

W obu przypadkach, w związku ze skończoną wartością rezystancji mierzonej, jeden z mierzeń nie mierzy poprawnie wielkości występującej w obiekcie badanym R_x .

Jeżeli rezystancję R_x wyznaczymy ze wzoru $R_{xm} = \frac{U_v}{I_A}$ to popełnimy dodatkowy błąd systematyczny, nazywany błędem metody. Poprawne wartości pomiaru rezystancji wyznaczamy ze wzoru:

$$R_{xp}^v = \frac{U_x}{I_x} = \frac{U_v}{I_A - I_v} \quad \leftarrow \text{UPPN}$$

$$R_{xp}^i = \frac{U_x}{I_x} = \frac{U_v - U_A}{I_A} \quad \leftarrow \text{UPPP}$$

Jeżeli nie uwzględnimy powyższych zależności, to popełnimy błąd metody.

$$\delta R_{xm}^v = \frac{R_{xm} - R_{xp}}{R_{xp}} = \frac{\frac{U_v}{I_A} - \frac{U_v}{I_A - I_v}}{\frac{U_v}{I_A - I_v}} = \frac{U_v \cdot (I_A - I_v)}{I_A U_v} - \frac{U_v (I_A - I_v)}{U_v (I_A - I_v)} = \\ = \frac{I_A - I_v - I_A}{I_A} = -\frac{I_v}{I_A}$$

$$\delta R_{xm}^v = -\frac{I_v}{I_A} = -\frac{I_v}{I_v + I_x} = \frac{I_v}{\frac{U_v}{I_v + I_x}} = \frac{1}{\frac{R_v}{R_{xp}} + \frac{1}{R_v}} = -\frac{R_{xp}}{R_{xp} + R_v}$$

$$\delta R_{xm}^i = \frac{R_{xm} - R_{xp}^i}{R_{xp}^i} = \frac{\frac{U_v}{I_A} - \frac{U_v - U_A}{I_A}}{\frac{U_v - U_A}{I_A}} = \frac{U_A}{U_v - U_A} = R$$

$$\delta R_{xm}^i = \frac{U_A}{I_A - I} = \frac{U_A}{I_A} = R$$

UPPP

UPPP

$$\delta R_{xm}^I = \frac{U_A}{U_V - U_A} = \frac{\frac{U_A}{I_A}}{\frac{U_V}{I_A} - \frac{U_A}{I_A}} = \frac{R_A}{R_{xp}}$$

Pomiary należy przeprowadzić w układzie, w którym wartości błędów są pomijalne lub jak najmniejsze.

Wybór układu dokonuje się w oparciu o przedstawioną analizę metodologiczną bądź na podstawie przedstawionego rozważania:

