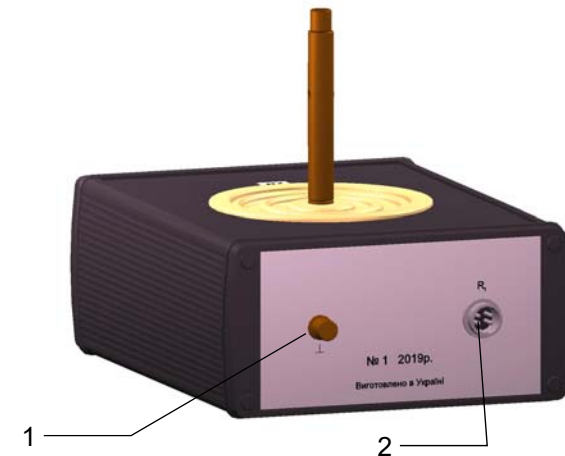
4.2.3 Конденсатор високовольтний вимірювальний

До складу Моста СА7100M1 можуть входити конденсатори, що відрізняються робочою напругою, масогабаритними характеристиками і типом діелектрика.

На рисунках 4.5 та 4.6 показаний зовнішній вигляд зпереду та ззаду Конденсатора вимірювального високовольтного СА6021-50-10 (максимальна робоча напруга 10 кВ) з діелектриком на основі плавленого кварцу.



Поз.1 – високовольтний вивід "Ні";
Поз.2 – низьковольтний вивід "Lo";
Рисунок 4.5



Поз.1 – вивід корпусу;
Поз.2 – роз'єм для підключення вторинного перетворювача для контролю температури міри.

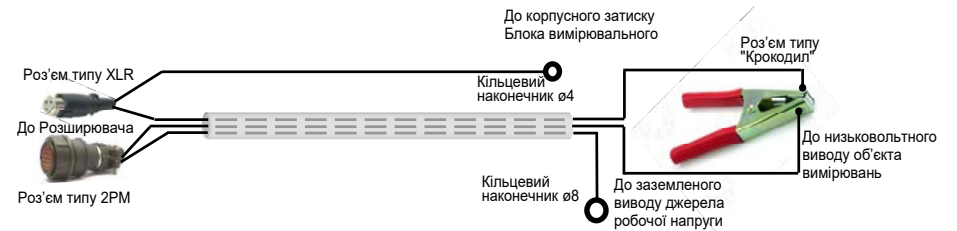
Рисунок 4.6

Основні технічні характеристики конденсатора вимірювального високовольтного наведені в таблиці:

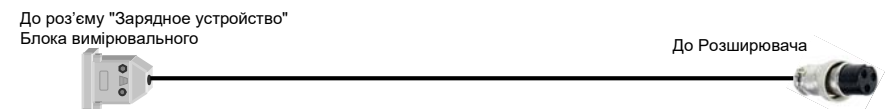
Найменування характеристики	Числові значення
Номинальне значення ємності C_{12} , пФ	50
Границі допустимого відносного відхилення ємності C_{12} в залежності від напруги, що прикладається, %, не більше	$\pm 2 \cdot 10^{-3}$
Границі допустимого абсолютного відхилення тангенса кута втрат в залежності від напруги, що прикладається	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$
Дійсне значення паразитної вхідної ємності C_{10}^* , пФ	
Дійсне значення паразитної вихідної ємності C_{20}^* , пФ	
Максимальна робоча напруга, кВ	10
Найбільша напруга між центральною жилою виводу "Lo" і виводом корпусу, не більше, В	500

* – значення визначається під час калібрування конденсатора

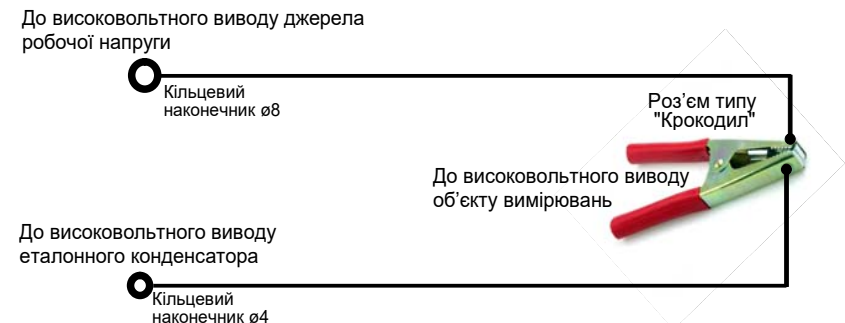
На рисунку 4.7 показано схематичне зображення кабелів, що входять до комплекту Розширювача CA7150.



Кабель вимірювальний КИ6 CA7150



Кабель живлення КП CA7150



Кабель високовольтний KB6 CA7150

Рисунок 4.7

4.3 Маркування

4.3.1 На передній панелі Блоку вимірювального нанесено:

- найменування і умовне позначення Моста;
- товарний знак підприємства-виробника;
- призначення роз'ємів.

4.3.2 На задній панелі Блоку вимірювального нанесено заводський № і дата виготовлення Моста.

5 ПЕРЕЛІК ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ

5.1 Загальні вимоги безпеки за способом захисту людини від ураження електричним струмом відповідають вимогам ГОСТ 26104 і ГОСТ Р 51350 для класу 1.

5.2 На всіх стадіях випробувань і експлуатації Моста має бути забезпечено дотримання правил техніки безпеки і виконання інструкцій з безпечного проведення кожного виду робіт

5.3 Корпус БВ і підключені до нього елементи вимірювальної схеми при проведенні вимірювань можуть перебувати під небезпечною для життя напругою, тому контакт з ними при подачі напруги категорично забороняється!

5.4 При розміщенні апаратури, яка використовується при проведенні вимірювань, всі блоки, що знаходяться під напругою, необхідно огорожувати відповідно до "Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів".

5.5 Забороняється проведення вимірювань при підключеному до БВ Пристрою зарядному.

6 ПІДГОТОВКА МОСТА ДО РОБОТИ

6.1 Установка програмного забезпечення Моста на ПК

Перед першим використанням Моста на ПК має бути встановлене програмне забезпечення, яке розміщене на інсталяційному диску, що входить до комплекту поставки.

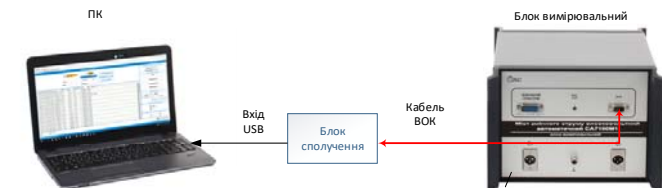

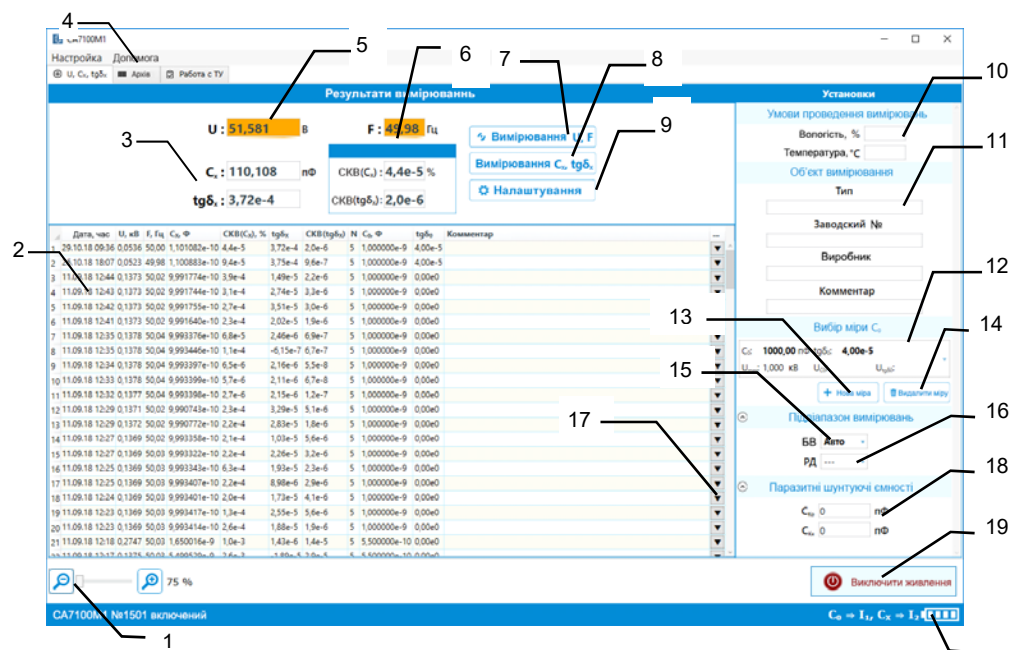


Рисунок 6.1

- 1) Включити ПК.
- 2) Ознайомитись з файлом readme.txt (цей файл розміщений на диску "Програмне забезпечення CA7100M1") і виконати у відповідності з ним налаштування програмного забезпечення.
- 3) Під'єднати ПК до БВ за допомогою Interface unit (Блока сполучення) згідно з рисунком 6.1.
- 4) Після налаштування програмного забезпечення на Робочому столі ПК з'явиться іконка . Подвійне натискання клавішею миші по цій іконці призводить до появи на екрані вікна програми (рисунок 6.2).
- 5) Перевірити стан заряду акумулятора (рисунок 6.2, поз.17). За необхідності виконати заряд акумулятора у відповідності з вказівками розділу 6.5.
- 6) Вибрати мову інтерфейса користувача в пункті меню "Настройки".



- Поз.1 - масштабування основного вікна програми;
 Поз.2 - поле архівних записів вимірювань;
 Поз.3 - поля вивода результатів вимірювань ємності і тангенса кута втрат;
 Поз.4 - вкладка для перегляду архиву вимірювань;
 Поз.5 - поле виводу значення робочої напруги;
 Поз.6 - поле виводу значення частоти робочої напруги;
 Поз.7 - кнопка запуску вимірювання робочої напруги і її частоти;
 Поз.8 - кнопка запуску вимірювання ємності і тангенса кута втрат;
 Поз.9 - кнопка налаштування режиму накопичення і режиму вивода результатів з додатковими розрядами;
 Поз.10 - поля для вводу вологості і температури;
 Поз.11 - поля для вводу типу обладнання, що тестується, його заводського номера, виробника обладнання і поле для вводу коментарів;
 Поз.12 - поле вивода параметрів міри C_0 ;
 Поз.13 - кнопка вводу параметрів нової міри C_0 ;
 Поз.14 - кнопка видалення параметрів міри C_0 ;
 Поз.15 - поле вибору фіксованого піддіапазону вимірювань Моста;
 Поз.16 - поле вибору фіксованого піддіапазону вимірювань Розширювача CA7150;
 Поз.17 - кнопка перегляду проміжних вимірювань при включеному режимі вимірювань з накопиченням;
 Поз.18 - поля для вводу значення паразитної ємності C_{K0} , що шунтує вхід Моста " C_0 ", та паразитної ємності C_{Kx} , що шунтує вхід Моста " C_x ";
 Поз.19 - кнопка вмикання/вимикання живлення Моста;
 Поз.20 - індикатор стану заряду акумулятора.

Рисунок 6.2

6.2 Дані, які необхідно знати перед початком вимірювань

Перед початком проведення вимірювань ємності C_x і тангенса кута втрат $tg\delta_x$ повинні бути відомі такі дані:

- паспортне (дійсне) значення ємності еталонного конденсатора C_0 (в разі використання конденсатора, що не входить до комплексу Моста);
 - паспортне (дійсне) значення тангенса кута втрат $tg\delta_x$ (в разі використання конденсатора, що не входить до комплексу Моста);
 - значення паразитної ємності C_{K0} , що шунтує вхід " C_0 " Моста, враховуючи що $C_{K0} = C_{E20} + C_{K_{KI1}}$, де C_{E20} – вихідна паразитна ємність еталонного конденсатора C_0 ; $C_{K_{KI1}}$ – паразитна ємність кабеля вимірювального КИ1;
 - значення паразитної ємності C_{Kx} , що шунтує вхід " C_x " Моста, враховуючи що $C_{Kx} = C_{X20} + C_{K_{KI1}}$, де C_{X20} – вихідна паразитна ємність об'єкта вимірювань C_x ; $C_{K_{KI1}}$ – паразитна ємність кабеля вимірювального КИ1.
- Як вимірювальні кабелі можуть бути також використані КИ2 та КИ3.
- Всі об'єкти вимірювання повинні підключатися до Моста за тризатисковою схемою. На рисунку 6.3 показана вимірювальна схема, де об'єкт вимірювання C_x представлений у вигляді тризатискового конденсатора. Подібна схема ілюструє присутність паразитних ємностей C_{E20} , C_{X20} і $C_{K_{KI1}}$, які шунтують входи " C_0 " і " C_x " Моста.

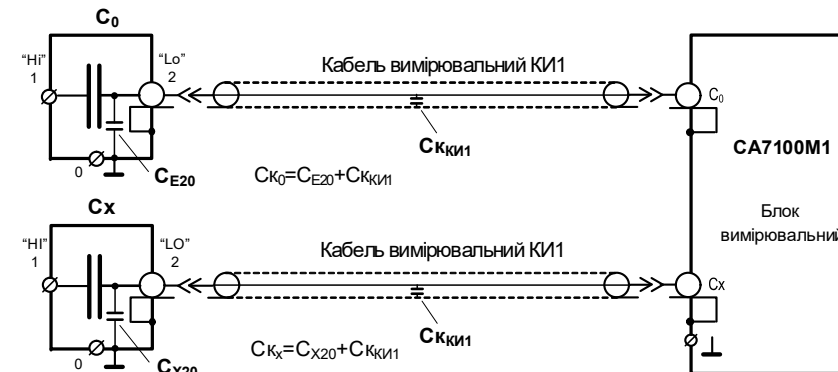


Рисунок 6.3

Перед початком вимірювань ємності C_x і тангенса кута втрат $tg\delta_x$ значення паразитних ємностей C_{K0} і C_{Kx} повинні бути введені в вікно програми (рисунку 6.2, поз.18), оскільки кожні невраховані 1000 пФ паразитної ємності можуть привести до додаткової похибки вимірювання тангенса кута втрат, що дорівнює $\pm 1 \cdot 10^{-5}$. Значення ємності C_{K0} має бути введено при вимірюваннях на всіх піддіапазонах, а ємності C_{Kx} - тільки при вимірюваннях на 1-4 піддіапазонах

Значення паразитних ємностей C_{K0} і C_{Kx} можуть бути визначені розрахунково або в результаті вимірювань.

При обчисленні $C_{K0}=C_{E20}+C_{KKI1}$ і $C_{Kx}=C_{X20}+C_{KKI1}$ значення C_{E20} та C_{X20} можуть бути взяті з експлуатаційної документації на конденсатори, а значення паразитної ємності C_{KKI1} кабелю вимірювального КИ1 (далі – кабель КИ1) – з 2.19.

Якщо значення паразитних ємностей C_{E20} і C_{X20} в експлуатаційній документації відсутні, що не дозволяє розрахувати C_{K0} і C_{Kx} , то значення паразитних ємностей C_{K0} і C_{Kx} необхідно виміряти згідно з рекомендаціями розділу 7.2.

6.3 Деякі відомості по роботі з програмою

При роботі з програмою необхідно зважати на наступне:

– При запуску програми автоматично включається БВ. Для запобігання невинного розряду акумулятора передбачено автоматичне відключення БВ, якщо протягом 20 хвилин не проводилися вимірювання (функція відключення блоку вимірювального може бути скасована в налаштуваннях рис. 6.5).

– Після завантаження програми Міст переходить в режим вимірювання робочої напруги. Виміряна напруга і її частота виводиться в полях "U" і "F" (рисунок 6.2, поз.5, 6). Для отримання коректного значення робочої напруги, в полі "C₀" (рисунок 6.2, поз.13) необхідно вибрати Конденсатор високовольтний вимірювальний, що входить до складу Моста CA7100M1, або ввести паспортне значення ємності еталонного конденсатора C₀.

– Після запуску процесу вимірювання ємності і тангенса кута втрат на екрані з'являється вікно (рисунок 6.4), на якому відображається поточне вимірювання із серії вимірювань. Вікно зникне, коли вимірювання завершиться.

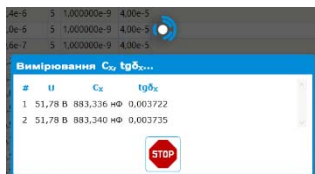


Рисунок 6.4

– Вимірювання C_x і $tg\delta_x$ виконується з накопиченням результатів вимірювань. Для установки кількості накопичуваних вимірів клацнути по кнопці "Налаштування" (рисунок 6.2, поз.9) і у вікні, що з'явиться, (рисунок 6.5) ввести необхідну кількість вимірювань в поле (поз.1) (рекомендоване число накопичуваних вимірювань - 5).

