

Elektryczne mierniki analogowe

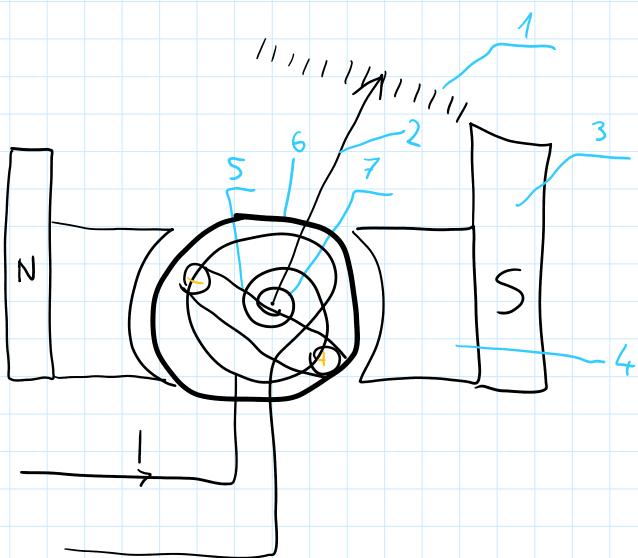
Elektryczny miernik analogowy – przyrząd określający za pomocą wskaźówki świetlnej lub materialnej przenoszącej się względem podziałki, wartość elektrycznej wielkości analogowej. Jest to zatem przetwornik wielkości elektrycznej na wielkość mechaniczną (odchylenia)

Mierniki anal. umożliwiają pom. wiel. elektro:

- bezp. natężenia prądu
- pośrednio: napięcia, mocy, rezystancji, częstotliwości, itd.

Najprostszy magnetoelektryczny miernik analogowy przedstawia

vysunek:



1. Podziałka
2. Wskazówka
3. Magnes stary
4. Nabiegunki
5. Ramka z uzwojeniem
6. Rdzeń nieruchomy
7. Sprężynka

$$M_n = k_n I_n \quad k_n - \text{stała miernika} - \text{moment ten jest}$$

$$M_n = k_n I_n^2$$

Moment ten (moment zwracany) wywołany jest skreśnieniem sprężynek. Jest prop. do kąta α odchylenia stanu ruchomego od stanu równowagi.

$$M = I_r \cdot \alpha \quad I_r - \text{konst...} \dots \text{konst...}$$

od stanu równowagi.

$$M_z = k_z \cdot \alpha \quad k_z - \text{sprężystość spręzyny}$$

W stanie ustalonym $| = \text{const}$ momenty te są sobie równe.

$$M_n = M_z \quad |k_n| = k_z \cdot \alpha$$

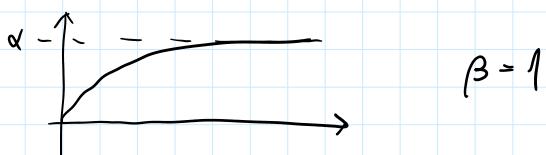
$$\alpha = |\frac{k_n}{k_z}|$$

Jeżeli miernik dotknijemy do obrędu przez który płynie prąd I , to zauważymy, że wskazówka będzie dążyła do położenia ustalonego α , przy czym ruch wskazówki może mieć przebiegi:

- OSCYLACYJNY



- KRYTYCZNY



- PRZETŁUMIONY



Zjawiska przejściowe zachodzące między dwoma stanami równowagi ustroju ruchomego miernika wyznacza równanie momentów:

$$M_b + M_t + M_z = M_n$$

$$\int \frac{d^2\alpha}{dt^2} + P \frac{d\alpha}{dt} + k_z \alpha = M_n$$

M_b - moment bezwładności
 M_t - moment tleniowy
 M_z - moment zrywotny
 J - współcz. bezwładności
 P - wsp. tlenienia

W celu uformowania równania przyjęto:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k_z}{J}} \quad \beta = \frac{P}{2\sqrt{Jk_z}}$$

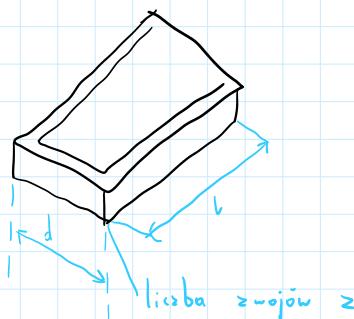
$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k_z}{J}} \quad \beta = \frac{P}{2Jk_z}$$

↓ pulsacja drgania nietkumionego ↓ stopień tłumienia

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} + 2\beta\omega_0 \frac{d\alpha}{dt} + \alpha\omega_0^2 = \frac{\omega_0^2}{k_z} M_n$$

Mierniki magnetoelektryczne

- Są to mierniki w których w wyniku współdziałań pola magnetycznego wytworzonego przez magnes trwający i pola wywołanego przez prąd płynący w przewodzie, następuje odchylenie organu ruchomego.
- Ruchomym elementem może być magnes trwający albo cewka, przez którą płynie prąd.