$$|\delta R_{xm}^U| = |\delta R_{xm}^I|$$

$$\frac{R_{xp}}{R_{xp} + R_V} = \frac{R_A}{R_{xp}}$$

$$R_{xp}^2 - R_A R_{xp} - R_A R_V = 0$$

$$R_{xp} = \frac{R_A}{2} + \sqrt{R_V R_A + \frac{R_A^2}{4}}$$

$$R_A \ll R_V$$

$$R_{xp} = \sqrt{R_V R_A}$$

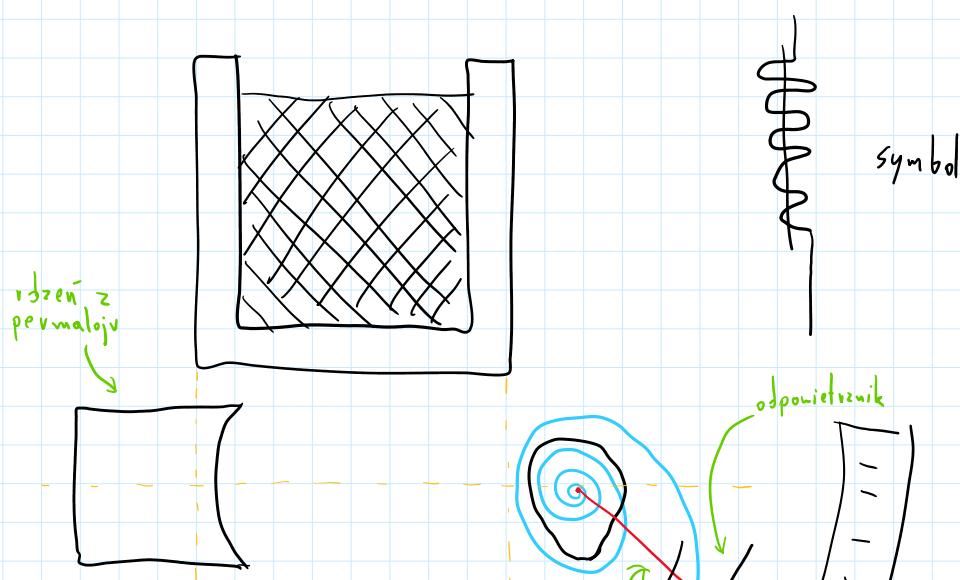
$$R_{xp} < \sqrt{R_V R_A} \rightarrow \text{UPPN}$$

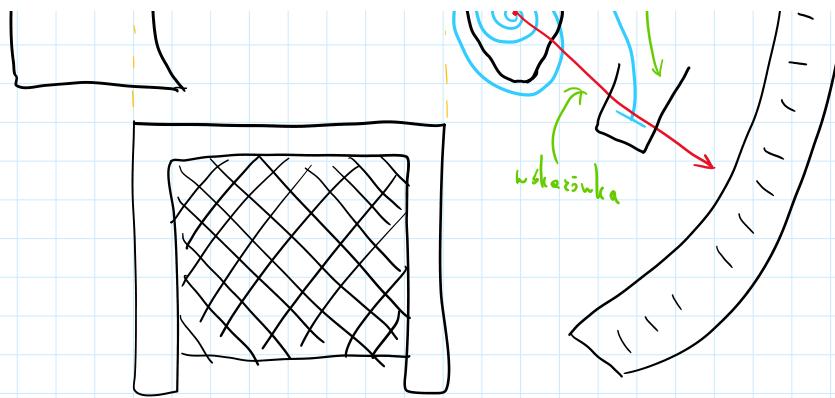
$$R_{xp} > \sqrt{R_V R_A} \rightarrow \text{UPPP}$$

} KOLOKWIUM

Mierniki elektromagnetyczne

Konstrukcja najprostszego miernika EM pokazano na rysunku:





Moment napędowy jest wywołany siłą przyciągającą rdzeń z permaluku przez pole elektromagnetyczne wytworzone prądem płynącym przez cewkę.

Moment napędowy jest proporcjonalny do przyrostu energii magnetycznej miernika przy obrorcie organu ruchomego o kąt α .

Jeseli są znane: induktywność cewki, funkcja kąta α , to moment napędowy otrzymuje się po zróżniczkowaniu wyrażenia na energię zmagazynowaną w cewce w postaci pola magnetycznego.

$$A = \frac{1}{2} L I^2 \quad A = M_n \cdot \alpha$$

M_n - moment napędowy

$$dA = \frac{1}{2} I^2 dL$$

M_z - moment zwracany

$$dA = M_n \cdot d\alpha$$

$$M_n = \frac{1}{2} I^2 \frac{dL}{d\alpha}$$

$$M_z = k_z \cdot \alpha$$

$$M_n = M_z$$

$$\frac{1}{2} I^2 \frac{dL}{d\alpha} = k_z \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{1}{2k_z} I^2 \frac{dL}{d\alpha}$$

Jeseli :

$$\textcircled{1} \quad \frac{dL}{d\alpha} = \text{const} \rightarrow \text{podziatka kwadratowa}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{dL}{d\alpha} = C \cdot \frac{1}{I} \rightarrow \text{podziatka liniowa}$$

\textcircled{3} podziatkę można zagęszczać na początek lub koniec.

