

Wzrostanie rozdzielności -> zmniejszenie błędów:

Wzrostowi błędów f_p musi być co najmniej 2 razy od najwyższej f w widmie sygnału.

$$f_p \geq 2 \cdot f_s$$

Błędy

zmniejszenie $\Delta x_q \Rightarrow$ zwiększenie rozdzielności

Błąd kwantowania $\Delta x_q = x_q - x = \frac{q}{2} \rightarrow \pm \frac{q}{2}$

Wymaga synchronizacji co bieżące uśrednianie

Wzrost rozdzielności

Wzrost rozdzielności:

- po liczbie - każdy mierzący własnie problem
- po rozdzielności - po ilości realizacji nar. uśrednienie dane obsługuje sygnał
- po naswie - wraz z upływem czasu wartości średnie
- po rozdzielności - im więcej bitów \Rightarrow tym lepiej wyznaczona wartość średnia

Rozdzielności A/C

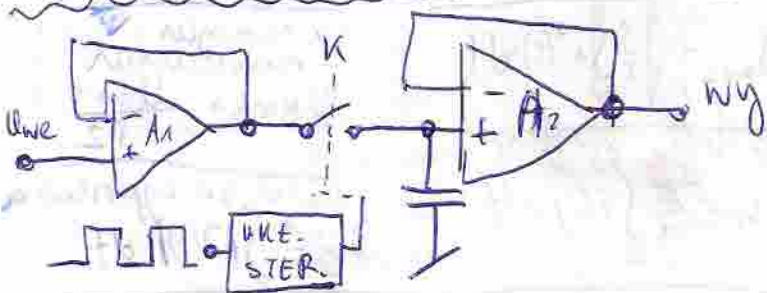
Linia bitów na włójnym roście zapisu sygnału

Przykład

Między $100^\circ C$ co $0,5^\circ C \Rightarrow$ pobiera 200 bitów na zapis wartości co $0,5^\circ C$
 więc potrzebny $N=8$ bitów $2^N = 2^8 = 256$

Analiza naswie (analiza FFT sygnałów)

Wzrost rozdzielności



Zwrotami: napięcia, pobieranie i przetwarzanie wielkości dla przetworzenia przetworzonymi kompensacyjnymi. Podwyższone wartości U_{we} na nas nierobimy do jego przetwarzania.

Rys. Układ pomiarowy - problemowy (S/H)

Suma kwantowania - błąd kwantowania jest funkcją jako dodatkowy sygnał

rozdrożony $\Delta x_q = \pm \frac{q}{2}$ $\Delta x_{esu} = \frac{q}{\sqrt{12}}$ - wartości szkodliwa Δx_q (wartości średnie $\Delta x_q = 0$)

Metody przetwarzania A/C

Podwójne celkowanie ("+") - nasowa

Sigma-Delta ("f") - rozdzielności

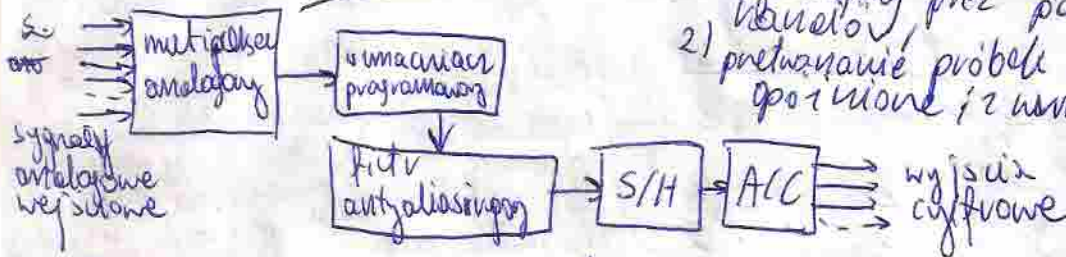
Kompensacja wagowa

Powielanie równań

$N = \frac{2^m}{U_a} \cdot U_I$ (nieoptymalny)
 $N = \frac{2 \cdot k \cdot R_2}{R \cdot U_{R1}} \cdot U_I$ (wysoka rozdzielności do 24 bitów, sygnali określone niską ceną)
 $f = n \cdot T_0$ (nas przetwarzanie)

Błędy miare są z pojemności C w metodach, napięciem odniesienia U_{R1} , rezystancjami R i czasem $T_0 = \frac{1}{f_0}$ generatora.

Karty pomiarowe

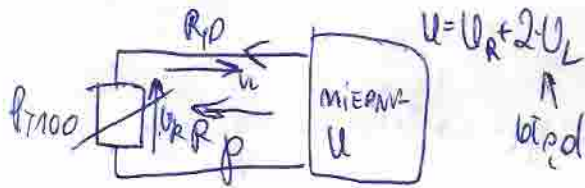


- 1) ograniczona f_p (jakaś "A/C") do wartości wymagalnej, przez podzielenie jej przez $\ln(2)$ kanałów
- 2) przetwarzanie próbek w kolejnych kanałach błąd pozycyjne i uwagi na nos potrzebny do przetworzenia problemu poprzedniej.

