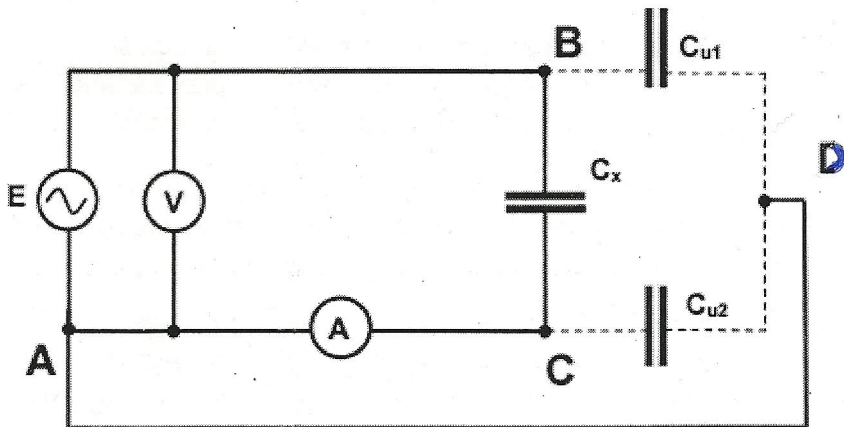


1. Wyjaśnić mechanizm eliminacji wpływu pojemności upływu na wynik pomiaru pojemności metodą techniczną w układzie trójpunktowym.

Aby uzyskać układ trójpunktowy należy połączyć przewodem punkty A i D. Zakładając, że rezystancja amperomierza jest znikomo mała, można stwierdzić, że potencjały punktów A i C są takie same, a więc także potencjały punktów C i D są sobie równe. W związku z tym przez pojemność C_{u2} nie popłynie prąd. Tak więc prąd mierzony za pomocą amperomierza jest prądem płynącym przez pojemność C_x . Prąd płynący przez pojemność C_{u1} nie ma tu znaczenia, gdyż nie płynie on przez pojemność C_x ani nie jest mierzony przez amperomierz. W ten sposób następuje eliminacja wpływu pojemności upływu na wynik pomiaru pojemności.



2. Co to jest kąt stratności i jaką wartość osiąga w przypadku kondensatora idealnego?

Kąt stratności jest kątem dopełniającym do 90° przesunięcie fazowe między prądem i napięciem w rzeczywistym kondensatorze. Określa, jak bardzo dany kondensator odbiega od kondensatora idealnego. W przypadku kondensatora idealnego osiąga wartość 0.

3. Przeprowadzić analizę błędu pomiarowego w metodzie technicznej pomiaru pojemności.

W metodzie technicznej wyróżniamy dwie podstawowe kategorie błędów:

niepewność pomiarową, którą określa:

- **błąd graniczny:** $\delta_g C_x = \delta_g U + \delta_g I + \delta_g f + \delta_g \pi$

Należy zwrócić uwagę na to, że zazwyczaj podajemy wartość π z precyzją 0,01, co skutkuje błędem ok. 0,05%

- **błąd systematyczny:** wynikający z faktu, że napięcie mierzone przez woltomierz jest sumą spadków napięć na kondensatorze badanym i na rezystancji wewnętrznej amperomierza, a podczas obliczeń jest ono traktowane jako napięcie panujące na kondensatorze. Aby zminimalizować ten błąd warunki pomiaru powinny być tak dobrane, aby moduł impedancji elementu badanego był znacznie większy od rezystancji amperomierza. Można to uzyskać np. poprzez odpowiedni dobór częstotliwości sygnału pomiarowego.

4. Przeprowadzić analizę błędu pomiarowego przy pomiarze pojemności za pomocą mostka transformatorowego.

Występują tu następujące błędy pomiarowe:

- **niepewność pomiarowa**, określona przez błąd graniczny wzorca pojemności, wynika z faktu, że kondensator dekadowy pełniący rolę wzorca pojemności jest wykonany z określoną precyzją wyrażoną przez jego klasę i wyraża się zależnością: $\delta_g C_x = \delta_g C_{wz}$ można przyjąć, że jest on równy klasie kondensatora dekadowego wyrażonej w %

- **błąd rozdzielczości wzorca pojemności** (wynika ze skwantowania wartości pojemności ustawianych na kondensatorze dekadowym), wyraża się wzorem: $\delta_r C_x = \delta_r C_{wz} = \frac{\Delta_{min} C_{wz}}{C_{wz}} \cdot 100\%$ min C_{wz} rozdzielcz. kond. dek.

- **błąd nieczułości** (jest związany z wrażliwością napięcia niezrównoważenia mostka na względną zmianę wartości mierzonej pojemności), wyraża się wzorem: $\delta_n C_x = \frac{\Delta C_x}{C_x} \cdot 100\%$ Symbol $\Delta \alpha = \Delta \alpha_{min}$ oznacza minimalną zauważalną zmianę stanu wskaźnika równowagi.

W praktyce trudno jest stwierdzić czy odstrojenie wskaźnika od położenia równowagi jest najmniejsze, dlatego

odstraja się o n jednostek na woltomierzu, a następnie wynik dzieli przez n : $\delta_n C_x = \frac{\Delta C_{wz}}{n \cdot C_{wz}} \cdot 100\%$

Sumaryczny błąd dla mostka transformatorowego wyraża się wzorem:

$$\delta_s C_x = \delta_g C_{wz} + \delta_r C_{wz} + \delta_n C_x$$

5. Podać podstawową różnicę dotyczącą wielkości mierzonych przy pomiarze pojemności metodą techniczną i za pomocą mostka transformatorowego.

W metodzie technicznej pomiar pojemności jest pośredni. Dokonujemy pomiaru napięcia i prądu skutecznego płynącego przez kondensator przy zadanej częstotliwości sygnału, a następnie obliczamy z danych wartości pojemność badanego kondensatora.