A MPEROMIERNERZE ELEKTROMAGNETYCZNE

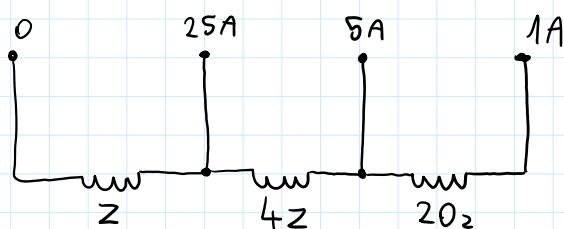
Zakresy: 1mA - 350A / klasa 0,2 - 0,5

Rozszerzenie zakresów prądowych uzyskuje się przez zmianę liczby zwojów cewki, uwzględniając, że moment napędowy miernika zależy od kwadratu amperozwojów.

$$L = L_z \cdot z^2 \quad z - \text{liczba zwojów}$$

$$\frac{dL}{d\alpha} = \frac{d(L_z z^2)}{d\alpha} = z^2 \frac{dL_z}{d\alpha}$$

$$\alpha = \frac{1}{2k_z} \cdot (Iz)^2 \frac{dL_z}{d\alpha}$$



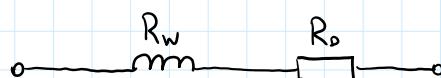
VOLTOMIERNERZE ELEKTROMAGN.

Są budowane w zakresach 15V - 600V,

Klasy: 0,2 - 0,5

Pobór mocy: 1-5 VA

Voltomierz tworzy się przez dodanie do cewki ampermierza (o zakr. np. 1mA) rezystora R_D z manganinem lub konstantanem.



$$I = \frac{U}{R}, \quad U - \text{mierzane napięcie} \\ R - \text{wyпадkowa rezystancja cewki i opornika}$$

$$R = R_w + R_D$$

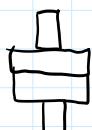
$$\text{Odchylenie cewki: } \alpha = \frac{1}{2k_z} \frac{U^2}{R^2} \frac{dL}{d\alpha} = C U^2 \frac{dL}{d\alpha}$$

Zmiana zakresu dokonuje się przez:

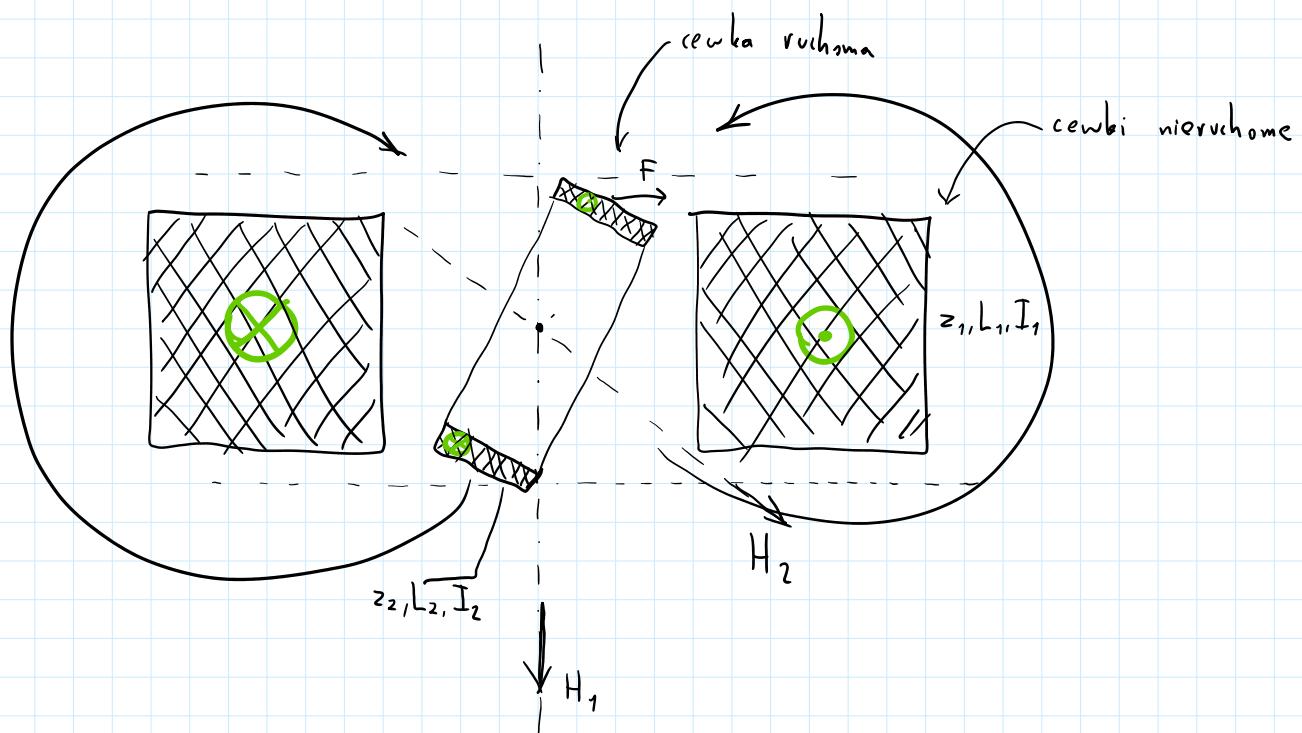
- zmianę wartości posobników
- łączenie dwóch sekcji cewek z posobnikiem, raz szeregowo, raz równolegle
- stosując tącznie w/w. środki