- na każdy bok cewki o liczbie zwojów z i długości l działa siła:

$$F = B l l z$$

- siły działające na obydwa boki cewki oddalone od siebie
 - odległość d wytworząią moment napędowy

$$M_n = 2F \frac{d}{2} = F \cdot d = B l l z d = k_n l$$

$$M_z = k_z \alpha$$

$$M_z = M_n \quad \alpha = \left| \frac{k_n}{k_z} \right|$$

- jeśli wartość prądu zmienia się, to wskaźanie przyrządu w obszarze całkującym wyznacza się ze wzoru:

$$\alpha = \frac{k_n}{k_z} \frac{1}{T} \int_0^T i \, dt$$

WPŁYW ZMIAN T NA WSKAZANIA

• $\Delta T = 10^\circ C$:

- maleje strumień skojarzony z cewką (Φ), $\frac{-0,2\%}{10^\circ C}$

- maleje stała momentu zwojotnego: $k_z \frac{-0,4\%}{10^\circ C}$

- rośnie rezystancja (R_{cu}) cewki nawiązującej drutem miedzianym $\frac{+4\%}{10^\circ C}$

- przy założeniu, że miernik jest dostosowany do zwojów napiecia $U = \text{const}$, a cewka miernika jest wykonana z miedzi, to:

$$\alpha = \frac{k_n}{k_z} \frac{U}{R_{cu}}$$

- uwzględniając zmiany wymienionych wielkości, wzór można zapisać:

$$\alpha(1 + \delta\alpha) = \frac{k_n(1 + \Delta k_n)}{k_z(1 + \Delta k_z)} \frac{U(1 + \Delta U)}{R_{cu}(1 + \Delta R_{cu})}$$

- ponieważ Δk_z oraz ΔR_{cu} są znacznie mniejsze od 1, to po podzieleniu stron

$$1 + \Delta\alpha = (1 + \Delta k_n)(1 - \Delta k_z)(1 - \Delta R_{cu})$$

$$\Delta\alpha = \Delta k_n - \Delta k_z - \Delta R_{cu} \quad | : \Delta T$$

$$\frac{\Delta\alpha}{\Delta T} = \frac{\Delta k_n}{\Delta T} - \frac{\Delta k_z}{\Delta T} - \frac{\Delta R_{cu}}{\Delta T}$$

$$- \frac{\Delta\alpha}{\Delta T} = \frac{-0,2 - (-0,4)-4}{4} = -3,8\% / 10^\circ C$$

T zaznacza, wskaźniki maleją

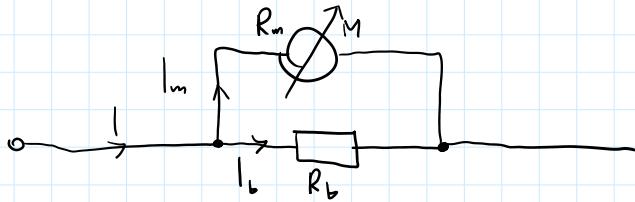
- maleniem wartości wskaźników zapobiega się poprzez dostosowanie do cewki miernika rezystora szeregowego wykonanego z manganinem

Pomiar prądu

- miernik, ze względu na konstrukcję
 - cienki drut nawiązujący cewki
 - delikatne sprężynki
- } prąd: kilkanaście mA

Zastosowanie rezystora, odpowiednio ...

zwanego boczniakiem, pozwala na pomiar dużych wartości prądu.