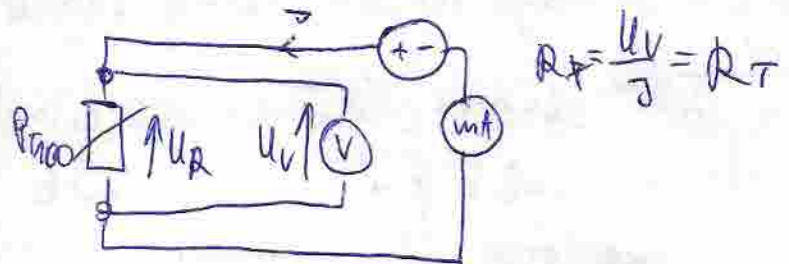
DIFF eventiel (DIFF) - typ symetryjny mogą być mierzone sygnały adwizyjne od różnych mas

RSE (Referenced single-Ended)

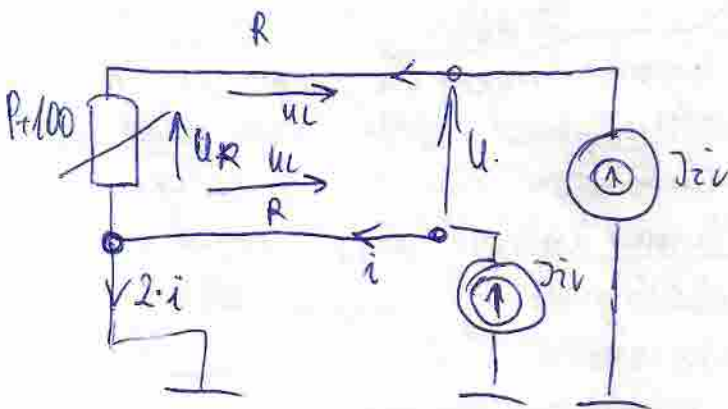
Metoda 2-przewodowa



Metoda 4-przewodowa



Metoda 3-przewodowa



$U = U_L - U_x + U_L = 0 \Rightarrow U = U_R$

$\frac{U_R}{I} = R_T$

$RATIO = \frac{U_x}{U_R} = \frac{I \cdot R_x}{I \cdot R_W} = \frac{R_x}{R_W}$
 $R_x = RATIO \cdot R_W$

Wartość skutowna (true RMS)

$I_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt}$

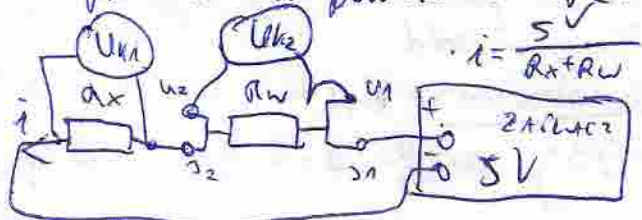
Wartości średnie

$I_{SM} = \frac{1}{T} \int_0^T i(t) dt$

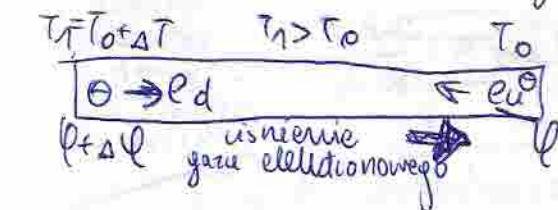
W wartości mierzonej
 $U_{RMS} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$

Wartość sr. wyprostowana
 $I_{AV} = \frac{1}{T} \int_0^T |i(t)| dt$

Metoda pomiarowa pomiaru R_x



Termoelement - dioda w oparciu o którą się umieszcza w isygnu T



Effekt Seebecka ↑

Effekt Thomsona

Effekt Peltier jak ΔT to w zależności od kierunku i w przewodniku pobiera lub oddaje ciepło

Effekt Peltier jak ΔT to w zależności od kierunku oddaje lub pobiera ciepło z nośnika

jest to termoelement, w metalach którego powstaje STE.

$E = c \cdot (T_x - T_0) \rightarrow STE$

$y [^{\circ}F] = 1,8 \cdot x [^{\circ}C] + 32$

Pomiar za pomocą termoelementów ze wzr. prac. za zasadzie modulacji AM.

$u_z(t) = U_N \cos \Omega t$ - syg. nośny w prośbie modulacji

Wzrost poprawy modulacji $\omega \leq (\frac{1}{3} = \frac{1}{10}) \omega$

$e(t) = E_m \cos \omega t$ - sygnał modulujący

Wartości u_0 wyjściowego mostka:

$u(t) = u_0(t) + k \cdot e(t) \cdot u_z(t)$, ponieważ $u_0(t) = p \cdot u_z(t)$ więc

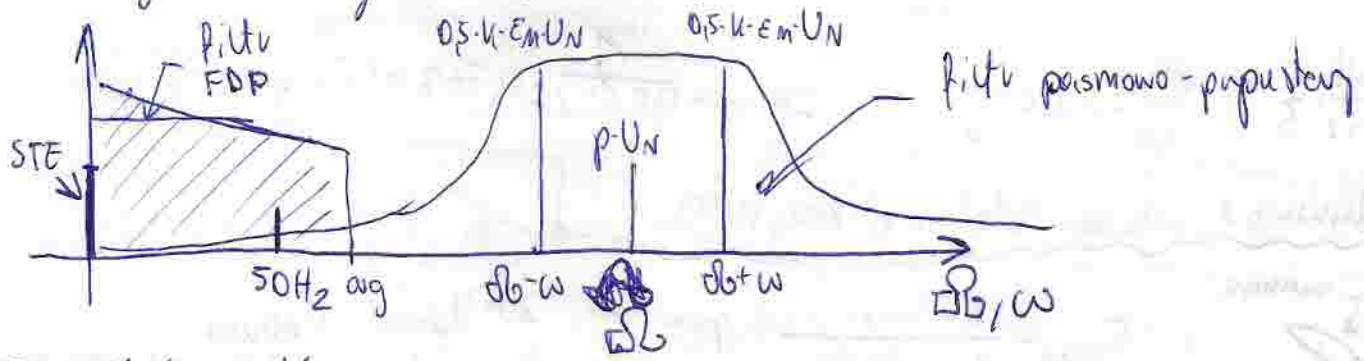
~~$u(t) = p \cdot U_N \cos \Omega t + k \cdot E_m \cos \omega t$~~