Przy pomiarze mostkiem transformatorowym wartość pojemności i rezystancji jest bezpośrednio odczytana z kondensatora dekadowego i rezystora dekadowego - pomiar bezpośredni.

6. Skomentować możliwość pomiaru pojemności stratnych metodą techniczną i za pomocą mostka transformatorowego.

W metodzie technicznej nie jesteśmy w stanie wyznaczyć kąta stratności kondensatora badanego, bo nie znamy rezystancji (w schemacie zastępczym równoległym lub szeregowym) tego kondensatora, a zmiana częstotliwości zmieni nam punkt pracy kondensatora i kąt stratności, jednocześnie zmieniają się schematy zastępcze tego kondensatora. Z tego powodu w tej metodzie kondensator będzie traktowany jak idealny. W pomiarze za pomocą mostka transformatorowego w drugiej gałęzi dołączamy kondensator dekadowy i rezystor szeregowy. Stan równowagi mamy tylko wtedy, gdy pojemność wzorcowa równa się pojemności badanej i rezystancja badana równa się tej wzorcowej. W takim razie dla jednej częstotliwości wyznaczamy pojemność i rezystancję w schemacie zastępczym, dzięki czemu możemy wyznaczyć dokładniej pojemność stratną.

7. W jaki sposób można wyznaczyć błąd nieczułości przy pomiarze pojemności za pomocą mostka transformatorowego?

Zmieniamy pojemność kondensatora dekadowego, tak aby odstroić wskaźnik równowagi np. o 100 jednostek, a wartość związanej z tym zmiany pojemności ΔC_{wz} dzielimy przez 100. Ostatecznie praktyczna postać zależności przedstawia się następująco:

$$\delta_n C_x = \frac{\Delta C_{wz}}{n \cdot C_{wz}} \cdot 100\% \quad \Delta \alpha = n$$

Wzór do zadań 8-10: $\operatorname{tg} \delta = \omega C_s R_s = \frac{1}{\omega C_r R_r}$

r- połączenie równoległe

s- połączenie szeregowe


8. Obliczyć tangens kąta stratności dla kondensatora o pojemności 10 pF i równoległej rezystancji strat 10 MΩ dla pulsacji 10⁶ rd/s.

rd- radian

tgδ = 1/100rd

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{\omega C R} = \frac{1}{10^6 \cdot 10^{-12} \cdot 10^7} = \frac{1}{10^2} = \frac{1}{100}$$

9. Obliczyć równoległą rezystancję strat dla kondensatora o pojemności 100 pF i tangensie kąta stratności 0,1 wyznaczonym przy pulsacji 10⁴ rd/s.

$R_r = 10 \text{ M}\Omega$ ~~$= 10 \text{ M}\Omega$~~  $R = \frac{1}{\omega C \operatorname{tg} \delta} = \frac{1}{10^4 \cdot 0,1 \cdot 10^{-10}} = \frac{1}{10^{-7}} = 10^7 \Omega = 10 \text{ M}\Omega$

10. Obliczyć pojemność kondensatora charakteryzującego się równoległą rezystancją strat 10 MΩ i tgδ wyznaczonym przy pulsacji 10³rd/s.

tgδ = 1/10rd gdy tg=0,1 C_r = 1 nF

Shorad.

11. Elementy bierne: opornik o rezystancji 1 kΩ i bezstratny kondensator o pojemności 1 μF połączono raz szeregowo, raz równoległe. Jakie będą wskazania omomierza w obu przypadkach?

Omomierz bada elementy podając na wyjściu prąd stały, więc przy połączeniu równoległym podczas

ładowani kondensatora (o ile będzie to zauważalne) wartość rezystancji na omomierzu będzie rosła aż do osiągnięcia wartości $1\text{ k}\Omega$ (stan ustalony, prąd płynie jedynie przez rezystor). Natomiast dla połączenia szeregowego wartość na omomierzu będzie rosła aż przekroczy zakres omomierza (OL.), bo kondensator kiedy się naładuje, to będzie stanowił przerwę dla obwodu.

12. Zmierzono moduł impedancji dwójnika zawierającego kondensator bezstratny przy pulsacji sygnału pomiarowego równej 10^3rd/s . Uzyskano wynik $1\text{ k}\Omega$. Ile wynosi pojemność kondensatora?

$$|Z| = |X_c| = 1/(\omega C)$$

$$C = 1\mu\text{F}$$

?

13. Zmierzono moduł impedancji dwójnika zawierającego kondensator bezstratny przy pulsacji sygnału pomiarowego równej 10^3rd/s . Jaki będzie wynik pomiaru impedancji przy pulsacji 10 razy większej?

$$|Z_1| = 1/(\omega_1 C) \Rightarrow C = 1/(\omega_1 |Z_1|)$$

$$|Z_2| = 1/(\omega_2 C) \Rightarrow C = 1/(\omega_2 |Z_2|)$$

$$\omega_1 |Z_1| = \omega_2 |Z_2| \Rightarrow |Z_2|/|Z_1| = \omega_1/\omega_2 = 1/10$$

?

Wynik pomiaru będzie 10 razy mniejszy.

14. Zmierzono moduł impedancji dwójnika zawierającego kondensator bezstratny o pojemności $C = 100\text{ nF}$. Uzyskano wynik $|Z| = 10\text{ k}\Omega$. Przy jakiej częstotliwości wykonano pomiar?

$$|Z| = 1/(\omega C) \Rightarrow \omega = 1/(|Z|C)$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \omega/2\pi \Rightarrow f = 1/(2\pi * |Z| * C) \approx 159,24\text{ Hz} \approx 160\text{ Hz}$$

?