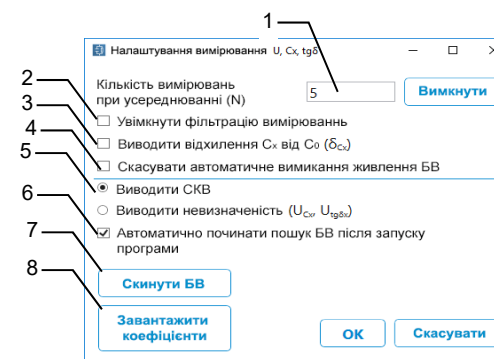


Рисунок 6.5

На рисунку 6.5 показано вміст вікна «Налаштування вимірювань...» з наступними режимами вимірювань:

1 – включення режиму вимірювань з усередненням і можливістю вибору кількості накопичуваних вимірювань;

2 – включення фільтрації вимірів – застосовується при вимірюванні з накопиченням, коли виникають випадкові зміни характеристик напруги в електричній мережі в часі (наприклад, провали і переривання напруги, імпульсні перенапруги);

3 – вивід відхилення C_x від C_0 (δ_{Cx}) – дозволяє визначити відносне відхилення значення ємності вимірюваного конденсатора від еталонного в %. Застосовується за умов рівних номінальних значень C_x і C_0 ;

4 – скасування автоматичного вимкнення БВ – призводить до того, що живлення Моста не вимикається через 20 хвилин при відсутності вимірювань;

5 – вибір виведення середньоквадратичного відхилення або невизначеності вимірювань;

6 – включення режиму, коли після запуску програми на ПК пошук Блоку вимірювального починається автоматично;

7 – скидання БВ – дозволяє перезапустити програму контролера Блоку вимірювального;

8 – кнопка «Завантажити коефіцієнти» дозволяє записати градувальні коефіцієнти з файлу коефіцієнтів даного моста.

– При введенні паспортних даних еталонного конденсатора можна використовувати раніше введені значення, для цього слід натиснути в полі 12, рис. 6.2 стрілку списку, що розкривається, і зі списку (рисунок 6.6) вибрати необхідне значення. Зі списку можуть бути видалені непотрібні значення. Для видалення слід вибрати параметри міри, що видаляється, і натиснути кнопку «удалить меру» (рис.6.2, поз.14).

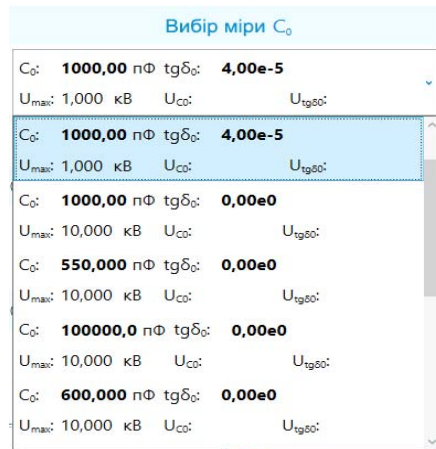


Рисунок 6.6

6.4 Робота з архівом


Всі результати вимірювань зберігаються в пам'яті комп'ютера і доступні для наступного перегляду. Записи результатів вимірювань можуть бути ідентифіковані за датою та часом вимірювання.

Результати вимірювання у вигляді запису із зазначенням дати і часу автоматично заносяться в пам'ять ПК (в архів), одночасно результати вимірювання C_x , $tg\delta_x$ заносяться в буфер обміну ПК і можуть бути збережені в інших програмах ПК.

Для перегляду архіву вимірювань відкрити вкладку "Архів" (рисунок 6.2, поз.4), на екрані з'явиться вікно (рисунок 6.7).

Для того, щоб переглянути:

- конкретну кількість останніх результатів вимірювань слід натиснути кнопку 2,
- записи в діапазоні (у відповідних полях вказати номери початкового і кінцевого записів) - кнопку 3,
- результати вимірювань за останній місяць - кнопку 4,
- весь архів - кнопку 1.

Для перегляду результатів вимірювань, які були усереднені після накопичення, необхідно клацнути по кнопці  (рисунок 6.7, поз.5).

Для копіювання або видалення запису на вкладці "Архів" необхідно клацнути на записи і в контекстному меню вибрати необхідний рядок. Аналогічним чином можна вибрати кілька записів і натиснути на кнопку "Видалити вибрані записи".

До будь-якого запису на вкладці "Архів" можна додати коментар після подвійного клацання мишею по відповідному полю і ввівши необхідний текст.

Записи результатів вимірювання, що зберігаються в пам'яті ПК, можуть бути збережені в файл з розширенням .html або в файл з розширенням .xls. Для цього необхідно натиснути кнопку "Експорт" (поз.7) і у вікні, (рисунок 6.8) вибрати необхідні стовпці і формат - "HTML" або "Excel".



Рисунок 6.7

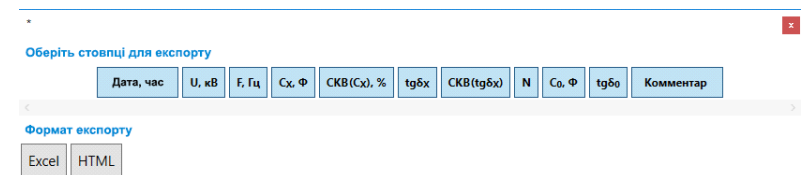


Рисунок 6.8

Стовпці, які відображаються в архіві (рисунок 6.9), вибираються після натискання на відповідну кнопку (рисунок 6.7, поз.6).

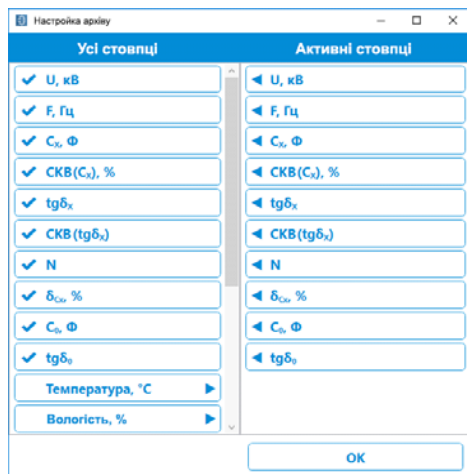


Рисунок 6.9

6.5 Заряд акумулятора

Заряд акумулятора повинен виконуватися не рідше одного разу в 6 місяців. Заряд слід проводити від мережі ~50 Гц 220/230 В лише за умов температури оточуючого середовища в межах від 0 до 40 °С.

В разі використання в БВ свинцево-кислотного акумулятора слід пам'ятати, що він не має ефекту пам'яті, який притаманний лужним акумуляторам, і не вимагає спеціальних режимів для обслуговування

1) Підключити Пристрій зарядний до БВ і до мережі ~50 Гц 220/230 В, як показано на рисунку 6.8.

2) Включити Пристрій зарядний, для чого встановити вимикач живлення в положення ВКЛ. При цьому, індикатор "ВКЛ/ЗАР" на передній панелі БВ почне блимати. Тривалість заряду повністю разрядженого акумулятора – 7 годин.

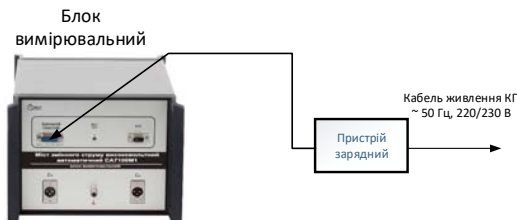


Рисунок 6.8

3) Переконалися в тому, що індикатор "ВКЛ/ЗАР." на передній панелі БВ перестав блимати і погас. При цьому подача струму від Пристрою зарядного автоматично припиняється, що дозволяє виключити вихід з ладу акумулятора.

4) Вимкнути Пристрій зарядний, для чого встановити вимикач "I/O" в положення "0" і від'єднати його від БВ і мережі живлення.

5) Рівень заряду акумулятора можна проконтролювати по індикатору в вікні програми (рисунок 6.2, поз.20).

7 РОБОТА З МОСТОМ

7.1 Підготовка до вимірювання

Вибрати схему і склад обладнання, що буде використане під час вимірювання, враховуючи значення ємності і сили струму в ланцюзі об'єкта вимірювання (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1

№ п/д	C_x/C_0	Сила струму в ланцюзі об'єкта вимірювання, А	Спосіб вибору п/д	Складові частини Моста	Схема і порядок вимірювання в розділі:
1-4	$0,01 - 10^3$	0...0,5	Автоматичний	БВ	7.4, 7.5
5	$10^3...10^4$	0,03...5	Ручний	БВ, CA7150	7.6
6	$10^4...10^5$	0,3...50			

УВАГА!

Заземлення всіх вимірювальних схем виконувати в одній точці, як показано на рисунках 7.1-7.6.

Для виключення додаткових похибок вимірювання еталонний конденсатор C_0 , Блок вимірювальний і Розширювач CA7150 встановити так, щоб їх корпуси були ізольовані від землі.

7.2 Вимірювання паразитної ємності, що шунтирує вхід "Cx" БВ, при підключеному тризатисковому конденсаторі

Схема для вимірювання паразитної ємності, що шунтирує вхід "Cx" БВ при підключеному тризатисковому конденсаторі з під'єднаним до нього вимірювальним кабелем КИ1 (далі – паразитна ємність C_{PC}) показана на рисунку 7.1. Паразитна ємність C_{PC} становить суму вихідної паразитної ємності конденсатора C_{20} і ємності ізоляції кабеля КИ1 $C_{КИ1}$.

Для забезпечення коректного вимірювання $C_{pс} = C_{20} + C_{кки1}$ корпус конденсатора, що вимірюється, і екран підключеного до нього кабеля КИ1, ізолювані від землі і від корпусу Моста. Це досягається використанням кабеля КПЗ з комплекту Моста, екран якого ізолюваний від корпусу одного з роз'ємів. Також для того, щоб виключити вплив на процес вимірювання $C_{pс} = C_{20} + C_{кки1}$ ємностей C_{10} і C_{12} , вхід "1" тризатискового конденсатора заземлений (рисунок 7.1).

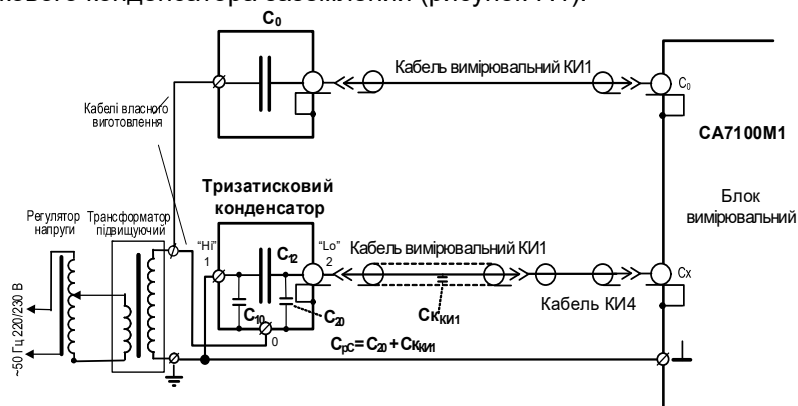



Рисунок 7.1

- 1) Приєднати ПК до БВ у відповідності з рисунком 6.1.
- 2) Приєднати до БВ еталонний конденсатор C_0 і тризатисковий конденсатор, зібравши схему, що показана на рисунку 7.1.
- 3) Включити ПК.
- 4) Ввімкнути живлення БВ, для чого запустити програму "CA7100M1" подвійним клацанням по іконці , що розташована на Робочому столі ПК. На екрані ПК з'явиться діалогове вікно програми (рисунок 6.2, далі всі посилання на цей рисунок).

5) Ввести в розділ "Вибір міри C_0 " (поз.12) паспортні дані еталонного конденсатора: ємності C_0 , в пікофарадах, і $tg\delta_0$.

6) Ввести значення паразитної ємності $C_{к0}$ в розділ "Паразитні шунтуючі ємності" (поз.18).⁶

7) Включити режим вимірювання U і F, для чого клацнути по кнопці **Вимірювання U, F** (поз.7) або натиснути клавишу **F7** на клавіатурі ПК. Встановити потрібне значення робочої напруги, регулюючи її за допомогою регулятора та контролюючи її значення в полі (поз.5). Робоча

⁶ При измерении паразитной ёмкости $C_{pс}$ значениями $C_{к0}$ и $C_{кх}$ можно пренебречь, поэтому в поля (поз.12, 13) можно ввести значения 0 пФ.

напруга повинна відповідати вимогам 2.7 та не повинна перевищувати паспортного значення найбільшої робочої напруги для низьковольтного виводу "2" тризатискового конденсатора і максимально допустимого значення напруги між центральною жилою і екраном кабеля КИ1, наведеного в 2.20.

8) Включити режим вимірювання C_x та $tg\delta_x$, для чого клацнути по кнопці **Вимірювання $C_x, tg\delta_x$** (поз.8) або натиснути клавишу **F8** на клавіатурі ПК.

9) Результат вимірювання $C_{pс}$ відобразиться в полі "C_x" (поз.3).

Вимірювання паразитної ємності $C_{pс} = C_{20} + C_{кки1}$ може бути виконане також за допомогою лабораторного моста змінного струму, що має клас точності не нижче 0,5 на частоті не більше 1000 Гц. На рисунку 6.9 показана схема вимірювання з використанням моста P5083.

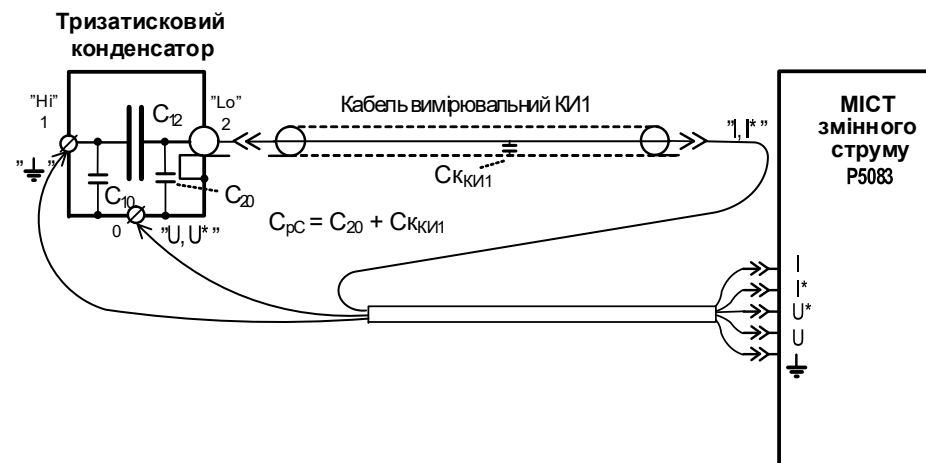
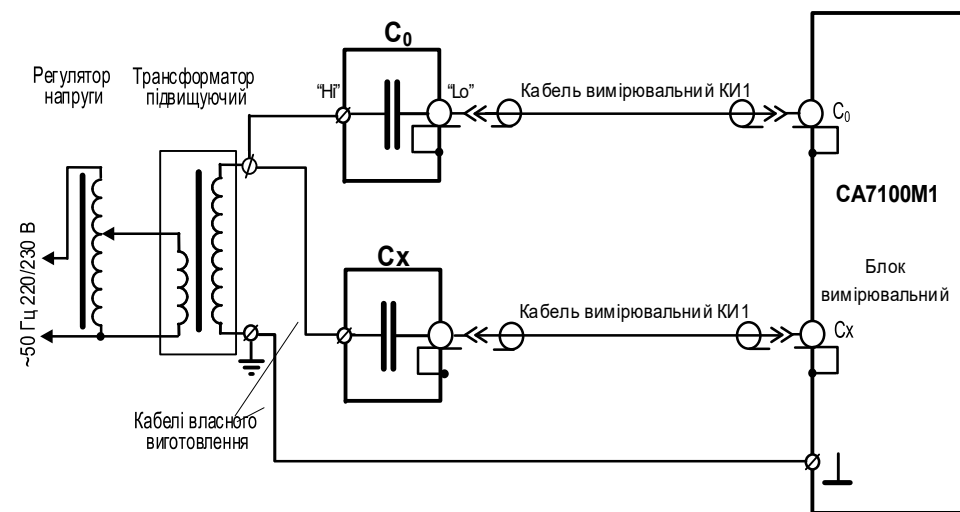


Рисунок 7.2

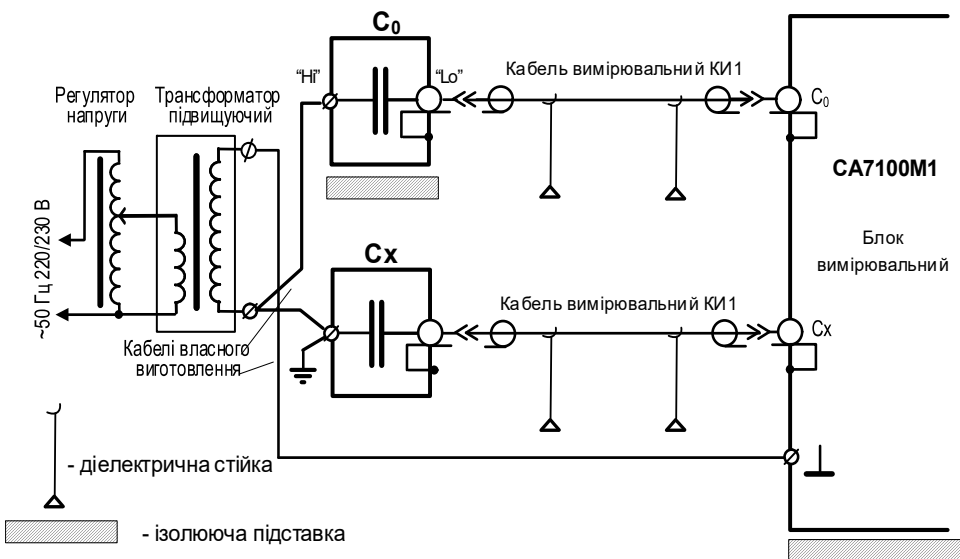
Значення $C_{pс}$ має бути використане як $C_{к0}$ або $C_{кх}$ в подальших вимірюваннях (розділи 7.4-7.7) в залежності від призначення даного тризатискового конденсатора.