$u(t) = p \cdot U_N \cos \Omega t + k \cdot E_m \cdot U_N \cdot \cos \omega t \cdot \cos \Omega t$ konstata z wzoru $\left\{ \begin{aligned} \cos x \cdot \cos y &= \\ &= \frac{\cos(x+y)}{2} + \frac{\cos(x-y)}{2} \end{aligned} \right\}$

Konstata z wzoru redukcyjnego:

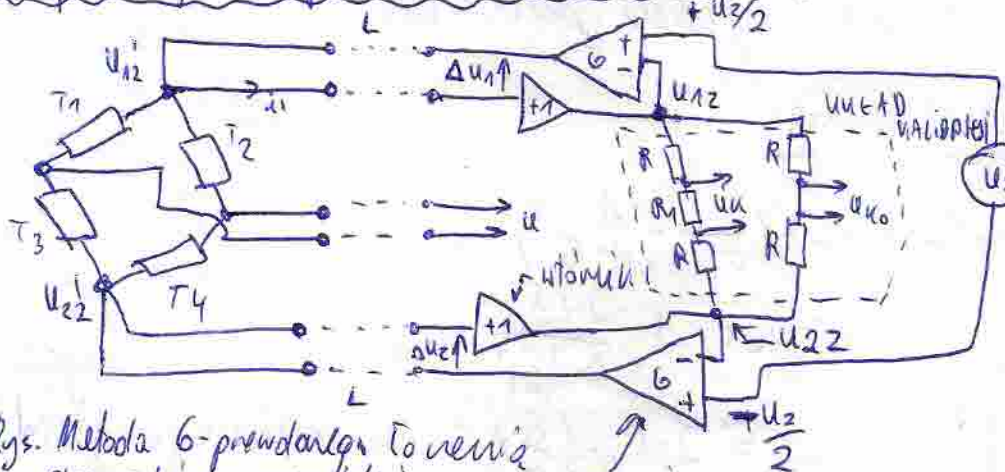
$u(t) = p \cdot U_N \cdot \cos \Omega t + \frac{1}{2} \cdot k \cdot E_m \cdot U_N \cdot \cos(\Omega + \omega)t + \frac{1}{2} \cdot k \cdot E_m \cdot U_N \cdot \cos(\Omega - \omega)t$

Sygnał wyjściowy $u(t)$ zawiera 3 składowe: syg. o pulsacji nośnej oraz dwa pasy boczne ($\Omega, \Omega - \omega, \Omega + \omega$), przy czym sygnał o Ω pojawi się tylko gdy $p \neq 0$. Dodatkowe dokładne wartości addytywne sumuje się z $u(t)$. Zródłem sieciowe o $f = 50\text{Hz}$ oraz sity termoelementy STE.



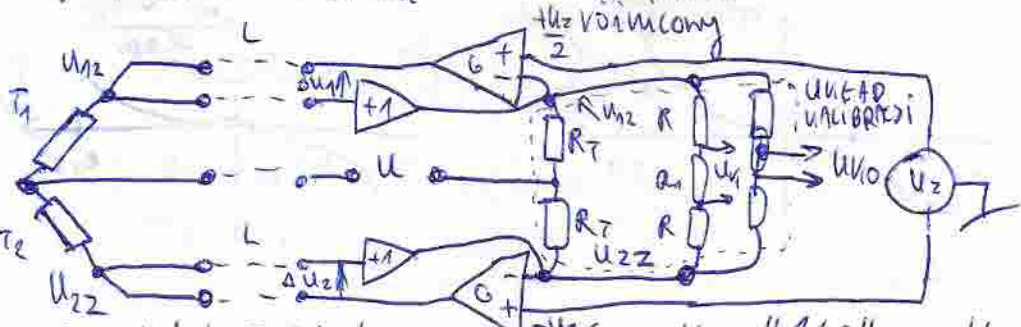
Rys. Ukł. wa. wiadomości.

Kompensacja R przewodów w mostkach: (pomiar na zasadzie modulacji amplitudy)



Wymiarowe kompensacja $\Delta u_1, \Delta u_2$ na R przewodów nasilają się mostek, R przewodów może się zmieniać z temperaturą.

Rys. Metoda 6-przewodowa to ujemna przewodów mostka



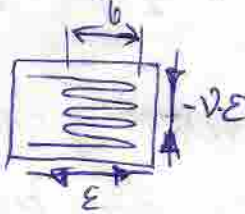
Rys. Metoda 5-przewodowa

Δ - bardzo małe (pomijalne) wartości mają dwie wartości podlegające potencjał u_{12} do u_{12} .