PRZYRZADY ELEKTRODYNAMICZNE

MIERNIKI ELEKTRODYNAMICZNE



Działanie miernika elektrodynamicznego jest oparte na działaniu sił między przewodami, przez które płyną prądy.



Prąd do cewki ruchomej jest doprowadzony za pomocą sprężynek, które jednocześnie wytworzą moment zwojący.

Na osi obrotu cewki są umieszczone: wskaźnik, fiksu, korektor zera.

Moment napędowy jest proporcjonalny do przyrostu energii magnetycznej między sprzężonymi cewkami miernika przy obrocie ustroju ruchomego o kąt α .

magnetycznej między sprzężonymi cewkami miernika przy
obrocie ustroju ruchomego o kąt α

Energia magnetyczna ustroju:

$$A_E = \underbrace{\frac{I_1^2 L_1}{2}}_{A_1} + \underbrace{\frac{I_2^2 L_2}{2}}_{A_2} + \underbrace{I_1 I_2 M_{12}}_{A_{12}}$$

$$M_n = \frac{d A_{12}}{d \alpha} = I_1 I_2 \frac{d M_{12}}{d \alpha}$$

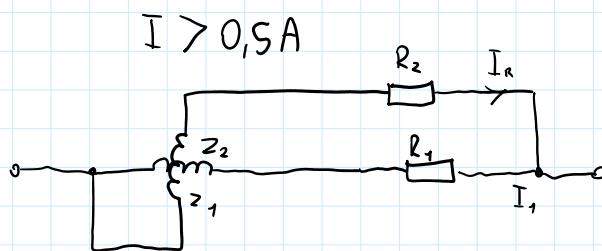
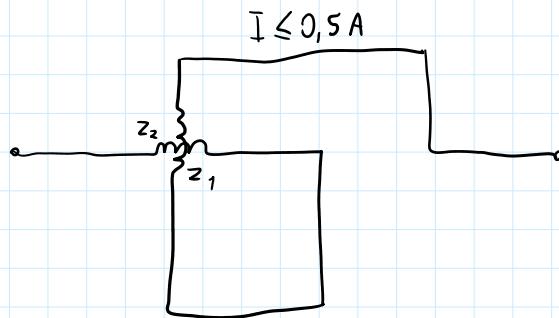
$$M_2 = k_2 \cdot \alpha$$

$$M_n = M_2$$

$$\alpha = \frac{1}{k_2} I_1 I_2 \frac{d M_{12}}{d \alpha}$$

AMPEROMIERNIKI EDM

Są budowane na prąd 10mA - 10A

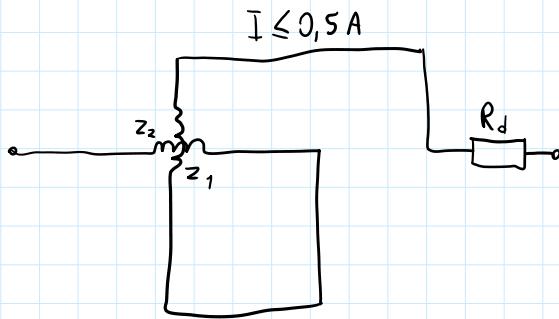


Nie wolno stosować boczników.