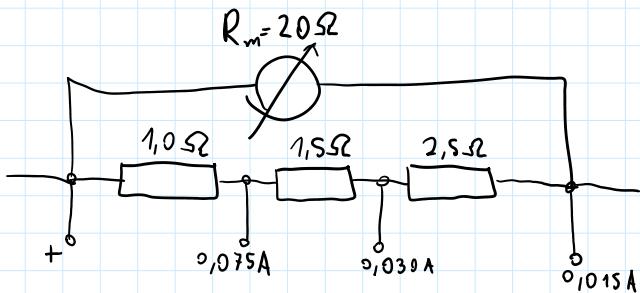


Mierzony prąd I jest równy $I_m + I_b$.

$$\text{Ponieważ } I_m R_m = I_b R_b, \text{ to } I = I_m \frac{R_m + R_b}{R_b} = I_m \left(1 + \frac{R_m}{R_b}\right)$$

$$I = I_m \delta I \quad \delta I \rightarrow \text{stała}$$

- Czynsto opisywanie ma kilka boczników

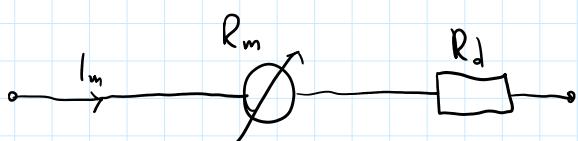


$$I_{mn} = 3 \text{ mA}$$

$$\alpha_n = 150 \text{ działyek}$$

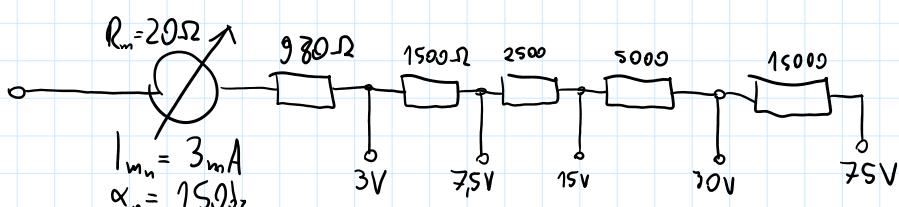
Pomiar Napięcia

- ponieważ miernik magnetoelektryczny jest miernikiem mierzącym prąd, to pomiar napięcia jest realizowany dokładnie



$$U = I_m (R_m + R_d) = I_m \cdot f_U$$

- woltomierz wielozakresowy przedstawiono na rysunku



$$\frac{R_n}{U_n} = \frac{1000\Omega}{3V} = 333 \frac{\Omega}{V} \rightarrow \text{dla tych zakresów, trzeba mnozić przez } U_n$$

- stała przyrządu jest zdefiniowana jako:

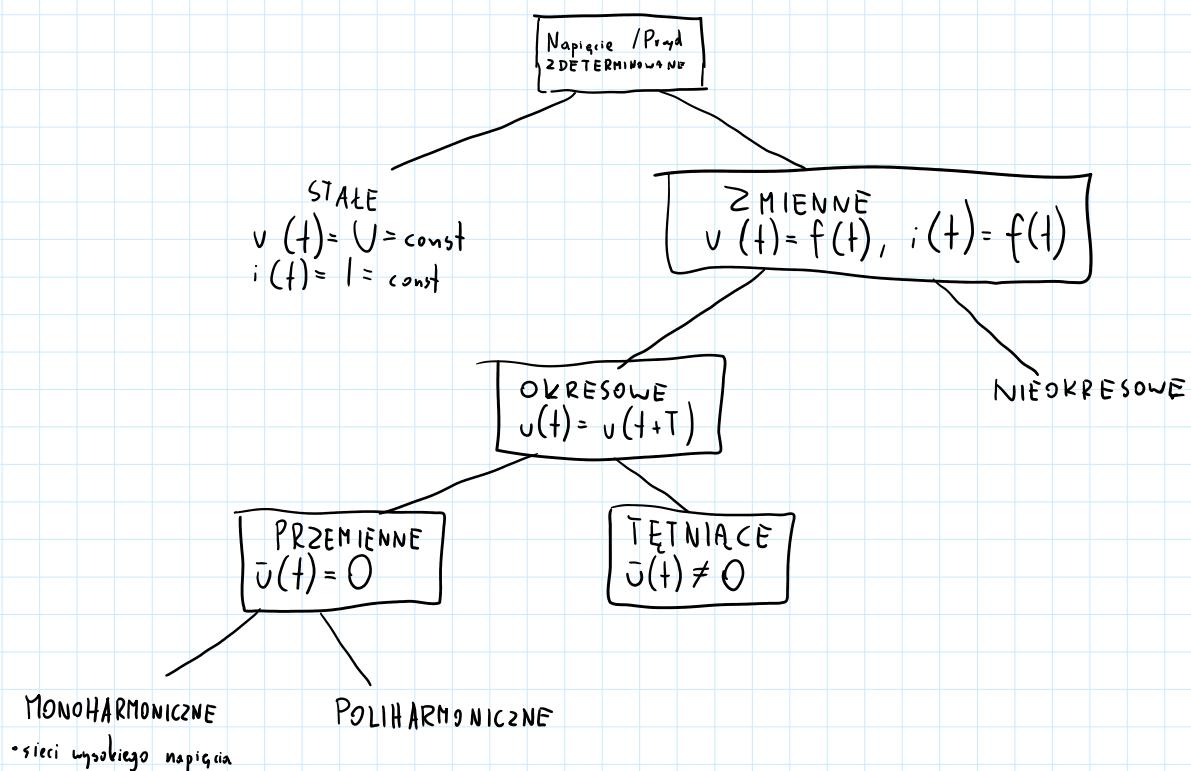
$$C = \frac{\text{zakres pomiarowy}}{\text{znamionowa liczba działań}} = \frac{X_n}{\alpha_n}$$