7.3 Вимірювання паразитної ємності, що шунтує вхід "C_x" БВ, при визначенні тангенса кута втрат ізоляції кабеля


Схема для вимірювання паразитної ємності, що шунтує вхід "C_x" БВ, при визначенні тангенса кута втрат ізоляції кабеля (далі – паразитна ємність $C_{pк}$), показана на рисунку 7.3. Паразитна ємність $C_{pк}$ становить



а) "Пряма" (нормальна) схема при вимірюванні на 1-4 п/д

б) "Інверсна" (перевернута) схема при вимірюванні на 1-4 п/д
Рисунок 7.4

3) Включити ПК.

4) Ввімкнути живлення БВ, для чого запустити програму "CA7100M1" подвійним клацанням миші по іконці , що розташована

на Робочому столі ПК. На екрані ПК з'явиться діалогове вікно програми (рисунок 6.2, далі всі посилання на цей рисунок).

5) Встановити автоматичний вибір піддіапазону вимірювання. Для цього вибрати варіант "АВТО" зі списку "Піддіапазон, БВ» (поз.14). *Вимірювання на 1-4 п/д завжди слід виконувати в автоматичному режимі, а вибір одного з піддіапазонів вручну використовується лише при повірці Моста.*


6) Ввести в розділ "Вибір міри C_0 " (поз.12) паспортні дані еталонного конденсатора: ємності C_0 (в пікофарадах) і $tg\delta_0$.

7) Ввести значення паразитних ємностей C_{K0} і C_{Kx} (в пікофарадах) (поз.18). Відомості щодо паразитних ємностей наведені в розділі 7.2.

8) Включити режим вимірювання U і F, для чого клацнути по кнопці **Вимірювання U, F** (поз.7) або натиснути клавишу **F7** на клавіатурі ПК. Встановити потрібне значення робочої напруги, регулюючи її за допомогою регулятора і контролюючи її значення в полі (поз.5). Якщо при підвищенні напруги в вимірювальній схемі виникають коронні розряди, необхідно зменшити напругу і усунути причину їх виникнення.

9) Включити режим вимірювання C_x і $tg\delta_x$, для чого клацнути по кнопці **Вимірювання $C_x, tg\delta_x$** (поз.8) або натиснути клавишу **F8** на клавіатурі ПК.

10) Результати вимірювання C_x і $tg\delta_x$ будуть відображені в полях (поз.3), а в таблиці (поз.2) з'явиться новий запис.

11) Для перегляду результатів проміжних вимірювань C_x і $tg\delta_x$ при включеному режимі вимірювань с накопиченням клацнути по кнопці  (поз.17).

12) Після завершення вимірювань вимкнути живлення БВ, для чого клацнути по кнопці **Вимкнути живлення** (поз.19).

7.5 Визначення тангенса кута втрат ізоляції кабелів

Вимірювання тангенса кута втрат ізоляції кабелів виконується у відповідності з ГОСТ 12179-76. Далі наводиться порядок виконання вимірювання тангенса кута втрат ізоляції між струмопровідною жилою і екраном кабелю.

1) Обробити кінці випробуваного зразка кабелю, довжина якого повинна бути не менше 5 м, виключаючи довжину кінцевих розділок.

2) Встановити на кінцевих обробках охоронні кільця і екрани, з'єднавши їх з бронею кабелю, як показано на рисунку 7.5. Кінцеві оброблення з встановленими охоронними кільцями і екранами повинні забезпечувати відсутність перекриттів в них в процесі вимірювань.

3) Приєднати ПК до БВ згідно з рисунком 6.1.

4) Приєднати до БВ еталонний конденсатор C_0 та кабель, що його випробовують, як показано на рисунку 7.5.

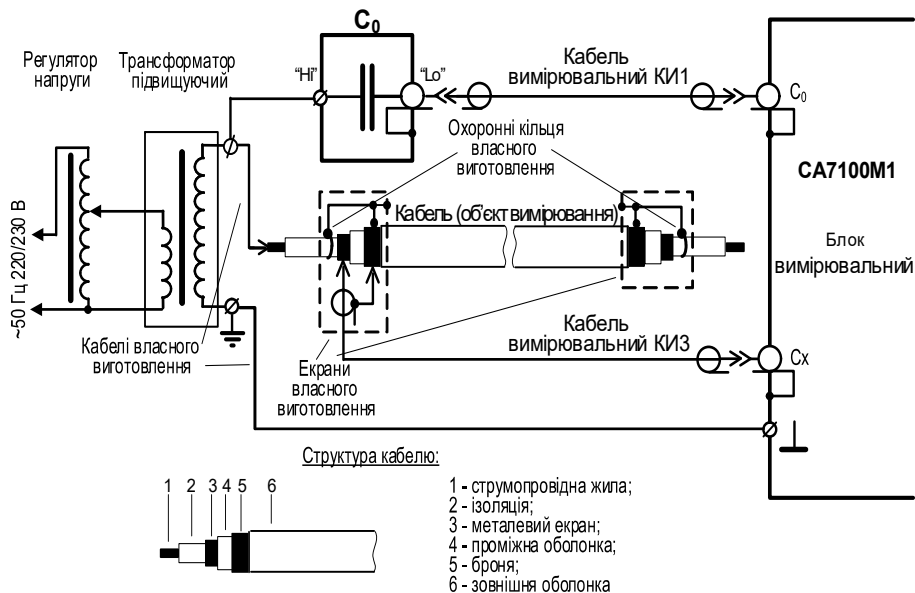



Рисунок 7.5

5) Включити ПК.

6) Ввімкнути живлення БВ, для чого запустити програму "CA7100M1" подвійним клацанням миші по іконці , що розташована на Робочому столі ПК. На екрані ПК з'явиться діалогове вікно програми (рисунок 6.2, далі всі посилання на цей рисунок).

7) Встановити автоматичний вибір піддіапазону вимірювання. Для цього вибрати варіант "АВТО" зі списку "Піддіапазон, БВ" (поз.14). *Вимірювання на 1-4 п/д завжди слід виконувати в автоматичному режимі, а ручний вибір піддіапазону використовувати лише під час повірки Моста.*

8) Ввести в розділ "Установки" паспортні дані еталонного конденсатора (поз.10): ємності C_0 (в пікофарадах) і $tg\delta_0$.

9) Ввести значення паразитних ємностей $C_{к0}$ і $C_{кх}$ (в пікофарадах) в розділ "Паразитні шунтуючі ємності" (поз.18). Відомості про паразитні ємності наведені в розділах 7.2, 7.3.

10) Включити режим вимірювання U і F, для чого клацнути по кнопці


Вимірювання U, F

(поз.7) або натиснути клавішу **F7** на клавіатурі ПК.

Встановити потрібне значення робочої напруги, регулюючи її за допомогою регулятора і контролюючи її значення в полі (поз.5). Якщо при підвищенні напруги в вимірювальній схемі виникають коронні розряди, необхідно зняти напругу і усунути причину їх виникнення.

11) Включити режим вимірювання C_x і $tg\delta_x$, для чого клацнути по кнопці **Вимірювання C_x , $tg\delta_x$** (поз.8) або натиснути клавішу **F8** на клавіатурі ПК.

12) Результати вимірювання C_x і $tg\delta_x$ відтворяться в полях (поз.3), а в таблиці (поз.2) з'явиться новий запис.

13) Для перегляду результатів проміжних вимірювань C_x і $tg\delta_x$ при включеному режимі вимірювань з накопиченням клацнути по кнопці  (поз.17).


14) Після завершення вимірювань вимкнути живлення БВ, для чого клацнути по кнопці **Вимкнути живлення** (поз.19).

7.6 Вимірювання ємності і тангенса кута втрат на 5 і 6 піддіапазонах з використанням Розширювача діапазону CA7150

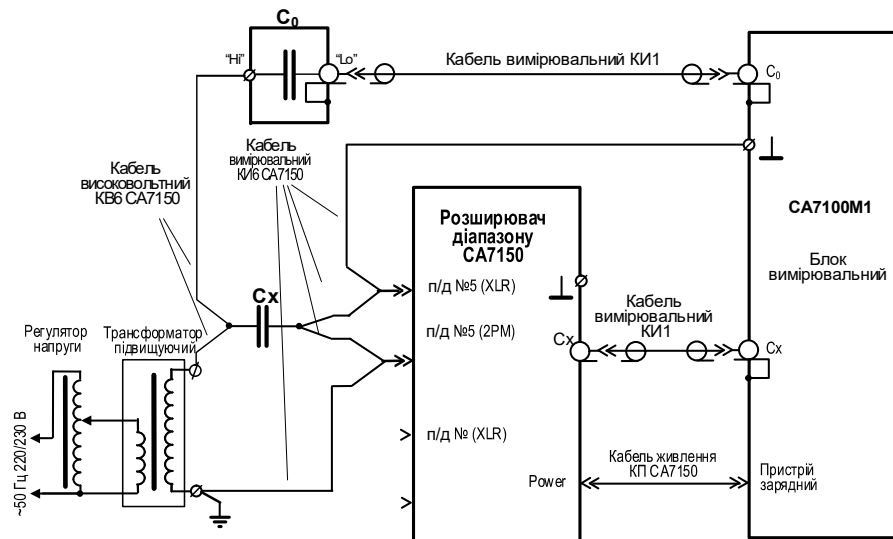
1) Підключити БВ до ПК у відповідності з рисунком 6.1.

2) Для проведення вимірювань на 5 п/д, зібрати схему, що показана на рисунку 7.6, а для вимірювання на 6 п/д – схему, що показана на рисунку 7.6,б.

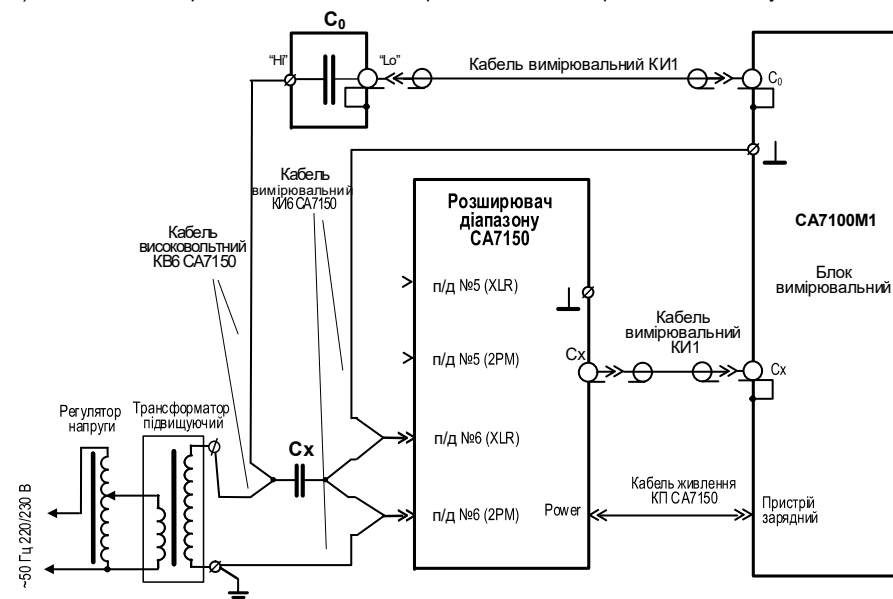
3) Включити ПК.

4) Ввімкнути живлення БВ, для чого запустити програму "CA7100M1" подвійним клацанням миші по іконці , що розташована на Робочому столі ПК. На екрані ПК з'явиться діалогове вікно програми (рисунок 6.2)

5) Встановити потрібний піддіапазон вимірювання. Для цього вибрати варіант зі списку "Піддіапазон, РД" (поз.16).



а) Схема для вимірювання на 5 п/д з використанням Розширювача діапазону CA7150



б) Схема для вимірювання на 64 п/д з використанням Розширювача діапазону CA7150

Рисунок 7.6

6) Ввести в розділ "Вибір міри C_0 " (поз.12) паспортні дані еталонного конденсатора: ємності C_0 (в пікофарадах) і $tg\delta_0$.

7) Ввести значення паразитної ємності $C_{к0}$ (поз.18). При роботі з Розширювачем значення ємності $C_{кx}$ не використовується. Відомості про паразитні ємності наведені в розділі 7.2.

8) Включити режим вимірювання U і F , для чого клацнути по кнопці **Вимірювання U, F** (поз.7) або натиснути клавішу **F7** на клавіатурі ПК. Встановити потрібне значення робочої напруги, регулюючи її за допомогою регулятора і контролюючи її значення в полі (поз.5).

9) Включити режим вимірювання C_x і $tg\delta_x$, для чого клацнути по кнопці **Вимірювання $C_x, tg\delta_x$** (поз.8) або натиснути клавішу **F8** на клавіатурі ПК.

10) Результати вимірювання C_x і $tg\delta_x$ відтворюються в полях (поз.3), а в таблиці (поз.2) з'явиться новий запис.

11) Для перегляду результатів проміжних вимірювань C_x і $tg\delta_x$ при включеному режимі вимірювань с накопиченням клацнути по кнопці **▼** (поз.17).

12) Після завершення вимірювань вимкнути живлення БВ, для чого клацнути по кнопці **Вимкнути живлення** (поз.19).

8 ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ

8.1 Підтримка працездатності і справності Моста

1) До експлуатації і обслуговування Моста повинні допускатися особи, що вивчили це керівництво з експлуатації та "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів".

2) Необхідно суворо дотримуватися графіка періодичних повірок або калібрування.

3) Вид контролю метрологічних характеристик після ремонту і в процесі експлуатації визначають, виходячи з області застосування Моста. Перевірка проводиться органами державної метрологічної служби або акредитованими на право проведення повірки лабораторіями. Міжпіврічний інтервал - не більше двох років. Рекомендований інтервал між калібруваннями - 2 роки.

4) Під час перерв у використанні Моста, а також при його зберіганні проводити заряд акумулятора. Заряд повинен проводитися не рідше одного разу на 6 місяців. Заряд виконувати відповідно до рекомендацій розділу 6.5.

8.2 Заміна акумулятора

В Мості використано герметичний акумулятор NP12-6 фірми YUASA або його аналог.

Заміна акумулятора протягом гарантійного терміну здійснюється підприємством-виробником або сервісною службою. При необхідності самостійної заміни акумулятора після закінчення гарантійного терміну попередньо слід отримати відповідні рекомендації, звернувшись до сервісної служби:

Поштова адреса: Україна, 04128, м. Київ, а/с 33, ТОВ "ОЛТЕСТ"

Юридична адреса: Україна, 03056, м. Київ, пр. Перемоги, 37/1,
кв. 11, ТОВ "ОЛТЕСТ"

E-mail: info@oltest.com.ua

Тел./факс: 380-44-537-08-01

Тел.: 380-44-537-08-01, 380-44-227-66-65, 380-44-331-46-21

8.3 Ремонт вимірювальних кабелів КИ1, КИ2, КИ3 і КИ4

При ремонті кабелів слід враховувати, що центральна жила кабелю повинна бути підпаяна до з'єднаних між собою контактів №1 і №2 роз'єму типу XLR, а екран кабелю - до з'єднаних між собою контакту №3 і корпусного виводу цього роз'єму.

9 ПРАВИЛА ЗБЕРІГАННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ

1) Міст в упаковці виробника може транспортуватися в критих транспортних засобах будь-яким видом транспорту, літаком - в опалюваних герметизованих відсіках.

2) При транспортуванні Моста необхідно дотримуватися запобіжних заходів.

3) Під час навантажувальних і розвантажувальних робіт при транспортуванні Міст не повинен піддаватися впливу атмосферних опадів.

4) Умови зберігання Моста в упаковці підприємства-виробника повинні відповідати умовам зберігання 1 по ГОСТ 15150-69.

5) В приміщеннях для зберігання Моста вміст пилу, парів кислот і лугів, агресивних газів і інших шкідливих домішок, що викликають корозію, не повинен перевищувати вміст корозійно-активних агентів для атмосфери типу 1 згідно з ГОСТ 15150-69.

ЗМІСТ

1 ПРИЗНАЧЕННЯ І ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ.....	4
2 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	5
3 КОМПЛЕКТНІСТЬ	9
4 БУДОВА І РОБОТА МОСТА.....	12
4.1 Основні складові частини Моста і функції, що ними виконуються.....	12
4.2 Конструкція Моста	16
4.3 Маркування	23
5 ПЕРЕЛІК ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ	23
6 ПІДГОТОВКА МОСТА ДО РОБОТИ	24
6.1 Установка програмного забезпечення Моста на ПК	24
6.2 Дані, які необхідно знати перед початком вимірювань.....	26
6.3 Деякі відомості по роботі з програмою	27
6.4 Робота з архівом.....	29
6.5 Заряд акумулятора	31
7 РОБОТА З МОСТОМ	32
7.1 Підготовка до вимірювання	32
7.2 Вимірювання паразитної ємності, що шунтирує вхід "Сх" БВ при підключеному тризатисковому конденсаторі	32
7.3 Вимірювання паразитної ємності, що шунтує вхід "Сх" БВ, при визначенні тангенса кута втрат ізоляції кабеля	34
7.4 Вимірювання ємності Сх і тангенса кута втрат tgδх на 1...4 піддіапазонах.....	36
7.5 Визначення тангенса кута втрат ізоляції кабелів.....	38
7.6 Вимірювання ємності і тангенса кута втрат на 5 і 6 піддіапазонах з використанням Розширювача діапазону CA7150	40
8 ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ	42
8.1 Підтримка працездатності і справності Моста.....	42
8.2 Заміна акумулятора	43
8.3 Ремонт вимірювальних кабелів КИ1, КИ2, КИ3 і КИ4.....	43
9 ПРАВИЛА ЗБЕРІГАННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ	43

КОНТАКТНА ІНФОРМАЦІЯ І ТЕХНІЧНА ПІДТРИМКА

Поштова адреса: Україна, 04128, м. Київ, а/с 33, ТОВ "ОЛТЕСТ"
Юридична адреса: Україна, 03056, м. Київ, пр. Перемоги, 37/1,
кв. 11, ТОВ "ОЛТЕСТ"

Е-mail: info@oltest.com.ua

Тел./факс: 380-44-537-08-01

Тел.: 380-44-537-08-01, 380-44-227-66-65, 380-44-331-46-21

УВАГА!**ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПЕРСОНАЛУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВИМІРЮВАНЬ:**

- робоче місце оператора повинно розташовуватися за межами огороженої зони;
- при проведенні вимірювань кабель Пристрою зарядного повинен бути відключений від Блоку вимірювального;
- корпус Блоку вимірювального і підключені до нього елементи вимірювальної схеми при використанні можуть перебувати під небезпечною для життя напругою, тому доторкатися до них після подачі робочої напруги заборонено.

ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМІРЮВАНЬ ЄМНОСТІ ТА ТАНГЕНСА КУТА ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ВТРАТ В МЕЖАХ ДОЗВОЛЕНИХ ПОХИБОК:

- при кожному вимірі повинні бути введені значення паразитної ємності S_{co} , що шунтує вхід "Co" Моста, і паразитної ємності об'єкта вимірювання S_{cx} , що шунтує вхід "Cx" Моста¹;
- всі вимірювання S і $tg\delta$ рекомендується проводити в режимі накопичення;
- при проведенні вимірювань в вимірювальній схемі не повинно бути коронних розрядів.

ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ МОСТА:

- заряд акумулятора повинен здійснюватися в міру його розряду, але не рідше ніж 1 раз на 6 місяців;
- радіус вигину кабелю оптоволоконного повинен бути не менше 50 мм.

ВИКЛЮЧЕННЯ БЛОКУ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ЗДІЙСНЮЄТЬСЯ:

- автоматично, через 20 хвилин після останнього звернення до нього²;
- вручну, через основне діалогове вікно програми, що здійснює керування процесом вимірювання.

¹ При роботі з Розширювачем діапазону CA7150 значення ємності S_{cx} не вносити.

² Функція автоматичного виключення Блоку вимірювального може бути відключена в налаштуваннях

Це керівництво з експлуатації містить відомості, необхідні для правильної та безпечної експлуатації Мостів змінного струму високовольтних автоматичних CA7100M1, CA7100M1.1 (далі - Мости, Міст). До таких відомостей належить інформація щодо призначення і області застосування Мостів, їх технічні характеристики, будову та принцип дії, підготовку до роботи, порядок роботи і технічне обслуговування.

1 ПРИЗНАЧЕННЯ І ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Мости призначені для прецизійного вимірювання ємності і тангенсу кута діелектричних втрат.

Мости CA7100M1 можуть містити в складі комплекту зовнішній еталонний конденсатор вимірювальний високовольтний. Тип конденсатора, номінальне значення ємності і максимальна робоча напруга конденсатора визначається при замовленні.

В комплекті Моста CA7100M1.1 зовнішній еталонний конденсатор відсутній.

При використанні конденсатора еталонного, що не входить до комплекту Моста, номінальне значення його ємності повинно знаходитись в діапазоні від 10 пФ до 10000 пФ.

1.2 Область застосування Мостів – організації та фірми, що здійснюють метрологічні дослідження, перевірку, калібрування зразкових мір ємності і тангенсу кута втрат, вимірювання ємності і тангенсу кута втрат силових конденсаторів, а також визначення тангенсу кута втрат кабелів згідно з ГОСТ12179-76.

1.3 Мости можуть експлуатуватись у виробничих цехах.

1.4 Нормальні умови застосування Мостів:

- температура оточуючого повітря – $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- відносна вологість повітря – до 80 % за температури $25 ^\circ\text{C}$ без конденсації вологи;
- форма кривої робочої напруги – синусоїдальна;
- коефіцієнт гармоник робочої напруги – не більше за 5 %.

1.5 Робочі умови застосування Мостів:

- температура оточуючого повітря – від 0 до $40 ^\circ\text{C}$;
- відносна вологість повітря – до 80 % за температури $25 ^\circ\text{C}$ без конденсації вологи.

2 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Міст одночасно автоматично вимірює:

– ємність і тангенс кута діелектричних втрат (далі – тангенс кута втрат);

– дійсне значення першої гармоніки напруги, що прикладена до еталонного конденсатора;

– частоту напруги, що прикладена до еталонного конденсатора.

2.2 При вимірюваннях слід використовувати еталонний конденсатор. Номінальне значення ємності еталонного конденсатора повинно знаходитись в діапазоні від 10 пФ до 10000 пФ. В разі використання еталонного конденсатора з номінальним значенням ємності, що знаходиться за межами вказаного діапазону значень, точність вимірювань буде зниженою.

2.3 Діапазон вимірювань ємності Мостом без Розширювача діапазону CA7150 (далі – Розширювач CA7150) – від 0 до $1000 \cdot C_0$, де C_0 – номінальне значення ємності еталонного конденсатора, Ф, з розбивкою на чотири піддіапазони вимірювань (далі – п/д):

– 1 п/д – від $0,01 \cdot C_0$ до C_0 ;

– 2 п/д – від C_0 до $10 \cdot C_0$;

– 3 п/д – від $10 \cdot C_0$ до $100 \cdot C_0$;

– 4 п/д – від $100 \cdot C_0$ до $1\,000 \cdot C_0$.

2.4 Діапазон вимірювань ємності Моста з Розширювачем діапазону CA7150 – від $0,01 \cdot C_0$ до $100\,000 \cdot C_0$, де C_0 – номінальне значення ємності еталонного конденсатора, Ф, в цьому випадку до 1-4 п/д вимірювань додаються наступні п/д³:

– 5 п/д – від $1\,000 \cdot C_0$ до $10\,000 \cdot C_0$;

– 6 п/д – від $10\,000 \cdot C_0$ до $100\,000 \cdot C_0$.

2.5 Діапазон вимірювань тангенсу кута втрат – від 0 до 1,1.

2.6 Діапазон вимірювань робочої напруги, що прикладена до еталонного конденсатора, складає:

від $U_{\min} = I_{C_{0\min}} / 2\pi \cdot f_p \cdot C_0$ до $U_{\max} = I_{C_{0\max}} / 2\pi \cdot f_p \cdot C_0$, але не більше, ніж максимально допустиме значення напруги еталонного конденсатора,

де $I_{C_{0\min}}$ і $I_{C_{0\max}}$ – мінімальне і максимальне значення струму еталонного конденсатора у відповідності з 2.8, А; f_p – частота робочої напруги, Гц; C_0 – ємність еталонного конденсатора, що підключений до входу C_0 Моста, Ф.

2.7 Діапазон допустимих значень частоти робочої напруги – від 49 Гц до 51 Гц.

³ Якщо при вимірюванні ємності відбувається перевищення діапазону допустимих значень сили струму, що протікає через об'єкт вимірювання (таблиця 2.1), допускається проведення вимірювання на наступному п/д.

2.8 Діапазон допустимих значень сили струму в ланцюзі еталонного конденсатора – від 10 мкА до 10 мА.

2.9 Піддіапазони вимірювань ємності, допустимі значення сили струму, що протікає крізь об'єкт вимірювання, а також границі допустимих похибок при вимірюванні ємності і тангенса кута втрат без урахування похибок еталонного конденсатора наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

№ п/д	C_x/C_0	Допустима сила струму в ланцюзі об'єкту вимірювання, А	Границі основної допустимої відносної похибки моста при вимірюванні ємності δ_c , %	Границі основної допустимої абсолютної похибки моста при вимірюванні тангенса кута втрат $\Delta_{tg\delta}$
1	0,01...0,1	0...0,5	$\pm[2 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-4} \cdot (C_0/C_x - 10) + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[2 \cdot 10^{-5} + 2 \cdot 10^{-6} \cdot (C_0/C_x - 10) + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$
	0,1...1,0		$\pm[1 \cdot 10^{-3} + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[1 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$
2	1,0...10			
3	10...10 ²			
4	10 ² ...10 ³			
5*	10 ³ ...10 ⁴	0,03...5	$\pm[5 \cdot 10^{-3} + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[5 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$
6*	10 ⁴ ...10 ⁵	0,3...50	$\pm[5 \cdot 10^{-3} + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[5 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$

* – з використанням Розширювача CA7150

2.10 Піддіапазони вимірювання ємності, допустимі значення сили струму, що протікає через об'єкт вимірювання, а також границі допустимих похибок Моста CA7100M1 при вимірюванні ємності і тангенса кута втрат з урахуванням похибок еталонного конденсатора, що входить до комплекту, наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

№ п/д	C_x/C_0	Допустима сила струму в ланцюзі об'єкту вимірювання, А	Границі основної допустимої відносної похибки моста при вимірюванні ємності δ_c , %	Границі основної допустимої абсолютної похибки моста при вимірюванні тангенса кута втрат $\Delta_{tg\delta}$
1	0,01...0,1	0...0,5	$\pm[5 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-4} \cdot (C_0/C_x - 10) + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[5 \cdot 10^{-5} + 2 \cdot 10^{-6} \cdot (C_0/C_x - 10) + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$
	0,1...1,0			
2	1,0...10		$\pm[4 \cdot 10^{-3} + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[4 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$
3	10...10 ²		$\pm[5 \cdot 10^{-3} + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[5 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$
4	10 ² ...10 ³			
5*	10 ³ ...10 ⁴	0,03...5	$\pm[8 \cdot 10^{-3} + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[8 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$
6*	10 ⁴ ...10 ⁵	0,3...50	$\pm[8 \cdot 10^{-3} + tg\delta_x - tg\delta_0]$	$\pm[8 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot tg\delta_x - tg\delta_0]$

* – з використанням Розширювача CA7150

При роботі на п/д 1-4 (таблиці 2.1, 2.2):

- вибір п/д здійснюється автоматично;
- підключення об'єкту вимірювання здійснюється

по 3-затисковій схемі;

- ємність об'єкту вимірювання не повинна перевищувати 0,1 мкФ.

При роботі на п/д 5 та 6 (таблиці 2.1, 2.2):

- вибір п/д здійснюється вручну;
- підключення об'єкту вимірювання здійснюється

по 4-затисковій схемі.

2.11 Границі допустимих додаткових похибок при вимірюваннях ємності і тангенса кута втрат, що викликані зміною температури навколишнього середовища від меж нормального температурного діапазону (20±5) °С до меж робочого температурного діапазону (0...40) °С, дорівнюють границям основних похибок δ_c і $\Delta_{tg\delta}$ відповідно.

2.12 Границі допустимої відносної похибки при вимірюванні робочої напруги⁴ – ±1,0 %.

2.13 Границі допустимої абсолютної похибки при вимірюванні частоти робочої напруги – ±0,1 Гц.

2.14 Управління процесом вимірювання виконується за допомогою персонального комп'ютера (далі – ПК), підключеного до Мосту. На ПК

⁴ При виконанні вимог, зазначених в 2.9, і за умови, що значення ємності еталонного конденсатора введено в вікно програми без помилки (рисунок 6.2, поз. 10).

має бути встановлене спеціальне програмне забезпечення, яке розміщене на диску, що входить до комплекту. Характеристики ПК повинні бути такими:

- операційна система – не нижче Windows 10;
- наявність хоча б одного вільного USB порту;
- тактова частота процесора – не нижче 2 ГГц;
- об'єм оперативної пам'яті – не менше 2 Гб.

2.15 Для забезпечення безпеки оператора зв'язок між ПК і Мостом здійснюється за допомогою оптоволоконного кабелю.

2.16 Повний час вимірювання, включаючи вибір піддіапазонів, становить не більше 14 с. Час першого виміру при вимірюванні з накопиченням результатів становить не більше 14 с., наступних - не більше 7 с.

2.17 Електроживлення Блоку вимірювального Моста (далі - БВ) здійснюється від вбудованого акумулятора з номінальною напругою 6 В і номінальною ємністю 12 А·год. Заряд акумулятора здійснюється за допомогою Пристрою зарядного від мережі змінного струму 220/230 В частотою 50 Гц.

2.18 Час роботи Моста від повністю зарядженого акумулятора становить не менше 40 годин. Рівень заряду акумулятора відображується в основному вікні програми (рисунок 6.2, поз.17). При розряді акумулятора з'являється відповідне повідомлення. Після появи цього повідомлення робота з Мостом може тривати близько 1 години. При більш глибокому розряді акумулятора Міст автоматично вимикається і подальша робота з ним можлива тільки після заряду акумулятора (розділ 6.5).

2.19 Паразитні ємності кабелів вимірювальних становлять:

- Кабеля вимірювального КИ1 – _____ пФ;
- Кабеля вимірювального КИ2 – _____ пФ;
- Кабеля вимірювального КИ3 – _____ пФ.

2.20 Максимально допустима напруга між центральною жилою і екраном кабелів вимірювальних КИ1, КИ2, КИ3 і КИ4 становить не більше 500 В.

2.21 Корпуса БВ і Розширювача CA7150 забезпечують ступінь захисту IP20 від проникнення твердих предметів і води згідно з ГОСТ 14254.

2.22 Маса складових частин Моста, не більше:

- Конденсатора високовольтного – 400 кг;
- Блока вимірювального – 16 кг;
- Розширювача CA7150 – 4 кг;
- Блока сполучення – 0,2 кг;
- Пристрою зарядного – 0,5 кг

Маса Конденсатора високовольтного вимірювального залежить від виконання, номінального значення ємності та максимальної робочої

напруги, що зазначені при замовленні. Тут наведено максимально можливе значення маси Конденсатора високовольтного вимірювального для робочої напруги 400 кВ.

2.23 Габаритні розміри складових частин Моста, не більше:

- Конденсатора високовольтного – (2600×1200) мм;
- Блока вимірювального – (270×360×415) мм;
- Розширювача CA7150 – (130×200×200) мм;
- Блока сполучення – (70×60×35) мм;
- Пристрою зарядного – (80×80×130) мм.

Габаритні розміри Конденсатора високовольтного вимірювального залежать від виконання, номінального значення ємності та максимально можливої робочої напруги, зазначених при замовленні. Тут наведено максимально можливе значення габаритних розмірів Конденсатора високовольтного вимірювального для робочої напруги 400 кВ.

2.24 Середнє напрацювання на відмову Моста (без урахування ПК) – не менше 9000 годин.

2.25 Повний середній термін служби Моста (без урахування ПК і акумулятора) – не менше 10 років.

2.26 Термін служби акумулятора – не менше 5 років.

3 КОМПЛЕКТНІСТЬ

3.1 Склад комплекту Мостів CA7100M1, CA7100M1.1 без Розширювача CA7150 наведено в таблиці 3.1.

Склад комплекту Розширювача CA7150 при його замовленні з Мостом наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.1 Склад комплекту Моста без Розширювача CA7150

Найменування	Позначення	Кіл.	Примітка
Блок вимірювальний CA7100M1	АМАК.411722.015	1 шт.	Варіант визначається при замовленні
Блок вимірювальний CA7100M1.1	АМАК.411722.023	–	
Ноутбук с ОС			Наявність визначається при замовленні
Конденсатор високовольтний вимірювальний			Наявність визначається при замовленні

Продовження таблиці 3.1

Найменування	Позначення	Кіл.	Примітка
Пристрій зарядний	АМАК.436112.002	1 шт.	–
Блок сполучення	АМАК.426477.003	1 шт.	–
Кабель вимірювальний КИ1	АМАК.685611.030	2 шт.	3 м
Кабель вимірювальний КИ2	АМАК.685651.010	2 шт.	1,5 м
Кабель вимірювальний КИ3	АМАК.685651.042	2 шт.	5 м
Кабель вимірювальний КИ4	АМАК.685611.050	1 шт.	1 м
Кабель оптоволоконний ВОК ⁵	АМАК.468615.014	1 шт.	5 м
	АМАК.468615.014-01	–	10 м
	АМАК.468615.014-02	–	30 м
Диск "Програмне забезпечення CA7100M1"	АМАК.411213.007 К	1 шт.	–
Керівництво з експлуатації	АМАК.411213.007 КЕ	1 экз.	–
Паспорт	АМАК.411213.007 ПС	1 экз.	–
Сумка CA7100M1 БВ	АМАК.323382.052	1 шт.	–
Сумка CA7100M1 Аксесуари	АМАК.323382.053	1 шт.	–

⁵ Довжина ВОК визначається при замовленні в діапазоні від 5 до 30 м

Таблиця 3.2 Склад комплекту Розширювача CA7150 при його замовленні з Мостом

Найменування	Позначення	Кіл.	Примітка
Розширювач діапазону CA7150	АМАК.411521.001	1 шт.	
Кабель вимірювальний КИ6 CA7150	АМАК.685692.001	1 шт.	
Кабель високовольтний KB6 CA7150	АМАК.685651.007	1 шт.	
Кабель живлення КП CA7150	АМАК.685612.004	1 шт.	
Сумка CA7150	АМАК.323382.057	1 шт.	
Сумка CA7150 Аксесуари	АМАК.323382.058	1 шт.	

4 БУДОВА І РОБОТА МОСТУ

4.1 Основні складові частини Моста і функції, що ними виконуються

Структурна схема Мосту наведена на рисунку 4.1.



Рисунок 4.1

Персональний комп'ютер (ПК) призначений для управління процесом вимірювання, візуалізації результатів вимірювань, а також перегляду архіву результатів вимірювань.