Tensometr, jego zadaniem jest przetworzenie wielkości mechanicznej na elektryczną. Podstawą konstr. tensometru jest zwykle kręgi, a jego wymiarie R przewodników i metalu podprzewodnikowego.

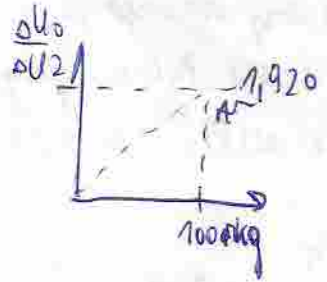
Funkcja przetwarzania tensometru $\frac{dR}{R} = \epsilon(1+2\nu) + \frac{dS}{S}$
 gdzie $\epsilon = \frac{dl}{l}$ ν - współ. Poissona
 $\frac{dR}{R} = \frac{\epsilon R}{E} + \frac{dS}{S}$ $\frac{dR}{R} = \frac{\epsilon R}{E} + \frac{dS}{S}$
 współ. Poissona określa relację pomiędzy odkształceniami poprzecznymi a podłużnym.

kompensacja temperatury zmian tensometru $\epsilon_T = (\frac{dR}{R} + 2\alpha_S - \alpha_T) \cdot \Delta T$



linowy współczynn. wzmocnienia sił tensometru
 linowy współczynn. wzmocnienia momentu sprężystego

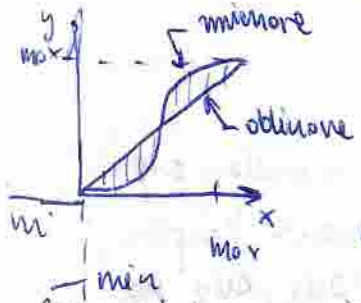
skalowanie $\frac{\Delta U_0}{\Delta U_2} = 1,920 \frac{mV}{V}$



$S = \frac{\Delta U_0}{U_2/m} = \frac{1,920}{1000kg} = 0,0192 \frac{mV}{kg}$

$m = \frac{\Delta U_0}{U_2} \cdot \frac{1}{S} = 0,768 \frac{mV}{V} \rightarrow m = 0,0192 \cdot 0,768 = 40kg$

błąd nieliniowości charakterystyki stalowej wyjinka



$S_{max} = \frac{|s_{u1} - s_{u2}|}{U_{max} - U_{min}} \cdot 100\%$

$s_{u1} = U_{pomiar} - U_{odciążone}$
 $U_{max} - U_{min}$ - zakres pomiarowy

Jeżeli się nie skompensuje błędów nieliniowości to otrzymamy błędne wyniki pomiaru.

Pojemnościowe zmiany przemieszczenia:

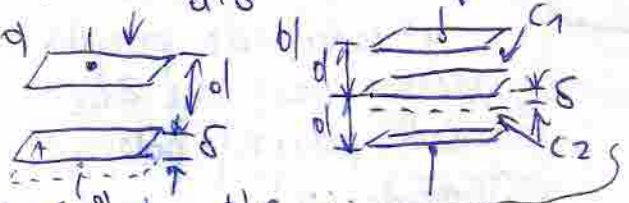
$C_0 = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$

$C_0 = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d + \delta}$

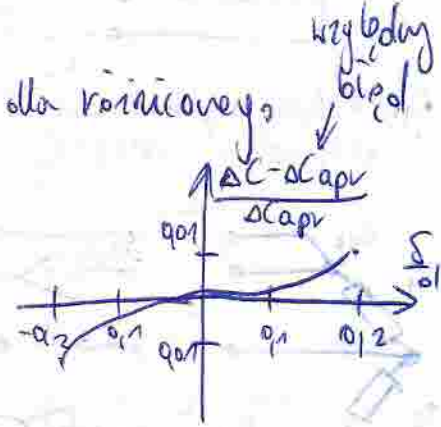
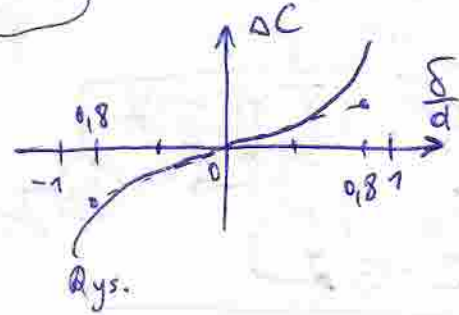
$\Delta C = C_2 - C_1 = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A \left(\frac{1}{d - \delta} - \frac{1}{d + \delta} \right)$

$\Delta C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A \cdot \frac{2 \left(\frac{\delta}{d} \right)}{1 - \left(\frac{\delta}{d} \right)^2}$