WOLTONIERNIKI EDM

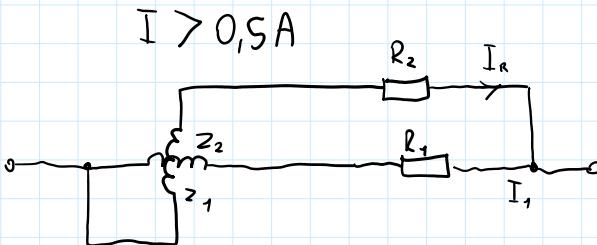
Drży się, lecz co szeregowo cewki i włącza ją
posobnik z manganinem.

pozobnik = manganiw.



$$U = IR = I(R_w + R_d)$$

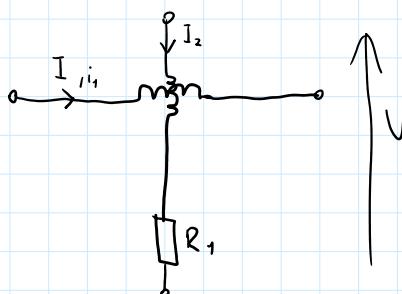
$$\alpha = \frac{1}{k_s R^2} U^2 \frac{dM_{12}}{d\alpha} = c U^2 \frac{dM_{12}}{d\alpha}$$



7,5V - 750V, znaczy pobór mocy (2-10AV)

WATOMIERZ EDM

Prąd odbiornika I płynie przez nieruchomą cewkę watomierza włączoną szeregowo do obwodu, natomiast napięcie odbiornika U jest podawane na cewkę ruchomą o rezystancji R_w połączoną szeregowo z rezystorem R_d .



Wartość chwilowa momentu napędowego :

$$m_n(t) = i_1 i_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha} = \frac{1}{R} i_1 U \frac{dM_{12}}{d\alpha}$$

W przypadku, gdy i , v , mają przebieg sinusoidalny, to nachylenie organu ruchomego zależy od wartości średniej momentu napędowego.

$$\bar{M}_n = \frac{1}{T} \int m_n(t) dt = \frac{1}{T} \int \frac{1}{R} i_1 U \frac{dM_{12}}{d\alpha} dt$$

$$\bar{M}_n = \frac{1}{T} \int_0^T m_n(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{1}{R} i_U \frac{dM_{12}}{d\alpha} dt$$

$$\bar{M}_n = \frac{1}{TR} \int_0^T i_U \frac{dM_{12}}{d\alpha} dt = \frac{1}{TR} \int_0^T I_n U_n \sin[\omega t + \phi(U, I)] \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha} dt$$

$$\bar{M}_n = \frac{1}{R} U I \cos \phi(U, I) \frac{dM_{12}}{d\alpha}$$

$$M_n = M_z \quad \alpha = \frac{1}{k_z R} U I \cos \phi(U, I) \frac{dM_{12}}{d\alpha}$$

$$\frac{dM_{12}}{d\alpha} = \text{const} = C$$

$$\alpha = \frac{c}{k_z R} P$$

C_w - stała watomierzna

$$P = \frac{R k_z}{c} \cdot \alpha = C_w \cdot \alpha$$

Klasy: 0,1 - 0,2

Zakresy prądowe: 0,25A - 10A

VA, voltampere

Zakresy napięciowe: 30V - 700V

Straty mocy: 2-10 VA

Pobór prądu przez cewkę napięciową: 10-30mA

Mierniki są wrażliwe na zewnętrzne pola magnetyczne;
stosowane są ekranы