Блок вимірювальний, (далі – БВ) об'єднує основні складові частини Мосту. Зв'язок ПК і БВ здійснюється за допомогою Блоку сполучення, (далі - БС) через повністю діелектричний оптоволоконний кабель, що дозволяє забезпечити безпеку персоналу. БС підключено до ПК через

USB-вхід. Як джерело живлення БВ використовується вбудований акумулятор.

Модуль інтерфейсу (MI) здійснює в БВ функцію перетворення оптичних сигналів в електричні.

Модуль живлення (МЖ) служить для формування напруги живлення, а також спільно з Пристроєм зарядним забезпечує автоматичний заряд акумулятора.

Компаратор струмів (КС), еталонний конденсатор C_0 та вимірювальний конденсатор C_x становлять мостову схему вимірювання.

Підсилювач сигналу нерівноваги (ПСН) підсилює сигнал нерівноваги мостової схеми до рівня, необхідного для ефективної роботи *вектормірного аналого-цифрового перетворювача (ВАЦП)*. ВАЦП являє собою комбінацію двох синхронних детекторів з взаємно квадратурними опорними коливаннями і двох аналого-цифрових перетворювачів (АЦП), підключених до їх виходів. Значення кодів, що зчитуються мікроконтролером з вказаних АЦП, пропорційні відповідним квадратурним складовим сигналу нерівноваги.

Мікроконтролер здійснює перетворення команд, що надходять з ПК, в сигнали управління вузлами вимірювального блоку, а також передає в ПК через оптоволоконний кабель значення кодів, що виробляються АЦП, інформацію про струмове перевантаження вхідних ланцюгів і про розряд акумулятора.

КТ містить обмотки W_x і W_0 , через які протікають струми, які порівнюються (струм еталонного конденсатора і струм об'єкта вимірювання) і обмотку W_i , яка служить для виділення сигналу нерівноваги. Залежно від обраного піддіапазону вимірювання струм об'єкта вимірювання надходить на один з виводів обмотки W_x (на рисунку 4.1 показано положення перемикача піддіапазонів, що відповідає другому піддіапазону вимірювання). Число витків обмотки W_0 може змінюватися від 1 до 1000. Зміною кількості витків цієї обмотки здійснюється урівноваження мостової схеми в межах піддіапазона вимірювання.

Пристрій для формування синхроімпульсів (ФСІ) виробляє імпульси синхронні з вимірювальним сигналом. Період даних імпульсів вимірюється за допомогою мікроконтролера. Завдяки цьому опорні коливання, які формуються ним для синхронних детекторів ВАЦП, когерентні зі струмами, що порівнюються КС.

Основою, на якій базується процес вимірювання, є варіаційний метод вимірювання. Використовувана в Мості різновидність варіаційного методу вимірювання передбачає зміну (варіацію) співвідношення струмів на відоме з необхідною точністю значення. Різниця значень вимірюваної величини до і після варіації використовується в якості калібрувального сигналу. Обчислення, що необхідні для отримання результату, здійснює ПК.

Процес вимірювання можна умовно розділити на такі основні етапи:

- вибір чутливості і вимірювання робочої напруги;
- вибір п/д;
- урівноваження вимірювального ланцюга в межах п/д;
- вимірювання значення залишкового сигналу нерівноваги і "нулів" приладу (при відключених за допомогою комутаторів K_1 і K_2 порівнювальних струмах);
- обчислення результату вимірювання по рівноважним значенням декадних комутаторів і значенням залишкового сигналу нерівноваги;
- корекція результату вимірювання з урахуванням впливу паразитних ємностей, які шунтують входи Моста, а також опорів проводів, що підводять сигнали, обмоток і комутаторів в ланцюзі об'єкта вимірювання та еталонного конденсатора.

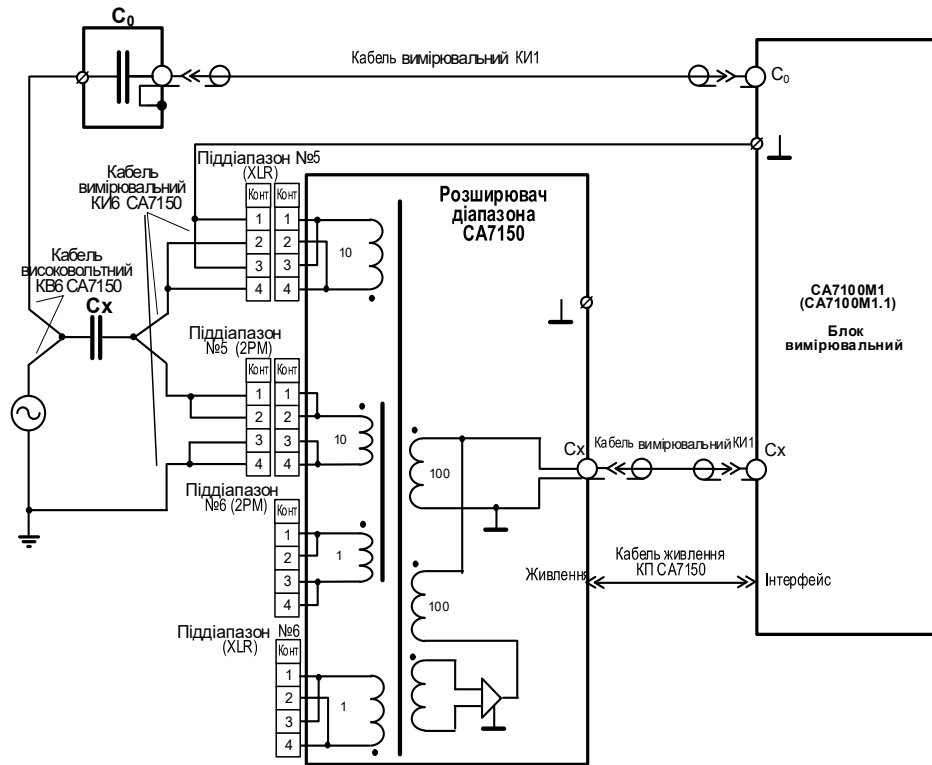
Вибір чутливості здійснюють зміною коефіцієнта передачі ПСН.

Зміна п/д здійснюється перемиканням числа витків обмотки W_x , а урівноваження в межах п/д - перемиканням витків обмотки W_0 .

Після урівноваження за допомогою ВАЦП вимірюється залишковий сигнал нерівноваги. Використовуючи результат цього вимірювання, рівноважні значення числа витків обмоток КС, а також параметри еталонного конденсатора C_0 , що введені оператором, ПК виконує обчислення і виводить на екран виміряні значення ємності і тангенса кута втрат об'єкта, діюче значення першої гармоніки робочої напруги і його частоти.

Міст забезпечує вимірювання ємностей на 4-х п/д при співвідношенні C_x/C_0 в діапазоні від 0,01 до 1000. Для вимірювання ємностей з більшими співвідношеннями разом з БВ використовують *Розширювач діапазону CA7150*.

Розширювач CA7150 являє собою прецизійний двухступінчастий трансформатор струму з електронною компенсацією похибки навантаження, що його включають на вхід C_x БВ, і таким чином збільшують співвідношення C_x/C_0 до 10000 (п/д 5) і 100 000 (п/д 6). Структурна схема *Розширювача CA7150* при роботі з Мостом показана на рисунку 4.2.



Розширювач CA7150 підключено до БВ для роботи на 5 п/д
Рисунок 4.2

Заземлення вимірювальної схеми виконується в одній точці, як показано на рисунках 4.1 - 4.3. Для виключення додаткових похибок вимірювання корпуси еталонного конденсатора C_0 , БВ і Розширювача CA7150 повинні бути ізольовані від землі.

4.2 Конструкція Моста

4.2.1 Блок вимірювальний

На рисунку 4.3 показаний зовнішній вигляд передньої панелі Блоку вимірювального Моста CA7100M1.



- Поз.1 - індикатор включення живлення Моста і контролю процесу заряду акумулятора;
- Поз.2 - роз'єм "Інтерфейс" для підключення Пристрою зарядного або Розширювача CA7150;
- Поз.3 - роз'єм "ВОК" для підключення Блоку сполучення за допомогою кабелю оптоволоконного ВОК;
- Поз.4 - роз'єм " C_0 " для підключення еталонного конденсатора за допомогою кабелю вимірювального КИ1;
- Поз.5 - корпусний затиск;
- Поз.6 - роз'єм " C_x " для підключення об'єкту вимірювання за допомогою кабелю вимірювального КИ1, КИ2 або КИ3.

Рисунок 4.3

На рисунку 4.4 показаний зовнішній вигляд передньої панелі Блоку вимірювального Моста CA7100M1.1.



Поз.1 - роз'єм "C₀" для підключення еталонного конденсатора за допомогою кабеля вимірювального КИ1;

Поз.2 - роз'єм "ВОК" для підключення Блоку сполучення за допомогою кабеля оптоволоконного ВОК;

Поз.3 - роз'єм "Інтерфейс" для підключення Пристрою зарядного або Розширювача CA7150;

Поз.4 - індикатор включення живлення Моста і контролю процесу заряду акумулятора;

Поз.5 - корпусний затиск;

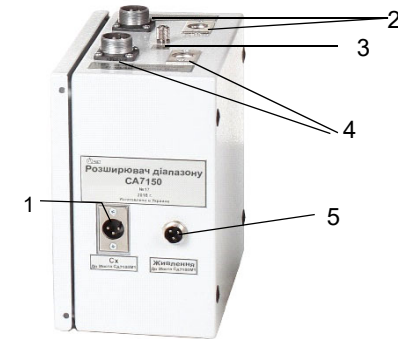
Поз.6 - кнопка для вмикання приладу;

Поз.7 - роз'єм "C_x" для підключення об'єкта вимірювання за допомогою кабеля вимірювального КИ1, КИ2 або КИ3.

Рисунок 4.4

4.2.2 Розширювач діапазону CA7150

На рисунку 4.5 показаний зовнішній вигляд Розширювача CA7150.



Поз.1 - роз'єм "C_x" для підключення Блоку вимірювального за допомогою кабеля вимірювального КИ1;

Поз.2 - група роз'ємів "Вхід вимірювальний Піддіапазон №6" для підключення об'єкта вимірювання за допомогою кабеля вимірювального КИ6 при вимірюваннях на піддіапазоні №6;

Поз.3 - корпусний затиск;

Поз.4 - група роз'ємів "Вхід вимірювальний Піддіапазон №5" для підключення об'єкта вимірювання за допомогою кабеля вимірювального КИ6 CA7150 при вимірюваннях на піддіапазоні №5;

Поз.5 - роз'єм "Живлення" для підключення до роз'єму "Інтерфейс" Блока вимірювального за допомогою кабеля живлення КП CA7150.

Рисунок 4.5

4.2.3 Конденсатор високовольтний вимірювальний

До складу Моста CA7100M1 можуть входити конденсатори, що відрізняються робочою напругою, масогабаритними характеристиками і типом діелектрика.

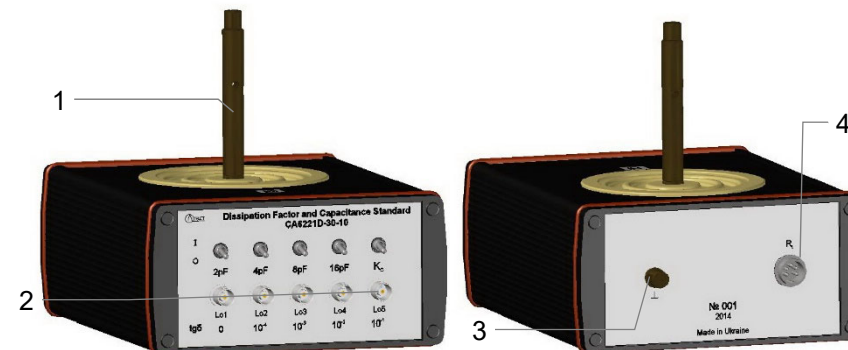
На рисунку 4.6 показаний зовнішній вигляд Конденсатора високовольтного вимірювального КГИ 42 (максимальна робоча напруга 42 кВ) з діелектриком в вигляді газу (SF₆).



- Поз.1 - вивід високовольтний для підключення до джерела робочої напруги;
 Поз.2 - корпусний затиск;
 Поз.3 - роз'єм для підключення Блока вимірювального за допомогою вимірювального КИ1 до входу "I1" Моста.

Рисунок 4.6

На рисунку 4.7 показаний зовнішній вигляд конденсатора (міри ємності і тангенса втрат), який розрахований на максимальну робочу напругу 10 кВ, з діелектриком на основі плавленого кварцу – Міра CA6221D (вигляд спереду і ззаду).



Вигляд спереду

Вигляд ззаду

- Поз.1 – високовольтний вивід "Hi";
 Поз.2 – низьковольтні виводи "Lo1", "Lo2", "Lo3" "Lo4" і "Lo5";
 Поз.3 – вивід корпуса;
 Поз.4 – роз'єм для підключення вторинного перетворювача для контролю температури міри.

Рисунок 4.7

На рисунку 4.8 показаний зовнішній вигляд конденсатора (міри ємності і тангенса втрат), який розрахований на максимальну робочу напругу 1 кВ, виготовленого на основі ємносних елементів з діелектриком з високостабільної кераміки – Міра CA6210D (вигляд спереду і ззаду).



Вигляд спереду

Вигляд ззаду

- Поз.1 – високовольтний вивід "Hi";
 Поз.2 – низьковольтні виводи "Lo1", "Lo2", "Lo3" "Lo4" і "Lo5";
 Поз.3 – вивід корпуса;
 Поз.4 – роз'єм для підключення вторинного перетворювача для контролю температури міри.

Рисунок 4.8

Основні технічні характеристики конденсаторів високовольтних вимірювальних наведені в таблиці:

Найменування характеристики	Числові значення
Номинальне значення ємності C_{12} , пФ	50
Границі допустимого відносного відхилення ємності C_{12} в залежності від напруги, що прикладається, %, не більше	$\pm 2 \cdot 10^{-3}$
Границі допустимого абсолютного відхилення тангенса кута втрат в залежності від напруги, що прикладається	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$
Дійсне значення паразитної вхідної ємності C_{10}^* , пФ	
Дійсне значення паразитної вихідної ємності C_{20}^* , пФ	
Максимальна робоча напруга, кВ	10
Найбільша напруга між центральною жилою виводу "Lo" і виводом корпусу, не більше, В	500

* – значення визначається під час калібрування конденсатора

В експлуатаційній документації на Міри ємності і тангенса кута втрат високовольтні CA6221D-30-10 і CA6210D додатково наведені характеристики, пов'язані з відтворюваним ними тангенсом кута втрат.

На рисунку 4.9 показано схематичне зображення кабелів, що входять до комплекту Розширювача CA7150.

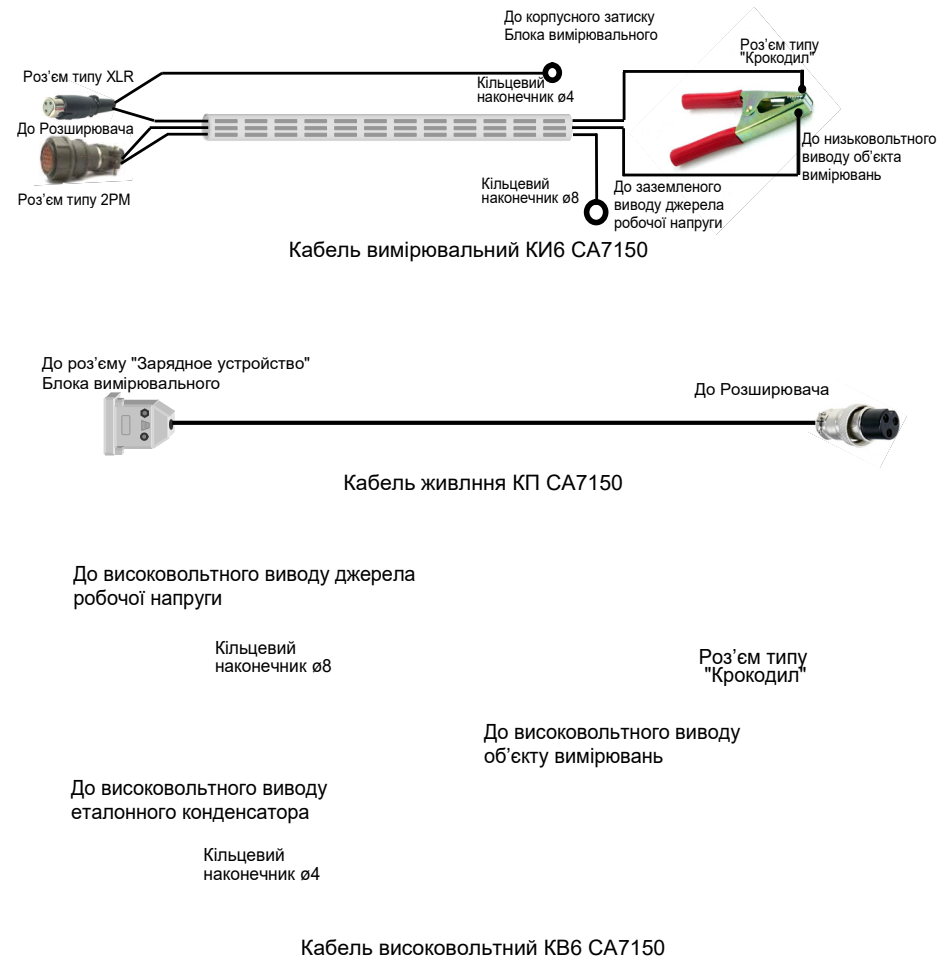


Рисунок 4.9

4.3 Маркування

4.3.1 На передній панелі Блоку вимірювального нанесено:

- найменування і умовне позначення Моста;
- товарний знак підприємства-виробника;
- призначення роз'ємів.