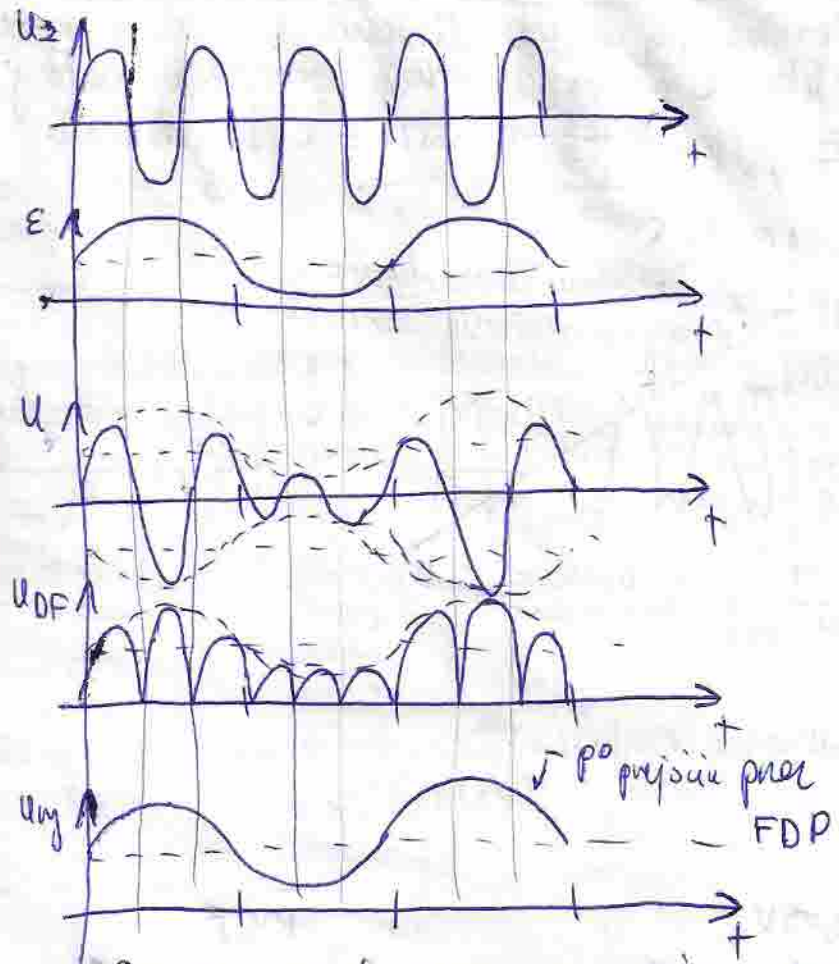
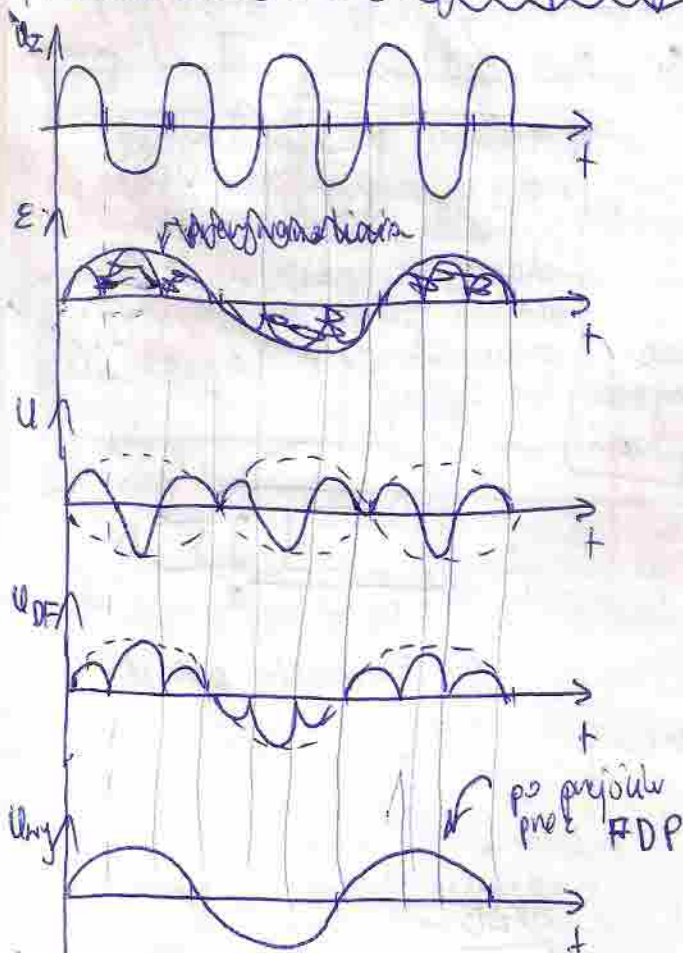
$\Delta C \approx 2 \cdot C_0 \cdot \left(\frac{\delta}{d} \right)$ - dla małych przemieszczeń



By. 6 prosty dla prostego
 $C \approx \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} \left(1 - \frac{\delta}{d} \right) = C_0 - C_0 \cdot \frac{\delta}{d}$



sygnały w tone modulacji amplitudy:



Rys. Ten mod. amp. bez składowej stałej (DC).

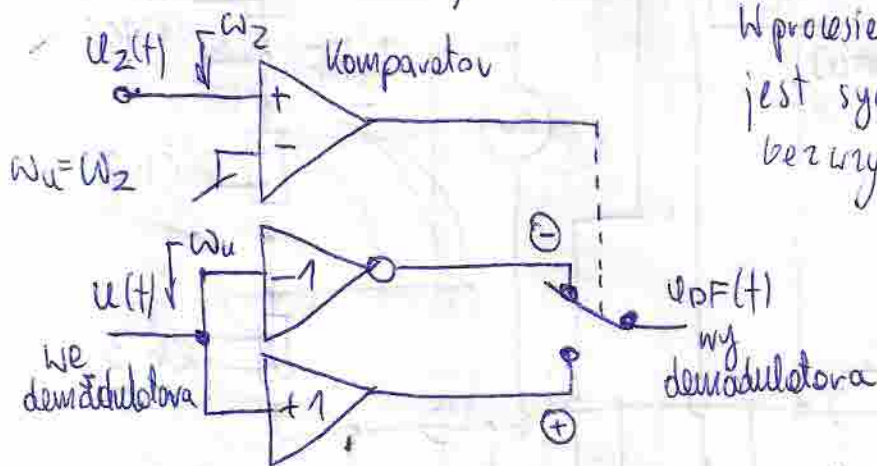
Rys. Ten mod. amp. z składową DC.

