

Тема № 5. Повірка вимірювачів фаз (різниці фаз) *Заняття*
1: Повірка вимірювачів фаз.

Навчальна мета:

1. Закріпити методи повірки вимірювачів фаз (різниці фаз)
2. Набути практичних навичок по повірці вимірювачів фаз (різниці фаз)

УЧБОВІ ПИТАННЯ:

- 1. Вимоги нормативно-технічної документації з повірки.**
- 2. Методика повірки вимірювачів фаз.**
- 3. Оформлення результатів повірки.**

До засобів вимірювання фази, які серійно випускаються промисловістю, відносяться вимірювачі різниці фаз сигналів (фазометри) і вимірювачі групового часу запізнення. Конструктивно ці засоби вимірювань виконані у вигляді переносних приладів в уніфікованих корпусах, які призначені для використання у вигляді настільних приладів, а також для монтування у типову стійку, або агрегування у вимірювальну систему.

Вимірювачі групового часу запізнення

Багаточастотний широкополосний сигнал, який проходить через чотирьохполосник, спотворюється, т.б.т. його форма на виході не співпадає з формою на вході. Це спотворення виникає внаслідок того, що різні частотні складові спізнюються на різний час. Такі спотворення характерні телевізійним сигналам, які проходять по лінії передачі.

Для характеристики чотирьохполосників введено поняття групового часу запізнення

$$, \tau_{гц} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta\omega}$$

де $\Delta\varphi$ - зміна фазового зсуву на виході чотирьохполосника при зміні частоти на $\Delta\omega$, рис.8.

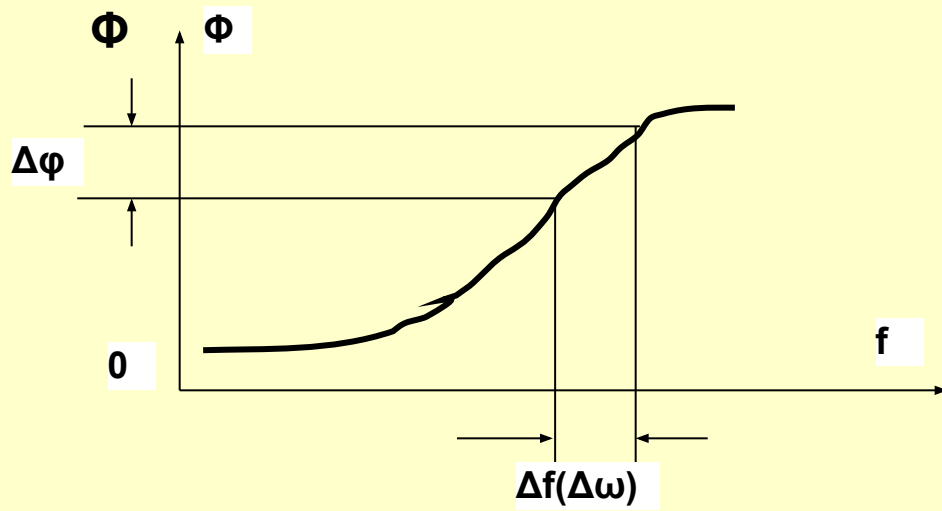


Рис.8

3. Спосіб моментів.

Підсумкова похибка обчислюється за допомогою однієї з формул для оцінки похибки непрямого вимірювання :

$$(3) \delta_{\bar{Y}} = \frac{\Delta_{\bar{Y}}}{Y} \sqrt{\sum_{k=1}^m \alpha_k^2 \delta_{A_k}^2}$$

де

$\delta_{A_k} = \frac{\Delta_{A_k}}{A_k}$ - відносне значення довірчої похибки результату прямого

вимірювання;

$\Delta_{\bar{Y}}$ - довірча похибка результату непрямого вимірювання;

Δ_{A_k} - довірча похибка результату прямого вимірювання аргументу

Ці формули були розглянуті на третьому занятті даної теми «Випадкові похибки непрямих вимірювань».

Даний спосіб дозволяє отримати більш точне, в порівнянні із вказаними способами, значення підсумкової похибки.

2.ПІДСУМОВУВАННЯ СИСТЕМАТИЧНИХ І ВИПАДКОВИХ СКЛАДОВИХ ПОХИБКИ.

Підсумовування систематичної і випадкової складових похибки здійснюється при визначенні границь похибки результату вимірювання.