4.3.2 На задній панелі Блоку вимірювального нанесено заводський № і дата виготовлення Моста.

5 ПЕРЕЛІК ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ

5.1 Загальні вимоги безпеки за способом захисту людини від ураження електричним струмом відповідають вимогам ГОСТ 26104 і ГОСТ Р 51350 для класу 1.

5.2 На всіх стадіях випробувань і експлуатації Моста має бути забезпечено дотримання правил техніки безпеки і виконання інструкцій з безпечного проведення кожного виду робіт

5.3 Корпус БВ і підключені до нього елементи вимірювальної схеми при проведенні вимірювань можуть перебувати під небезпечною для життя напругою, тому контакт з ними при подачі напруги категорично забороняється!

5.4 При розміщенні апаратури, яка використовується при проведенні вимірювань, всі блоки, що знаходяться під напругою, необхідно огорожувати відповідно до "Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів".

5.5 Забороняється проведення вимірювань при підключеному до БВ Пристрою зарядному.

6 ПІДГОТОВКА МОСТА ДО РОБОТИ

6.1 Установка програмного забезпечення Моста на ПК

Перед першим використанням Моста на ПК має бути встановлене програмне забезпечення, яке розміщене на інсталяційному диску, що входить до комплекту поставки.

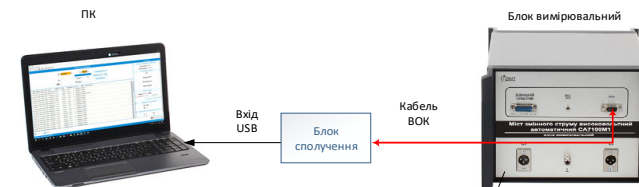

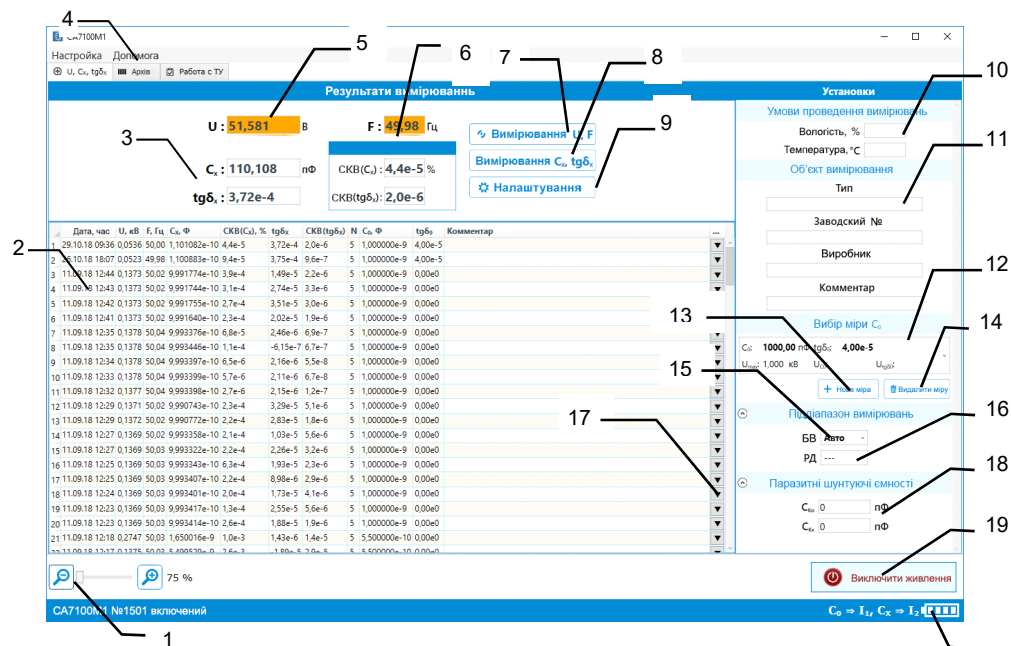


Рисунок 6.1

- 1) Включити ПК.
- 2) Ознайомитись з файлом readme.txt (цей файл розміщений на диску "Програмне забезпечення CA7100M1") і виконати у відповідності з ним налаштування програмного забезпечення.
- 3) Під'єднати ПК до БВ за допомогою Interface unit (Блока сполучення) згідно з рисунком 6.1.
- 4) Після налаштування програмного забезпечення на Робочому столі ПК з'явиться іконка . Подвійне натискання клавішею миші по цій іконці призводить до появи на екрані вікна програми (рисунок 6.2).
- 5) Перевірити стан заряду акумулятора (рисунок 6.2, поз.17). За необхідності виконати заряд акумулятора у відповідності з вказівками розділу 6.5.
- 6) Вибрати мову інтерфейса користувача в пункті меню "Настройки".



- Поз.1 - масштабування основного вікна програми;
 Поз.2 - поле архівних записів вимірювань;
 Поз.3 - поля вивода результатів вимірювань ємності і тангенса кута втрат;
 Поз.4 - вкладка для перегляду архіву вимірювань;
 Поз.5 - поле виводу значення робочої напруги;
 Поз.6 - поле виводу значення частоти робочої напруги;
 Поз.7 - кнопка запуску вимірювання робочої напруги і її частоти;
 Поз.8 - кнопка запуску вимірювання ємності і тангенса кута втрат;
 Поз.9 - кнопка налаштування режиму накопичення і режиму виводу результатів з додатковими розрядами;
 Поз.10 - поля для вводу вологості і температури;
 Поз.11 - поля для вводу типу обладнання, що тестується, його заводського номера, виробника обладнання і поле для вводу коментарів;
 Поз.12 - поле виводу параметрів міри C_0 ;
 Поз.13 - кнопка вводу параметрів нової міри C_0 ;
 Поз.14 - кнопка видалення параметрів міри C_0 ;
 Поз.15 - поле вибору фіксованого піддіапазону вимірювань Моста;
 Поз.16 - поле вибору фіксованого піддіапазону вимірювань Розширювача CA7150;
 Поз.17 - кнопка перегляду проміжних вимірювань при включеному режимі вимірювань з накопиченням;
 Поз.18 - поля для вводу значення паразитної ємності C_{K0} , що шунтує вхід Моста " C_0 ", та паразитної ємності C_{Kx} , що шунтує вхід Моста " C_x ";
 Поз.19 - кнопка вмикання/вимикання живлення Моста;
 Поз.20 - індикатор стану заряду акумулятора.

Рисунок 6.2

6.2 Дані, які необхідно знати перед початком вимірювань

Перед початком проведення вимірювань ємності C_x і тангенса кута втрат $\text{tg}\delta_x$ повинні бути відомі такі дані:

- паспортне (дійсне) значення ємності еталонного конденсатора C_0 (в разі використання конденсатора, що не входить до комплексу Моста);
- паспортне (дійсне) значення тангенса кута втрат $\text{tg}\delta_x$ (в разі використання конденсатора, що не входить до комплексу Моста);
- значення паразитної ємності C_{K0} , що шунтує вхід " C_0 " Моста, враховуючи що $C_{K0} = C_{E20} + C_{K_{KI1}}$, де C_{E20} – вихідна паразитна ємність еталонного конденсатора C_0 ; $C_{K_{KI1}}$ – паразитна ємність кабелю вимірювального КИ1;
- значення паразитної ємності C_{Kx} , що шунтує вхід " C_x " Моста, враховуючи що $C_{Kx} = C_{X20} + C_{K_{KI1}}$, де C_{X20} – вихідна паразитна ємність об'єкта вимірювань C_x ; $C_{K_{KI1}}$ – паразитна ємність кабелю вимірювального КИ1.

Як вимірювальні кабелі можуть бути також використані КИ2 та КИ3. Всі об'єкти вимірювання повинні підключатися до Моста за тризатисковою схемою. На рисунку 6.3 показана вимірювальна схема, де об'єкт вимірювання C_x представлений у вигляді тризатискового конденсатора. Подібна схема ілюструє присутність паразитних ємностей C_{E20} , C_{X20} і $C_{K_{KI1}}$, які шунтують входи " C_0 " і " C_x " Моста.

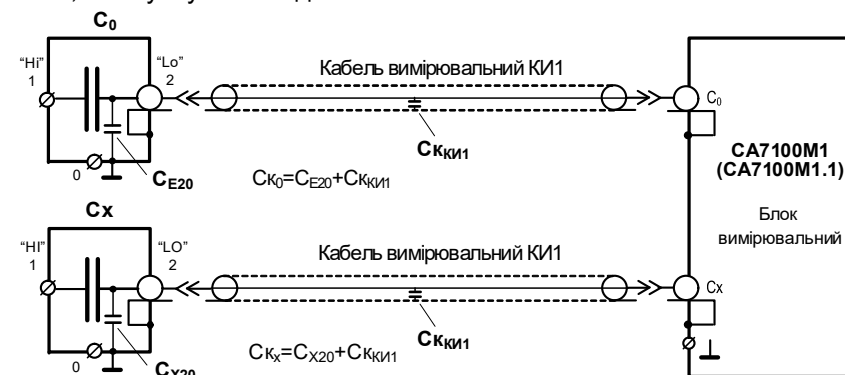


Рисунок 6.3

Перед початком вимірювань ємності C_x і тангенса кута втрат $\text{tg}\delta_x$ значення паразитних ємностей C_{K0} і C_{Kx} повинні бути введені в вікно програми (рисунку 6.2, поз.18), оскільки кожен неврахований 1000 пФ паразитної ємності можуть привести до додаткової похибки вимірювання тангенса кута втрат, що дорівнює $\pm 1 \cdot 10^{-5}$. Значення ємності C_{K0} має бути введено при вимірюваннях на всіх піддіапазонах, а ємності C_{Kx} - тільки при вимірюваннях на 1-4 піддіапазонах

Значення паразитних ємностей C_{K0} і C_{Kx} можуть бути визначені розрахунково або в результаті вимірювань.

При обчисленні $C_{K0}=C_{E20}+C_{KKI1}$ і $C_{Kx}=C_{X20}+C_{KKI1}$ значення C_{E20} та C_{X20} можуть бути взяті з експлуатаційної документації на конденсатори, а значення паразитної ємності C_{KKI1} кабелю вимірювального КИ1 (далі – кабель КИ1) – з 2.19.

Якщо значення паразитних ємностей C_{E20} і C_{X20} в експлуатаційній документації відсутні, що не дозволяє розрахувати C_{K0} і C_{Kx} , то значення паразитних ємностей C_{K0} і C_{Kx} необхідно виміряти згідно з рекомендаціями розділу 7.2.

6.3 Деякі відомості по роботі з програмою

При роботі з програмою необхідно зважати на наступне:

– При запуску програми автоматично включається БВ. Для запобігання невиправданого розряду акумулятора передбачено автоматичне відключення БВ, якщо протягом 20 хвилин не проводилися вимірювання (функція відключення блоку вимірювального може бути скасована в налаштуваннях рис. 6.5).

– Після завантаження програми Міст переходить в режим вимірювання робочої напруги. Виміряна напруга і її частота виводиться в полях "U" і "F" (рисунок 6.2, поз.5, 6). Для отримання коректного значення робочої напруги, в полі "C₀" (рисунок 6.2, поз.13) необхідно вибрати Конденсатор високовольтний вимірювальний, що входить до складу Моста CA7100M1, або ввести паспортне значення ємності еталонного конденсатора C₀.

– Після запуску процесу вимірювання ємності і тангенса кута втрат на екрані з'являється вікно (рисунок 6.4), на якому відображається поточне вимірювання із серії вимірювань. Вікно зникне, коли вимірювання завершиться.

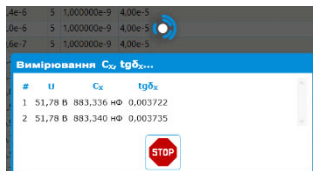


Рисунок 6.4

– Вимірювання C_x і $tg\delta_x$ виконується з накопиченням результатів вимірювань. Для установки кількості накопичуваних вимірів клацнути по кнопці "Налаштування" (рисунок 6.2, поз.9) і у вікні, що з'явиться, (рисунок 6.5) ввести необхідну кількість вимірювань в поле (поз.1) (рекомендоване число накопичуваних вимірювань - 5).

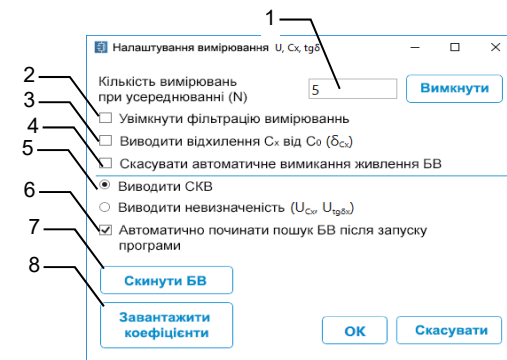


Рисунок 6.5

На рисунку 6.5 показано вміст вікна «Налаштування вимірювань...» з наступними режимами вимірювань:

1 – включення режиму вимірювань з усередненням і можливістю вибору кількості накопичуваних вимірювань;

2 – включення фільтрації вимірів – застосовується при вимірюванні з накопиченням, коли виникають випадкові зміни характеристик напруги в електричній мережі в часі (наприклад, провали і переривання напруги, імпульсні перенапруги);

3 – вивід відхилення C_x від C_0 (δ_{Cx}) – дозволяє визначити відносне відхилення значення ємності вимірюваного конденсатора від еталонного в %. Застосовується за умов рівних номінальних значень C_x і C_0 ;

4 – скасування автоматичного вимкнення БВ – призводить до того, що живлення Моста не вимикається через 20 хвилин при відсутності вимірювань;

5 – вибір виведення середньоквадратичного відхилення або невизначеності вимірювань;

6 – включення режиму, коли після запуску програми на ПК пошук Блоку вимірювального починається автоматично;

7 – скидання БВ – дозволяє перезапустити програму контролера Блоку вимірювального;

8 – кнопка «Завантажити коефіцієнти» дозволяє записати градуювальні коефіцієнти з файлу коефіцієнтів даного моста.

– При введенні паспортних даних еталонного конденсатора можна використовувати раніше введені значення, для цього слід натиснути в полі 12, рис. 6.2 стрілку списку, що розкривається, і зі списку (рисунок 6.6) вибрати необхідне значення. Зі списку можуть бути видалені непотрібні значення. Для видалення слід вибрати параметри міри, що видаляється, і натиснути кнопку «удалить меру» (рис.6.2, поз.14).

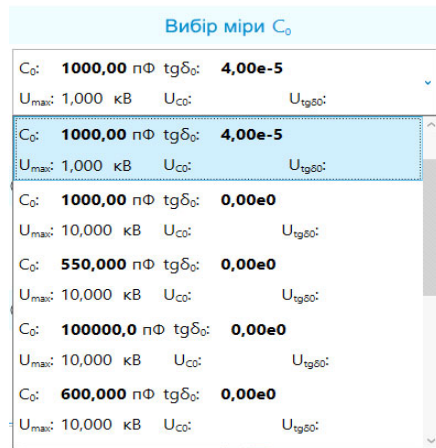


Рисунок 6.6

6.4 Робота з архівом


Всі результати вимірювань зберігаються в пам'яті комп'ютера і доступні для наступного перегляду. Записи результатів вимірювань можуть бути ідентифіковані за датою та часом вимірювання.

Результати вимірювання у вигляді запису із зазначенням дати і часу автоматично заносяться в пам'ять ПК (в архів), одночасно результати вимірювання C_x , $tg\delta_x$ заносяться в буфер обміну ПК і можуть бути збережені в інших програмах ПК.

Для перегляду архіву вимірювань відкрити вкладку "Архів" (рисунок 6.2, поз.4), на екрані з'явиться вікно (рисунок 6.7).

Для того, щоб переглянути:

- конкретну кількість останніх результатів вимірювань слід натиснути кнопку 2,
- записи в діапазоні (у відповідних полях вказати номери початкового і кінцевого записів) - кнопку 3,
- результати вимірювань за останній місяць - кнопку 4,
- весь архів - кнопку 1.

Для перегляду результатів вимірювань, які були усереднені після накопичення, необхідно клацнути по кнопці  (рисунок 6.7, поз.5).

Для копіювання або видалення запису на вкладці "Архів" необхідно клацнути на записи і в контекстному меню вибрати необхідний рядок. Аналогічним чином можна вибрати кілька записів і натиснути на кнопку "Видалити вибрані записи".

До будь-якого запису на вкладці "Архів" можна додати коментар після подвійного клацання мишею по відповідному полю і ввівши необхідний текст.

Записи результатів вимірювання, що зберігаються в пам'яті ПК, можуть бути збережені в файл з розширенням .html або в файл з розширенням .xls. Для цього необхідно натиснути кнопку "Експорт" (поз.7) і у вікні, (рисунок 6.8) вибрати необхідні стовпці і формат - "HTML" або "Excel".