- dla amperomierza: $C_I = \frac{I_n}{\alpha_n}$, $C_V = \frac{U_n}{\alpha_n}$

- znając stałą przyrządu, można na podstawie odchylenia wskaźówki określić wartość prądu

$$I = C_I \cdot \alpha$$

Wartość średnia, skuteczna i maksymalna prądu i napięcia zmiennego



- przebiegi napięcia prądu są charakteryzowane przez 3 następujące wartości:

- wartość średnia $\bar{v} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) dt$
- wartość średnia wyprostowana $\bar{v} = \frac{1}{T} \int_0^T |v(t)| dt$

- wartość średnia skuteczna:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}$$

- ponadto, do opisu sygnałów i przetworników są stosowane:

- współczynnik kształtu:

$$k_K = \frac{U}{U_m}$$

- współczynnik szczytu:

$$k_s = \frac{U_m}{U} \quad U_m \rightarrow \text{amplituda sygnału mierzonego}$$

- jeżeli przebieg jest okresowy i zawiera wyższe harmoniczne, to przedstawia się go jako sumę szeregu Fouriera

$$u(t) = \bar{U}(t) + \sum_{k=1}^{\infty} U_{mk} \sin(k\omega t + \varphi_k)$$

Mierniki magnetoelektryczne z prostownikami w pomiarach napięć i pędów sinusoidalnych

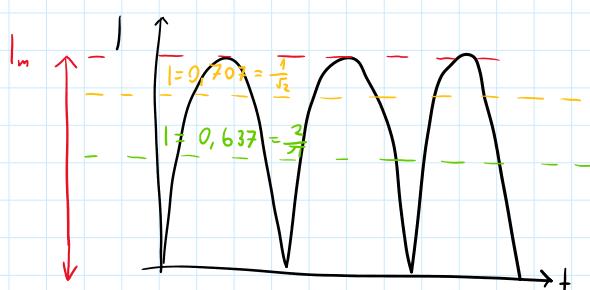
- zalety mierników magnetoelektrycznych:

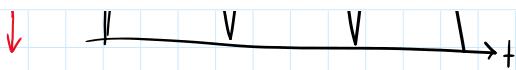
- duża czułość
- mały pobór mocy
- mała wrażliwość na wpływy zewnętrznych pól magnetycznych

- wady miern. me:

- duża pojemność prostowników na zmiany temperatury
- nielinowa podstata mierników dla małych wartości
- wad tych nie wykazują prostowniki liniowe wytw. z układów aktywnych (wzmocniacze prostoliniowe)

Przebieg prądu wyprostowanego pełnookresowo:





Mierniki magnetoelektryczne z prostownikami mierzą wartości skuteczne zgodnie z zależnościami:

$$I = k_k \cdot \bar{I} \quad U = k_u \cdot \bar{U}$$

$$I = \frac{\frac{I_m}{R_2}}{\frac{2I_m}{\pi}} \cdot \bar{I} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \bar{I} = 1,1107 \bar{I}$$

ZALICZENIE

- brak 3. terminu (tylko 2)
- obecność
- kolor bez notatki
- 4/5 pytań
- ostatni wykład: 1. termin
- 11. zajazd \rightarrow II termin