W procesie demodulacji fonocennej wymagany jest sygnał \$u_{DF}(t)\$ jako wartości bezwzględna \$u(t)\$ jak fały sygnale

$$u_{DF}(t) = |u(t)|$$

jak fały precyzyjne

$$u_{DF}(t) = -|u(t)| \text{ fały przeciwnie}$$



Rys. schem. funkcyjny demodulatora fonocennego.

Pomiar ciśnienia:

$$p = \frac{dF}{dS} \quad [Pa = \frac{N}{m^2}]$$

$$p = p_{st} + \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

$$p_{st} + \frac{\rho \cdot v^2}{2} + \rho \cdot g \cdot h = \text{const}$$

ciśnienie hydrostatyczne

1 psi \approx 6,8 kPa ; 1 atm = 760 Torr = 760 mm Hg = 1,0132 bar ; 1 Torr = 1 mm Hg

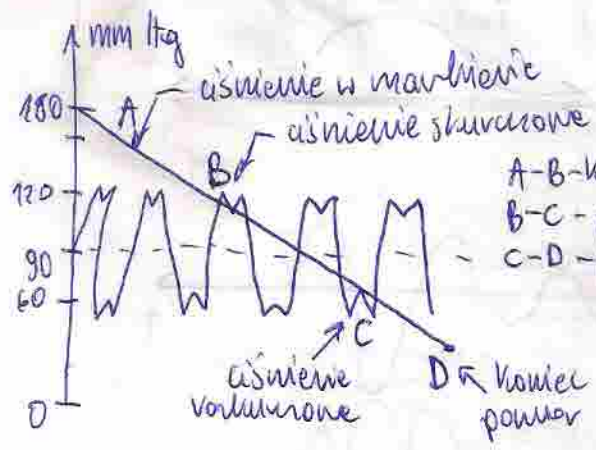
- 1) bezwzględne (w odniesieniu do próżni) p- bezwzględne
- 2) różnicowe (pd = p2 - p1) — ciśnienie manometryczne
- 3) względne (manometryczne) $p_m = p - p_{atmosferyczne}$ — ciśnienie barometryczne

metoda pomiaru ciśnienia statycznego krwi:

Bezpośredni pomiar ciśnienia statycznego krwi (skurczonego i rozkurzonego) w literaturze metoda Kоротkova (rozminięte metody Aiva-Roccięgo)

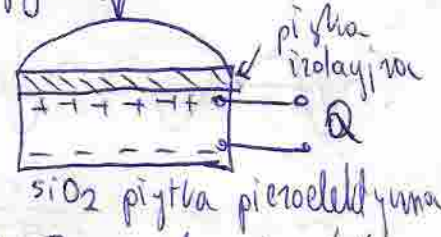
$$E_c = \rho_s \cdot V + \frac{m \cdot v^2}{2}$$

całkowita E w uproszczeniu



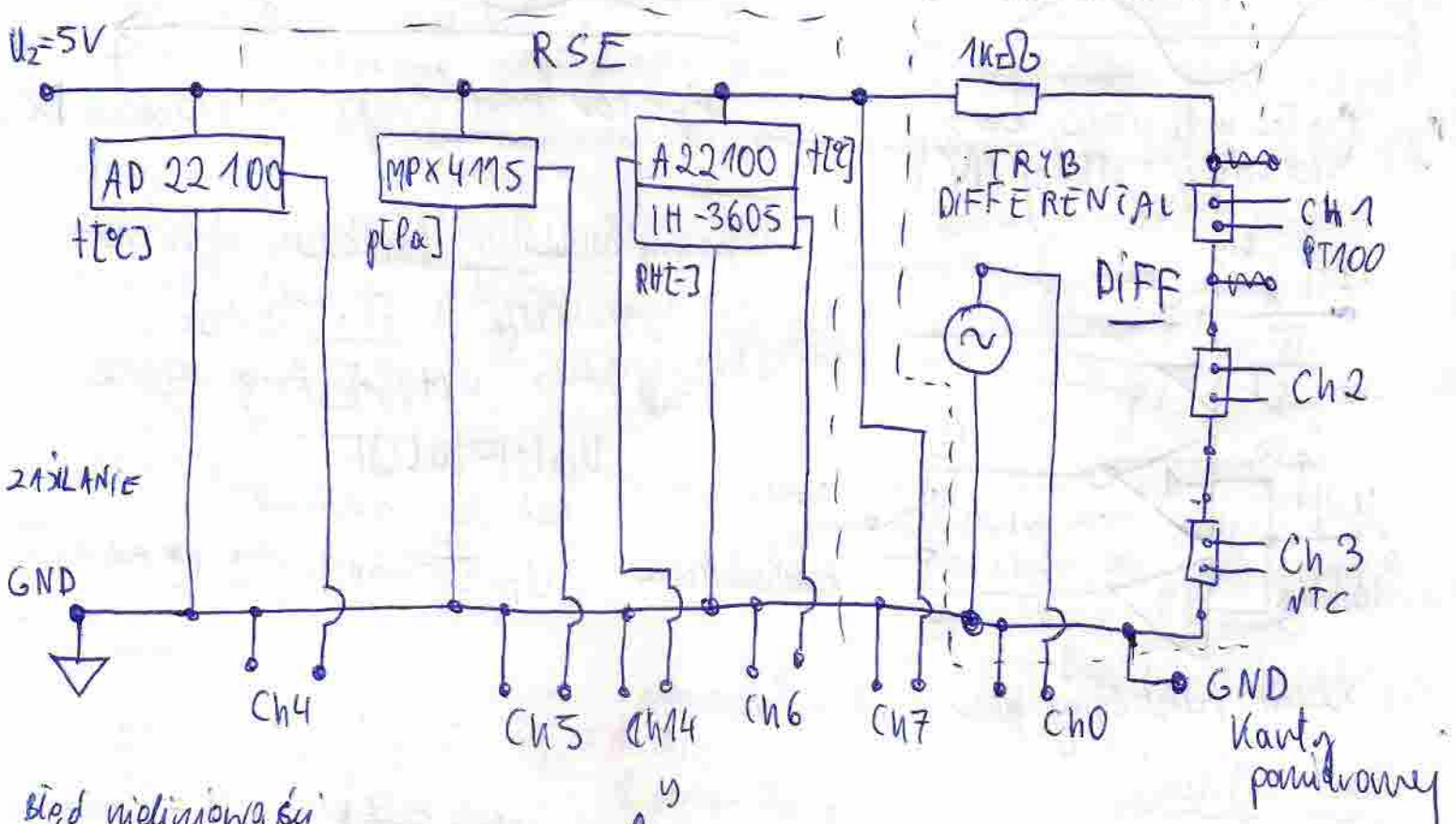
A-B - krew w tętnicy nie płynie
 B-C - przepływ turbulenty krwi
 C-D - przepływ laminarny krwi