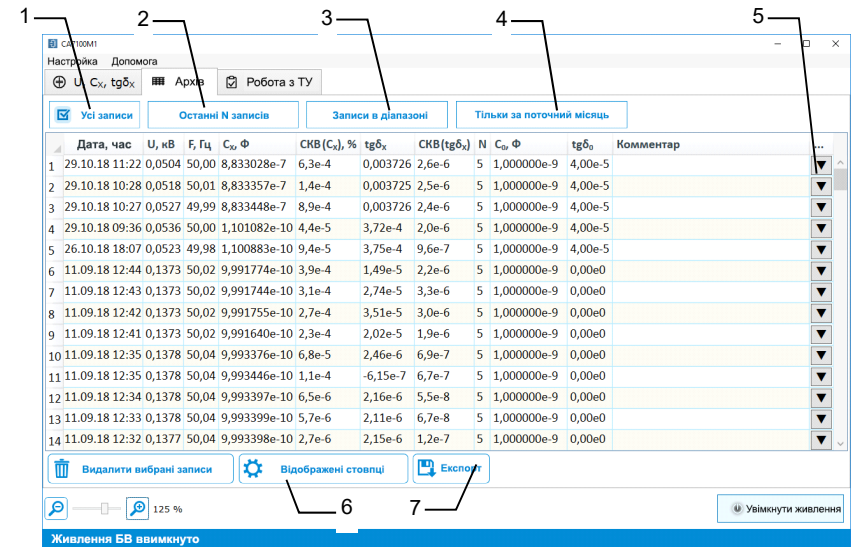


Рисунок 6.7

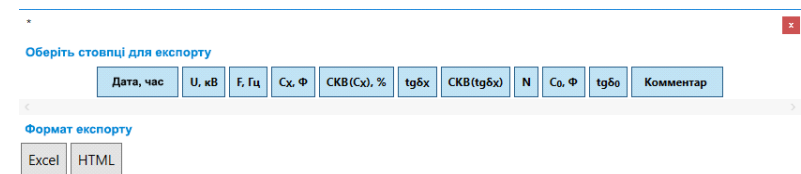


Рисунок 6.8

Стовпці, які відображаються в архіві (рисунок 6.9), вибираються після натискання на відповідну кнопку (рисунок 6.7, поз.6).

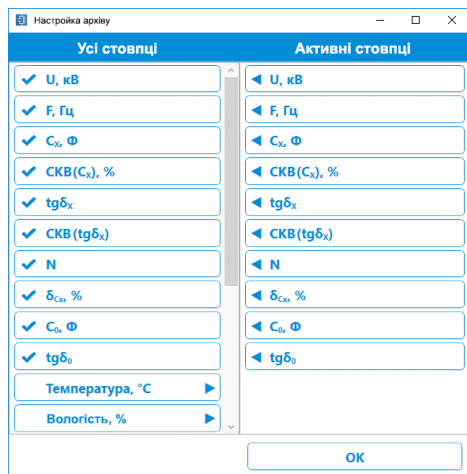


Рисунок 6.9

6.5 Заряд акумулятора

Заряд акумулятора повинен виконуватися не рідше одного разу в 6 місяців. Заряд слід проводити від мережі ~50 Гц 220/230 В лише за умов температури оточуючого середовища в межах від 0 до 40 °С.

В разі використання в БВ свинцево-кислотного акумулятора слід пам'ятати, що він не має ефекту пам'яті, який притаманний лужним акумуляторам, і не вимагає спеціальних режимів для обслуговування

1) Підключити Пристрій зарядний до БВ і до мережі ~50 Гц 220/230 В, як показано на рисунку 6.8.

2) Включити Пристрій зарядний, для чого встановити вимикач живлення в положення ВКЛ. При цьому, індикатор "ВКЛ/ЗАР" на передній панелі БВ почне блимати. Тривалість заряду повністю розрядженого акумулятора – 7 годин.



Рисунок 6.8

3) Переконалися в тому, що індикатор "ВКЛ/ЗАР." на передній панелі БВ перестав блимати і погас. При цьому подача струму від Пристрою зарядного автоматично припиняється, що дозволяє виключити вихід з ладу акумулятора.

4) Вимкнути Пристрій зарядний, для чого встановити вимикач "I/O" в положення "O" і від'єднати його від БВ і мережі живлення.

5) Рівень заряду акумулятора можна проконтролювати по індикатору в вікні програми (рисунок 6.2, поз.20).

7 РОБОТА З МОСТОМ

7.1 Підготовка до вимірювання

Вибрати схему і склад обладнання, що буде використане під час вимірювання, враховуючи значення ємності і сили струму в ланцюзі об'єкта вимірювання (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1

№ п/д	C_x/C_0	Сила струму в ланцюзі об'єкта вимірювання, А	Спосіб вибору п/д	Складові частини Моста	Схема і порядок вимірювання в розділі:
1-4	$0,01 - 10^3$	0...0,5	Автоматичний	БВ	7.4, 7.5
5	$10^3...10^4$	0,03...5	Ручний	БВ, CA7150	7.6
6	$10^4...10^5$	0,3...50			

УВАГА!

Заземлення всіх вимірювальних схем виконувати в одній точці, як показано на рисунках 7.1-7.6.

Для виключення додаткових похибок вимірювання еталонний конденсатор C_0 , Блок вимірювальний і Розширювач CA7150 встановити так, щоб їх корпуси були ізольовані від землі.

7.2 Вимірювання паразитної ємності, що шунтирує вхід "Cx" БВ, при підключеному тризатисковому конденсаторі

Схема для вимірювання паразитної ємності, що шунтирує вхід "Cx" БВ при підключеному тризатисковому конденсаторі з під'єднаним до нього вимірювальним кабелем КИ1 (далі – паразитна ємність C_{PC}) показана на рисунку 7.1. Паразитна ємність C_{PC} становить суму вихідної паразитної ємності конденсатора C_{20} і ємності ізоляції кабеля КИ1 $C_{КИ1}$.

Для забезпечення коректного вимірювання $C_{pс} = C_{20} + C_{КК11}$ корпус конденсатора, що вимірюється, і екран підключеного до нього кабеля КИ1, ізолювані від землі і від корпусу Моста. Це досягається використанням кабеля КПЗ з комплекту Моста, екран якого ізолюваний від корпусу одного з роз'ємів. Також для того, щоб виключити вплив на процес вимірювання $C_{pс} = C_{20} + C_{КК11}$ ємностей C_{10} і C_{12} , вхід "1" тризатискового конденсатора заземлений (рисунок 7.1).

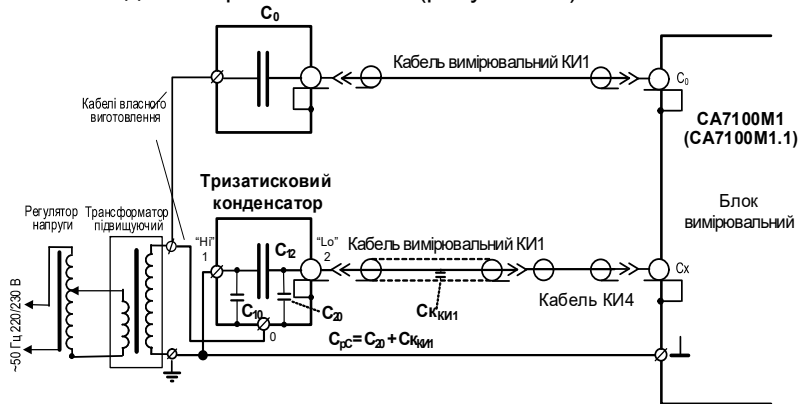



Рисунок 7.1

- 1) Приєднати ПК до БВ у відповідності з рисунком 6.1.
- 2) Приєднати до БВ еталонний конденсатор C_0 і тризатисковий конденсатор, зібравши схему, що показана на рисунку 7.1.
- 3) Включити ПК.
- 4) Ввімкнути живлення БВ, для чого запустити програму

"CA7100M1" подвійним клацанням по іконці  , що розташована на Робочому столі ПК. На екрані ПК з'явиться діалогове вікно програми (рисунок 6.2, далі всі посилання на цей рисунок).

- 5) Ввести в розділ "Вибір міри C_0 " (поз.12) паспортні дані еталонного конденсатора: ємності C_0 , в пікофарадах, і $tg\delta_0$.

- 6) Ввести значення паразитної ємності $C_{к0}$ в розділ "Паразитні шунтуючі ємності" (поз.18).⁶

- 7) Включити режим вимірювання U і F, для чого клацнути по кнопці **Вимірювання U, F** (поз.7) або натиснути клавишу **F7** на клавіатурі ПК. Встановити потрібне значення робочої напруги, регулюючи її за допомогою регулятора та контролюючи її значення в полі (поз.5). Робоча

⁶ При измерении паразитной ёмкости $C_{pс}$ значениями $C_{к0}$ и $C_{кх}$ можно пренебречь, поэтому в поля (поз.12, 13) можно ввести значения 0 пФ.

напруга повинна відповідати вимогам 2.7 та не повинна перевищувати паспортного значення найбільшої робочої напруги для низьковольтного виводу "2" тризатискового конденсатора і максимально допустимого значення напруги між центральною жилою і екраном кабеля КИ1, наведеного в 2.20.

- 8) Включити режим вимірювання C_x та $tg\delta_x$, для чого клацнути по кнопці **Вимірювання $C_x, tg\delta_x$** (поз.8) або натиснути клавишу **F8** на клавіатурі ПК.

- 9) Результат вимірювання $C_{pс}$ відобразиться в полі "C_x" (поз.3).

Вимірювання паразитної ємності $C_{pс} = C_{20} + C_{КК11}$ може бути виконане також за допомогою лабораторного моста змінного струму, що має клас точності не нижче 0,5 на частоті не більше 1000 Гц. На рисунку 6.9 показана схема вимірювання з використанням моста P5083.

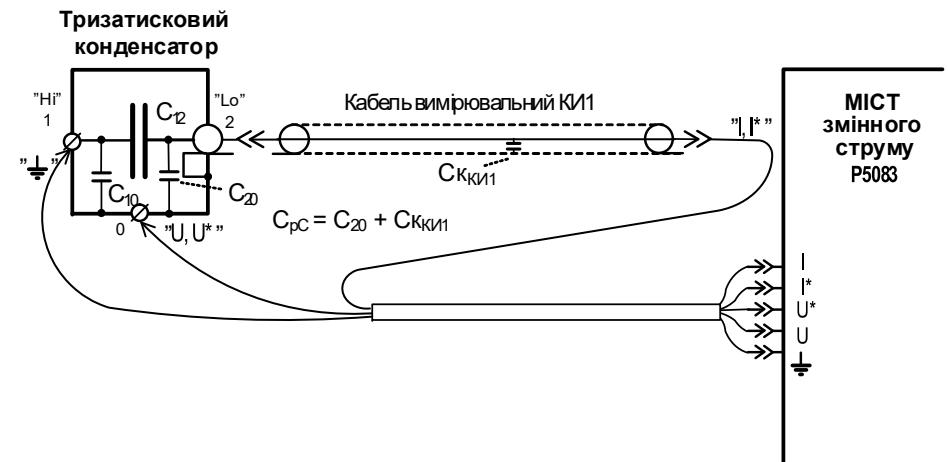


Рисунок 7.2

Значення $C_{pс}$ має бути використане як $C_{к0}$ або $C_{кх}$ в подальших вимірюваннях (розділи 7.4-7.7) в залежності від призначення даного тризатискового конденсатора.

7.3 Вимірювання паразитної ємності, що шунтує вхід "C_x" БВ, при визначенні тангенса кута втрат ізоляції кабеля

Схема для вимірювання паразитної ємності, що шунтує вхід "C_x" БВ, при визначенні тангенса кута втрат ізоляції кабеля (далі – паразитна ємність $C_{pк}$), показана на рисунку 7.3. Паразитна ємність $C_{pк}$ становить

суму паразитної ємності ізоляції між екраном і бронєю кабелю, що піддається випробуванню, $C_{Еб}$ і ємності ізоляції кабелю вимірювального КИ2 $C_{Ки2}$.

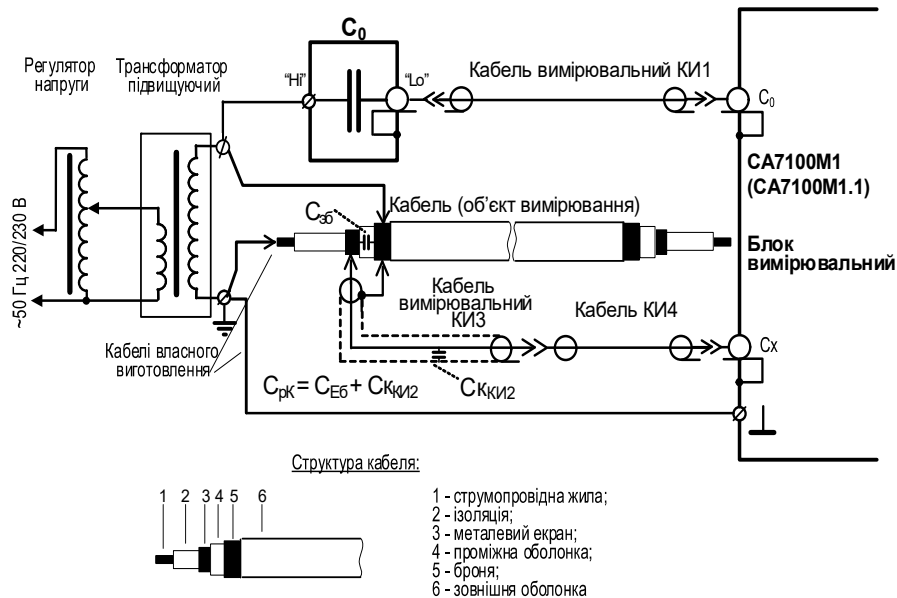


Рисунок 7.3

- 1) Підключити ПК до БВ у відповідності з рисунком 6.1.
- 2) Підключити до БВ еталонний конденсатор C_0 і зразок кабелю, що випробується, зібравши схему згідно з рисунком 7.3.
- 3) Виконати п.п.3-5 розділу 7.2
- 4) Ввести значення паразитної ємності $C_{К0}$ в розділ "Установки" (поз.12).⁷
- 5) Включити режим вимірювання U та F , для чого клацнути по кнопці **Вимірювання U, F** (поз.7) або натиснути клавішу **F7** на клавіатурі ПК. Встановити потрібні значення робочої напруги, регулюючи її за допомогою регулятора і контролюючи значення в полі (поз.5). Робоча напруга не повинна перевищувати максимально допустиме значення напруги між центральною жилою і екраном кабелю КИ2, наведеного в 2.20.

⁷ При вимірюванні паразитної ємності $C_{рк}$ значеннями $C_{К0}$ і $C_{Кх}$ можна знехтувати, а отже в поля (поз.12, 13) можна ввести значення 0 пФ.

10) Включити режим вимірювання C_x і $tg\delta_x$, для чого клацнути по кнопці **Вимірювання C_x , $tg\delta_x$** (поз.8) або натиснути клавішу **F8** на клавіатурі ПК.

11) Результат вимірювання $C_{рк}$ відобразиться в полі C_x (поз.3).
Значення паразитної ємності $C_{рк}$ може бути визначене розрахунково. Під час розрахунків $C_{рк} = C_{Еб} + C_{Ки2}$ значення $C_{Еб}$ може бути обчислене, якщо відома погонна ємність кабелю, що випробується, між екраном і бронєю, а значення паразитної ємності $C_{Ки2}$ має бути взяте з 2.19.

Значення $C_{рк}$ слід використовувати як $C_{Кх}$ при вимірюванні тангенса кута втрат ізоляції кабелю (розділ 7.5).

7.4 Вимірювання ємності C_x і тангенса кута втрат $tg\delta_x$ на 1...4 піддіапазонах

УВАГА! Пристрій зарядний повинен бути відключений від БВ під час вимірювань. Невиконання цієї вимоги може призвести до виходу Моста з ладу!

При вимірюваннях не повинні виникати коронні розряди!

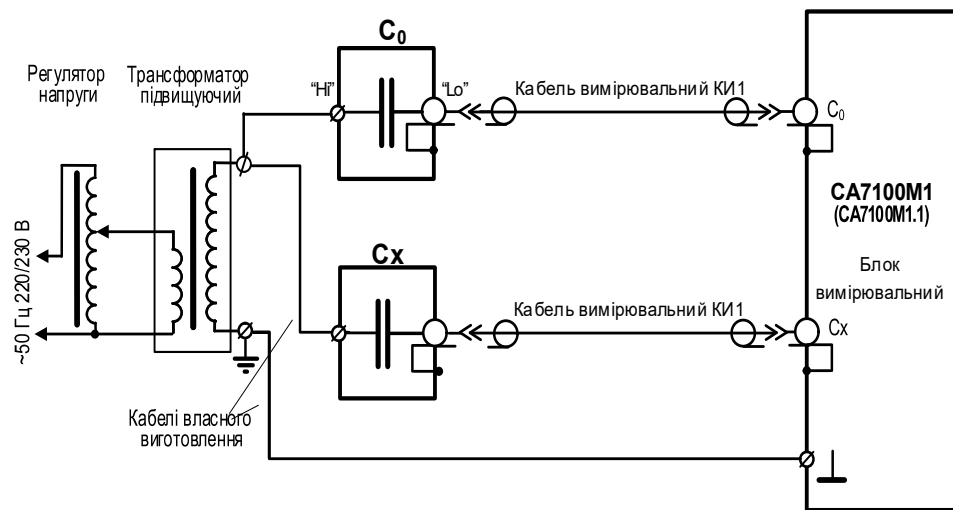
Вимірювання можуть виконуватись при підключенні об'єкту вимірювання до Моста, як по "прямій" (нормальній), так і по "інверсній" (перевернутій) схемам.