В залежності від співвідношення підсумкової не виключеної систематичної і випадкової похибок, **встановлено три способи визначення границь похибки результату вимірювання.**

1. Якщо відношення підсумкової не виключеної систематичної похибки до середнього квадратичного відхилення результату вимірювання менше 0.8:

$$\frac{\Delta_{\Sigma}}{\sim \sigma_{\bar{X}}} < 0.8 \quad (4)$$

В цьому випадку не виключеними систематичними похибками в порівнянні з випадковими нехтують (вважаючи $\Delta_{\Sigma} \approx 0$) і приймають, що границя похибки результату вимірювання дорівнює (довірчій похибці):

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\bar{X}}^o = t_{\alpha} \sim \sigma_{\bar{X}} \quad (5)$$

де t_{α} – коефіцієнт Ст'юдента, який є табличним значенням, що залежить від довірчої імовірності P та числа результатів спостережень n знаходять з таблиці значень коефіцієнтів Ст'юдента.

2. Якщо відношення підсумкової невиключеної систематичної похибки до середнього квадратичного відхилення результату вимірювання більше 8 :

$$\frac{\Delta_{S\Sigma}}{\sigma_{\bar{X}}} > 8 \quad (6)$$

то випадковою складовою похибки в порівнянні з систематичною нехтують (вважаючи, що $\Delta_{\bar{X}} \approx 0$) і приймають, що

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{S\Sigma} = \pm k \sqrt{\sum_{K=1}^N \Delta_{SK}^2}, \quad (7)$$

де

Δ_{Σ} - границя похибки результату вимірювання;

$\Delta_{S\Sigma}$ - підсумкова не виключена систематична похибка;

Δ_{SK}^2 - границя K-ї невиключеної систематичної похибки (це поняття було розглянуто при оцінці систематичної похибки прямого вимірювання).

Підсумкова не виключена систематична похибка визначається у відповідності із формулою

$$\Delta_{S\Sigma} = K \sqrt{\sum_{I=1}^m \Delta_{SI}^2}$$

де

Δ_{SI} - границя I-ї не виключеної систематичної похибки;

K - коефіцієнт, визначаємий прийнятою довірчою ймовірністю;

m - число підсумованих не виключених систематичних похибок (розглядалось при вивченні оцінки систематичної похибки прямого вимірювання).

3. Якщо нерівності (4) і (6) не виконуються, як це показано в (9):

$$0.8 < \frac{\Delta_{\Sigma}}{\sigma_{\bar{x}}} < 8, \quad (9)$$

то границю похибки результату вимірювання знаходять шляхом побудови композиції розподілів випадкових і не виключених систематичних похибок, що розглядаються як випадкові величини.

Границю похибки результату вимірювання обчислюють по формулі (без урахування знаку)

$$(10)$$

- коефіцієнт K_{Σ} , що залежить від співвідношення випадкової і невиправленої систематичної похибок;
- оцінка підсумкового середнього квадратичного відхилення результату вимірювання.

Коефіцієнт K_{Σ} обчислюється за допомогою формули :

$$K_{\Sigma} = \dots$$

$$K_{\Sigma} = \frac{\overset{o}{\Delta_{\bar{X}}} + \Delta_{S\Sigma}}{\overset{\sim}{\sigma_{\bar{X}}} + \sqrt{\sum_{K=1}^m \frac{\Delta_{SK}^2}{3}}}, \quad (11)$$

а оцінку підсумкового середнього квадратичного відхилення результату вимірювання обчислюють за допомогою формули :

$$\overset{\sim}{\sigma}_{\Sigma} = \overset{\sim}{\sigma}_{\frac{2}{X}} + \sqrt{\sum_{K=1}^m \frac{\Delta_{S\Sigma}^2}{3}}, \quad (12)$$

Отже, підсумкова похибка таким способом обчислюється, якщо результат вимірювання є кінцевим і необхідно лише оцінити границі зони тієї визначеності, з якою він встановлений.

3. СТАНДАРТНІ ФОРМИ ПРЕДСТАВЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ.

Значення фізичної величини, визначене за допомогою відлікового пристрою засобу вимірювань не може ще служити достовірною характеристикою результату вимірювань, бо ще не оцінена похибка одержаного результату вимірювання і не вказана відповідна їй ймовірність.

Справа в тому, що показ приладу, наприклад, у вигляді $f = 30.5$ кГц, дає лише кількісну інформацію про розмір вимірюваної величини. Проте цей показ приладу не містить достатньої інформації про знаходження істинного значення величини, бо відсутня інформація про похибку вимірювань.

Форма представлення результатів вимірювань, яка забезпечує можливість їх застосування, порівняльної оцінки і сумісного використання, встановлено міждержавними стандартами (ГОСТ 8.011-72 та ГОСТ 8.207-76).