Przetworzili pieroelektromy mogą być wykonywane tylko do pomiaru wielkości mierzących w nasie. Nie nadają się do pomiaru wielkości statycznych w nasie ponieważ "się rozplynie" ↓



Rys. Tensometr pieroelektromy

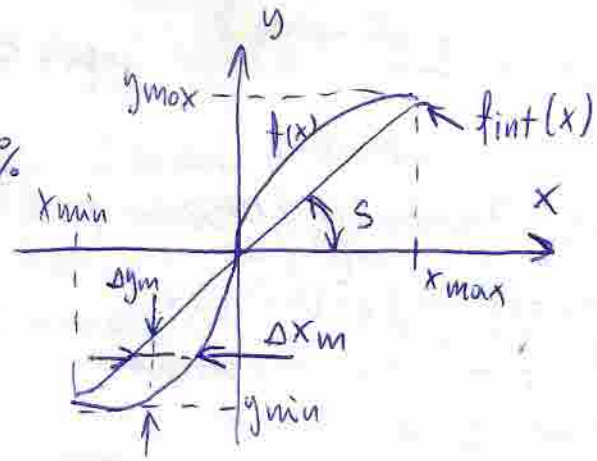
Podzielenie czujników stosunkowych do karty pomiarowej: (Ratiometric)



Błąd nieliniowości

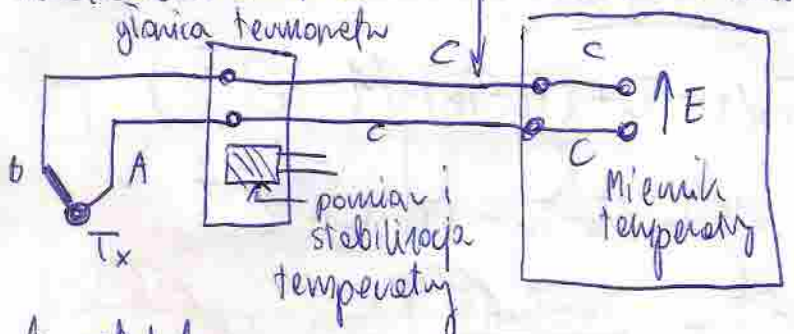
$$\delta_{ny} = \frac{\Delta y_m}{y_{max} - y_{min}} \cdot 100\%$$

$$\delta_{nx} = \frac{\Delta x_m}{x_{max} - x_{min}} \cdot 100\%$$



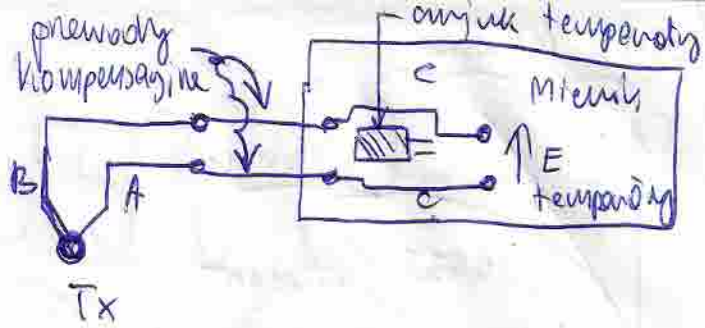
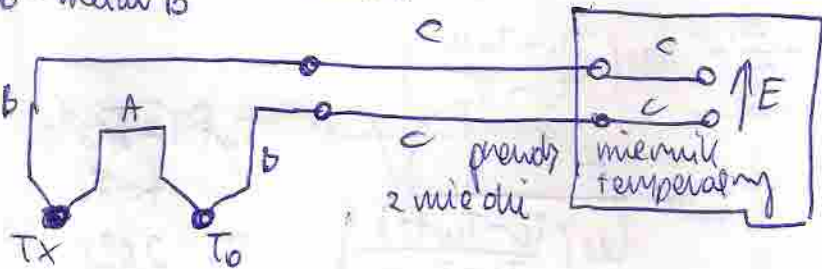
$$\Delta y_m = \max_x |f(x) - f_{int}(x)|$$