При вимірюваннях по "перевернутій" схемі необхідно виконати наступні вимоги:

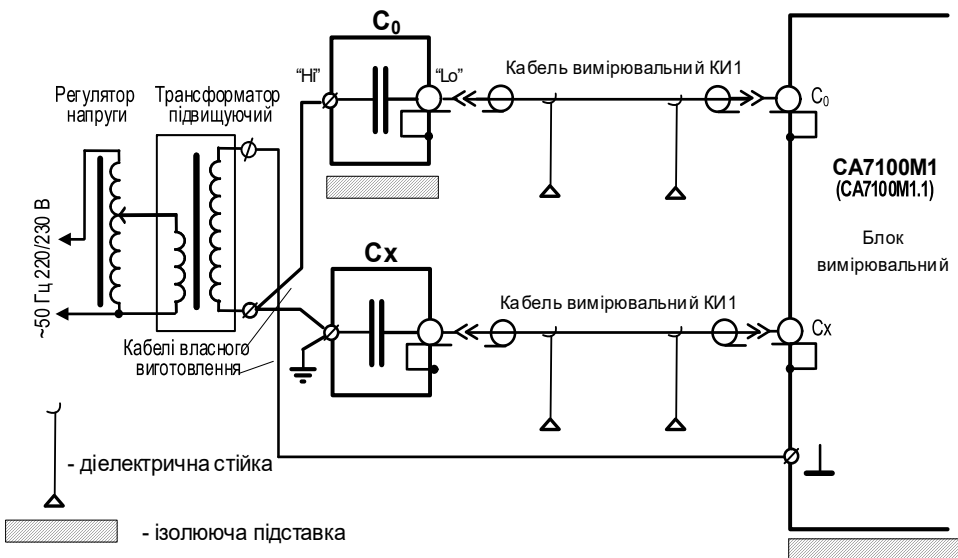
- Встановити БВ та еталонний конденсатор C_0 на ізолюючі підставки, що розраховані на робочу напругу;
- При робочій напрузі до 10 кВ кабелі вимірювальні КИ1 попередньо розвісити на діелектричних стійках;
- При робочій напрузі вище 10 кВ використовувати кабелі власного виготовлення з зовнішньою ізоляцією, яка розрахована на відповідну робочу напругу, при цьому щільність екрану кабелю повинна становити 100 %.

1) Під'єднати ПК до БВ у відповідності з рисунком 6.1.

2) Під'єднати до БВ еталонний конденсатор C_0 і об'єкт вимірювання C_x по "прямій" (нормальній) схемі (рисунком 7.4,а) або по "інверсній" (перевернутій) схемі (рисунком 7.4,б).




а) "Пряма" (нормальна) схема при вимірюванні на 1-4 п/д



б) "Інверсна" (перевернута) схема при вимірюванні на 1-4 п/д

Рисунок 7.4

3) Включити ПК.

4) Ввімкнути живлення БВ, для чого запустити програму "CA7100M1" подвійним клацанням миші по іконці , що розташована

на Робочому столі ПК. На екрані ПК з'явиться діалогове вікно програми (рисунок 6.2, далі всі посилання на цей рисунок).

5) Встановити автоматичний вибір піддіапазону вимірювання. Для цього вибрати варіант "АВТО" зі списку "Піддіапазон, БВ» (поз.14). *Вимірювання на 1-4 п/д завжди слід виконувати в автоматичному режимі, а вибір одного з піддіапазонів вручну використовується лише при повірці Моста.*


6) Ввести в розділ "Вибір міри C_0 " (поз.12) паспортні дані еталонного конденсатора: ємності C_0 (в пікофарадах) і $tg\delta_0$.

7) Ввести значення паразитних ємностей C_{K0} і C_{KX} (в пікофарадах) (поз.18). Відомості щодо паразитних ємностей наведені в розділі 7.2.

8) Включити режим вимірювання U і F, для чого клацнути по кнопці **Вимірювання U, F** (поз.7) або натиснути клавишу **F7** на клавіатурі ПК. Встановити потрібне значення робочої напруги, регулюючи її за допомогою регулятора і контролюючи її значення в полі (поз.5). Якщо при підвищенні напруги в вимірювальній схемі виникають коронні розряди, необхідно зменшити напругу і усунути причину їх виникнення.

9) Включити режим вимірювання C_x і $tg\delta_x$, для чого клацнути по кнопці **Вимірювання $C_x, tg\delta_x$** (поз.8) або натиснути клавишу **F8** на клавіатурі ПК.

10) Результати вимірювання C_x і $tg\delta_x$ будуть відображені в полях (поз.3), а в таблиці (поз.2) з'явиться новий запис.

11) Для перегляду результатів проміжних вимірювань C_x і $tg\delta_x$ при включеному режимі вимірювань с накопиченням клацнути по кнопці  (поз.17).

12) Після завершення вимірювань вимкнути живлення БВ, для чого клацнути по кнопці **Вимкнути живлення** (поз.19).

7.5 Визначення тангенса кута втрат ізоляції кабелів

Вимірювання тангенса кута втрат ізоляції кабелів виконується у відповідності з ГОСТ 12179-76. Далі наводиться порядок виконання вимірювання тангенса кута втрат ізоляції між струмопровідною жилою і екраном кабелю.

1) Обробити кінці випробуваного зразка кабелю, довжина якого повинна бути не менше 5 м, виключаючи довжину кінцевих розділок.

2) Встановити на кінцевих обробках охоронні кільця і екрани, з'єднавши їх з бронєю кабелю, як показано на рисунку 7.5. Кінцеві оброблення з встановленими охоронними кільцями і екранами повинні забезпечувати відсутність перекриттів в них в процесі вимірювань.

3) Приєднати ПК до БВ згідно з рисунком 6.1.

4) Приєднати до БВ еталонний конденсатор C_0 та кабель, що його випробовують, як показано на рисунку 7.5.

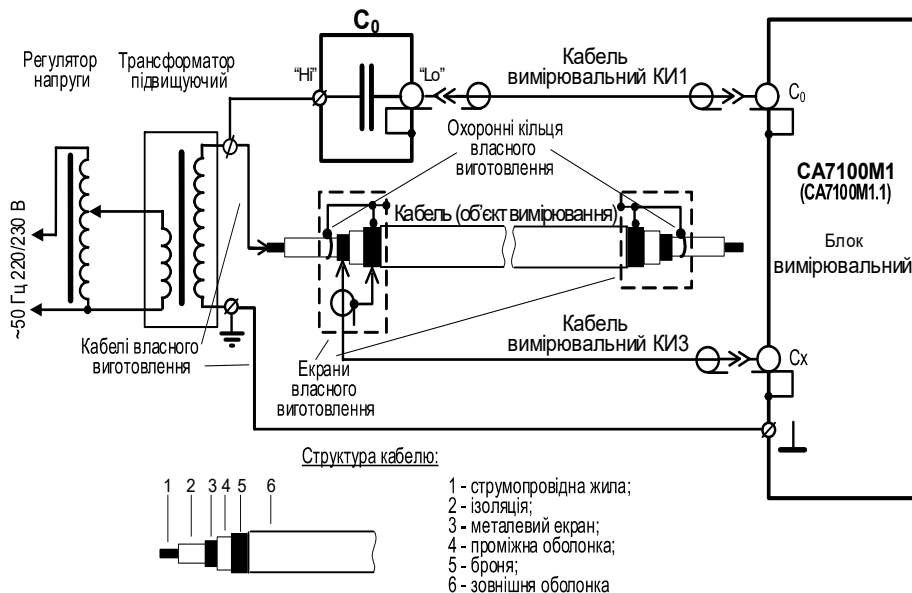



Рисунок 7.5

5) Включити ПК.

6) Ввімкнути живлення БВ, для чого запустити програму "CA7100M1" подвійним клацанням миші по іконці , що розташована на Робочому столі ПК. На екрані ПК з'явиться діалогове вікно програми (рисунок 6.2, далі всі посилання на цей рисунок).

7) Встановити автоматичний вибір піддіапазону вимірювання. Для цього вибрати варіант "АВТО" зі списку "Піддіапазон, БВ" (поз.14). *Вимірювання на 1-4 п/д завжди слід виконувати в автоматичному режимі, а ручний вибір піддіапазону використовувати лише під час повірки Моста.*

8) Ввести в розділ "Установки" паспортні дані еталонного конденсатора (поз.10): ємності C_0 (в пікофарадах) і $tg\delta_0$.

9) Ввести значення паразитних ємностей $C_{к0}$ і $C_{кx}$ (в пікофарадах) в розділ "Паразитні шунтуючі ємності" (поз.18). Відомості про паразитні ємності наведені в розділах 7.2, 7.3.

10) Включити режим вимірювання U і F, для чого клацнути по кнопці


Вимірювання U, F

(поз.7) або натиснути клавішу **F7** на клавіатурі ПК.

Встановити потрібне значення робочої напруги, регулюючи її за допомогою регулятора і контролюючи її значення в полі (поз.5). Якщо при підвищенні напруги в вимірювальній схемі виникають коронні розряди, необхідно зняти напругу і усунути причину їх виникнення.

11) Включити режим вимірювання C_x і $tg\delta_x$, для чого клацнути по кнопці **Вимірювання C_x , $tg\delta_x$** (поз.8) або натиснути клавішу **F8** на клавіатурі ПК.

12) Результати вимірювання C_x і $tg\delta_x$ відтворяться в полях (поз.3), а в таблиці (поз.2) з'явиться новий запис.

13) Для перегляду результатів проміжних вимірювань C_x і $tg\delta_x$ при включеному режимі вимірювань с накопиченням клацнути по кнопці  (поз.17).


14) Після завершення вимірювань вимкнути живлення БВ, для чого клацнути по кнопці **Вимкнути живлення** (поз.19).

7.6 Вимірювання ємності і тангенса кута втрат на 5 і 6 піддіапазонах з використанням Розширювача діапазону CA7150

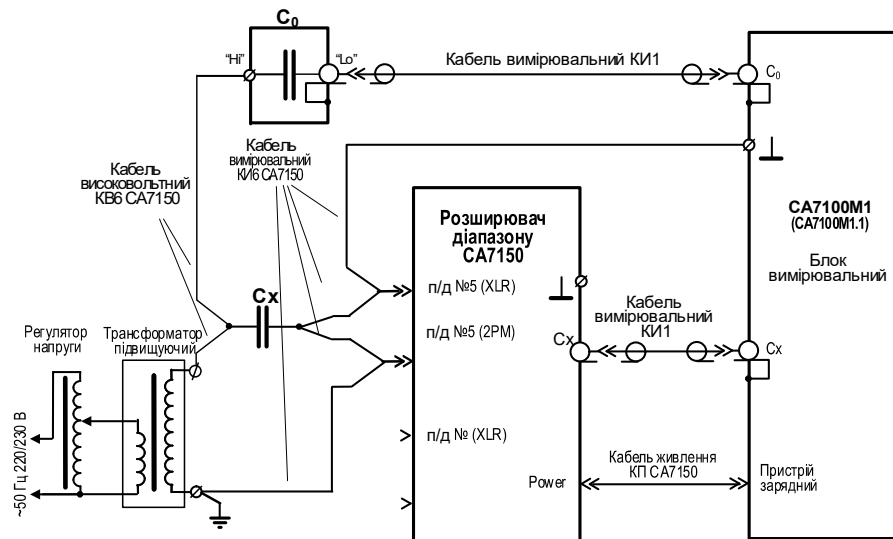
1) Підключити БВ до ПК у відповідності з рисунком 6.1.

2) Для проведення вимірювань на 5 п/д, зібрати схему, що показана на рисунку 7.6, а для вимірювання на 6 п/д – схему, що показана на рисунку 7.6,б.

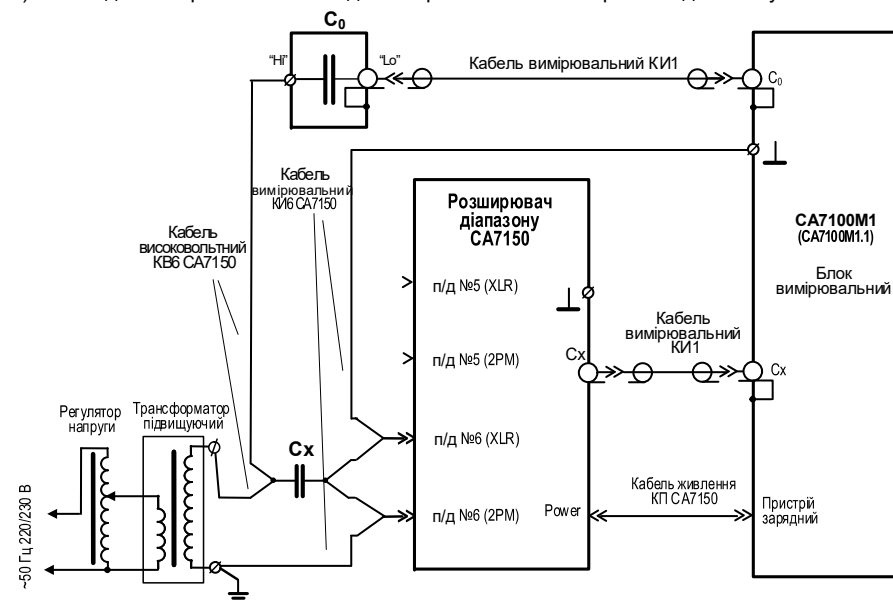
3) Включити ПК.

4) Ввімкнути живлення БВ, для чого запустити програму "CA7100M1" подвійним клацанням миші по іконці , що розташована на Робочому столі ПК. На екрані ПК з'явиться діалогове вікно програми (рисунок 6.2)

5) Встановити потрібний піддіапазон вимірювання. Для цього вибрати варіант зі списку "Піддіапазон, РД" (поз.16).



а) Схема для вимірювання на 5 п/д з використанням Розширювача діапазону CA7150



б) Схема для вимірювання на 6ч п/д з використанням Розширювача діапазону CA7150

Рисунок 7.6

6) Ввести в розділ "Вибір міри C_0 " (поз.12) паспортні дані еталонного конденсатора: ємності C_0 (в пікофарадах) і $tg\delta_0$.

7) Ввести значення паразитної ємності $C_{к0}$ (поз.18). При роботі з Розширювачем значення ємності $C_{кх}$ не використовується. Відомості про паразитні ємності наведені в розділі 7.2.

8) Включити режим вимірювання U і F , для чого клацнути по кнопці **Вимірювання U, F** (поз.7) або натиснути клавішу **F7** на клавіатурі ПК. Встановити потрібне значення робочої напруги, регулюючи її за допомогою регулятора і контролюючи її значення в полі (поз.5).

9) Включити режим вимірювання C_x і $tg\delta_x$, для чого клацнути по кнопці **Вимірювання $C_x, tg\delta_x$** (поз.8) або натиснути клавішу **F8** на клавіатурі ПК.

10) Результати вимірювання C_x і $tg\delta_x$ відтворюються в полях (поз.3), а в таблиці (поз.2) з'явиться новий запис.

11) Для перегляду результатів проміжних вимірювань C_x і $tg\delta_x$ при включеному режимі вимірювань с накопиченням клацнути по кнопці **▼** (поз.17).

12) Після завершення вимірювань вимкнути живлення БВ, для чого клацнути по кнопці **Вимкнути живлення** (поз.19).

8 ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ

8.1 Підтримка працездатності і справності Моста

1) До експлуатації і обслуговування Моста повинні допускатися особи, що вивчили це керівництво з експлуатації та "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів".

2) Необхідно суворо дотримуватися графіка періодичних повірок або калібрування.

3) Вид контролю метрологічних характеристик після ремонту і в процесі експлуатації визначають, виходячи з області застосування Моста. Перевірка проводиться органами державної метрологічної служби або акредитованими на право проведення повірки лабораторіями. Міжпіврічний інтервал - не більше двох років. Рекомендований інтервал між калібруваннями - 2 роки.

4) Під час перерв у використанні Моста, а також при його зберіганні проводити заряд акумулятора. Заряд повинен проводитися не рідше одного разу на 6 місяців. Заряд виконувати відповідно до рекомендацій розділу 6.5.

8.2 Заміна акумулятора

В Мості використано герметичний акумулятор NP12-6 фірми YUASA або його аналог.

Заміна акумулятора протягом гарантійного терміну здійснюється підприємством-виробником або сервісною службою. При необхідності самостійної заміни акумулятора після закінчення гарантійного терміну попередньо слід отримати відповідні рекомендації, звернувшись до сервісної служби:

Поштова адреса: Україна, 04128, м. Київ, а/с 33, ТОВ "ОЛТЕСТ"

Юридична адреса: Україна, 03056, м. Київ, пр. Перемоги, 37/1,
кв. 11, ТОВ "ОЛТЕСТ"

E-mail: info@oltest.com.ua

Тел./факс: 380-44-537-08-01

Тел.: 380-44-537-08-01, 380-44-227-66-65, 380-44-331-46-21

8.3 Ремонт вимірювальних кабелів КИ1, КИ2, КИ3 і КИ4

При ремонті кабелів слід враховувати, що центральна жила кабелю повинна бути підпаяна до з'єднаних між собою контактів №1 і №2 роз'єму типу XLR, а екран кабелю - до з'єднаних між собою контакту №3 і корпусного виводу цього роз'єму.

9 ПРАВИЛА ЗБЕРІГАННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ

1) Міст в упаковці виробника може транспортуватися в критих транспортних засобах будь-яким видом транспорту, літаком - в опалюваних герметизованих відсіках.

2) При транспортуванні Моста необхідно дотримуватися запобіжних заходів.

3) Під час навантажувальних і розвантажувальних робіт при транспортуванні Міст не повинен піддаватися впливу атмосферних опадів.

4) Умови зберігання Моста в упаковці підприємства-виробника повинні відповідати умовам зберігання 1 по ГОСТ 15150-69.

5) В приміщеннях для зберігання Моста вміст пилу, парів кислот і лугів, агресивних газів і інших шкідливих домішок, що викликають корозію, не повинен перевищувати вміст корозійно-активних агентів для атмосфери типу 1 згідно з ГОСТ 15150-69.