В залежності від призначення вимірювань, а також від характеру використання їх результатів, стандартні форми представлення результатів вимірювань можуть бути розділені на дві групи :

1.Форми, в яких вказується підсумкова похибка вимірювання.

2.Форми представлення результатів вимірювань, в яких в якості показників точності вимірювань використовуються статистичні характеристики і функції розподілу систематичної і випадкової складових похибки.

Такі форми доцільні в тих випадках, коли одержані результати надалі підлягають аналізу або використовуються як проміжні при визначенні результатів і похибок прямих і непрямих вимірювань.

При технічних вимірюваннях, коли результат вимірювання призначений для одноразового використання, застосовують форми представлення результатів вимірювань, що містять в собі підсумкову похибку.

Результат вимірювання повинен відобразитися у вигляді :

$$A; \text{ від } \Delta_n \text{ до } \Delta_v, P \Delta_v \quad (13)$$

Де A - результат вимірювання, виражений в одиницях вимірюваної величини;

Δ - похибка вимірювання в тих же одиницях;

Δ_n і Δ_v - відповідно нижня і верхня границі похибки;

P - встановлена довірна імовірність, з якою похибка вимірювання знаходиться в цих межах.

При цьому числові значення результатів вимірювань та їх похибки повинні бути заокруглені і правильно записані. Відповідно з ГОСТ 8.011-72, найменші розряди числових значень результатів вимірювань і чисельних показників точності повинні бути однаковими. Іншими словами, числові значення результату вимірювання повинні закінчуватися цифрою того ж розряду, що і значення похибки (але не навпаки).

Наприклад, можна записати

$$f = 1\,000\,000,55 \text{ Гц}; f \text{ від } -0.25 \text{ до } 0.23 \text{ Гц}; P = 0.95; \quad (14)$$

або

$$U = 12,65 \text{ В}, \quad U \text{ від } -0.19 \text{ до } 0.16 \text{ В}; \quad P = 0.95. \quad (15)$$

Кількість значущих цифр чисельних показників точності вимірювань (для розглянутих прикладів – похибок вимірювань) повинно бути не більше двох. На практиці звичайно дві значущі цифри утримуються в наступних випадках :

- 1. при особливо відповідних і точних вимірюваннях;**
- 2. якщо з одержаним результатом передбачається здійснити подальші розрахунки;**
- 3. якщо перша значуща цифра показника точності 1 або 2.**

Приклади правильних і неправильних записів показників точності (похибки) :

Правильно

Неправильно

$$\delta U = 0.025;$$

$$U = 0.0246;$$

$$\delta P = 0.023;$$

$$P = 0.0228;$$

$$\Delta V = -0.03 \text{ В};$$

$$V = 0.0341 \text{ В};$$

$$\Delta I = 0.4 \text{ А};$$

$$I = 435 \text{ мА};$$

Якщо границі похибки симетричні, то запис результату вимірювання може бути представлений у вигляді :

$A \pm \Delta$; $P = \dots$, де A – результат вимірювання.

$$\text{Наприклад : } V = (12.70.4) \text{ В; } P = 0.95 \quad (17)$$

Якщо в якості границь похибки вимірювання використовуються границі допускаємих похибок засобів вимірювань або похибки, оцінені без врахування їх імовірних характеристик, то в записі результату вимірювання довірча імовірність буде відсутня. Наприклад :

$$V = (218 \quad 5) \text{ В} \quad (18)$$

Правила написань позначень одиниць визначені ГОСТ 8.417-81. При написанні значень, величини з граничними відхиленнями слід ставити у дужки.

Наприклад :

$$V = (30.7 \quad 0.4) \text{ В} \quad (19)$$

При цьому позначення одиниць виносяться за дужки або можна проставляти позначення одиниць після числового значення величини і після її граничного відхилення :

$$V = 9.71 \text{ В} \quad \pm 0.25 \text{ В} \quad (20)$$

Літерні позначення одиниць, які входять в добуток, слід відокремлювати крапками на середній лінії (як знаками множення). Наприклад, правильно записати 15 ВА, але не 15 ВА, або 157 Нм, але не 157 Нм.

Для написання значень величини використовуються позначення одиниць літерами або спеціальними знаками. В одному і тому ж документі (виданні) одночасне застосування міжнародних і російських (українських) літерних позначень одиниць не допускається. В позначеннях одиниць крапка, як знак скорочення не ставиться. Позначення одиниць застосовується після числових значень величин і розміщується в одному з ними рядку (без переносу на іншій). Між останньою цифрою числа і позначенням одиниці слід залишати пропуск. Позначення одиниць, названих на честь вчених, пишуться з прописної (заголовної) літери.