Podłączenie termoparu:



A - metal A
B - metal B

C - miedź



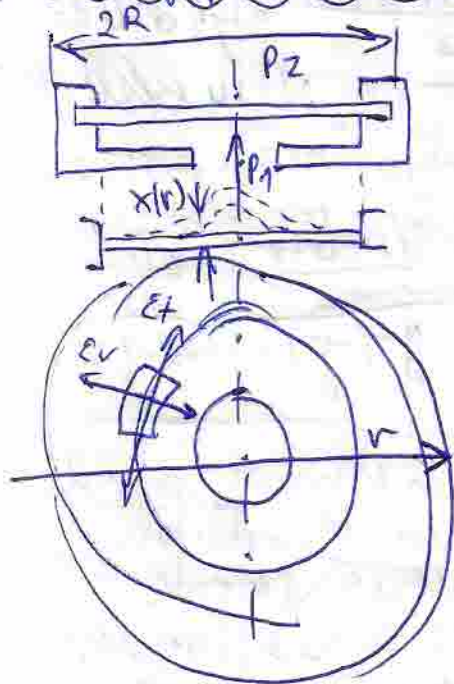
Pomiar wilgotności:

- metoda punktu rosy
- metoda hygruletyczna
- metoda psychrometryczna
- metoda rezystancyjna
- metoda impedancyjna
- metody mikroprocesorowe
- metoda gravimetryczna

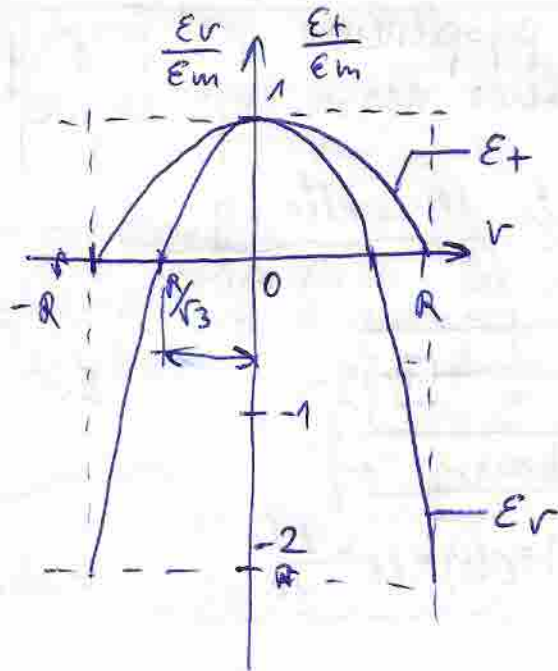
$$RH = \frac{p}{p_h} \cdot 100\%$$

RH - relative humidity
p - ciśnienie pary w t
p_h - ciśnienie pary nasycanej

Membrany przetworniki ciśnienia



$$\Delta P = P_1 - P_2$$



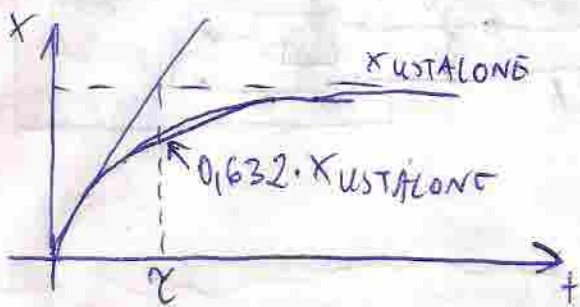
$$E_r = \frac{3(1-\nu^2)}{8 \cdot E} \cdot \left(\frac{R}{h}\right)^2 \cdot \left[1 - 3 \cdot \left(\frac{r}{R}\right)^2\right] \cdot \Delta P$$

$$E_t = \frac{3 \cdot (1-\nu^2)}{8 \cdot E} \cdot \left(\frac{R}{h}\right)^2 \cdot \left[1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2\right] \cdot \Delta P$$

Przetworniki do membranowych pomiarów ciśnienia:

- pojemnościowe
- indukcyjne
- transformatorowe
- optyczne (światłowodowe)

Stela czasowa



Dla 1 wezdu ukladu

$$T_m(t) = T_0 + (T_u - T_0) \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$T_m(t) = T_0 + T_u - T_0 - (T_u - T_0) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{T_u - T_m(t)}{T_u - T_0}$$

$$-\frac{t}{\tau} = \ln\left(\frac{T_u - T_m(t)}{T_u - T_0}\right)$$

$$\tau = -\frac{t}{\ln\left(\frac{T_u - T_m(t)}{T_u - T_0}\right)}$$

$$T_m(t) = 50^\circ\text{C}$$

$$t = 1\text{s}$$

$$T_0 = 20^\circ\text{C}$$

$$T_u = 80^\circ\text{C}$$

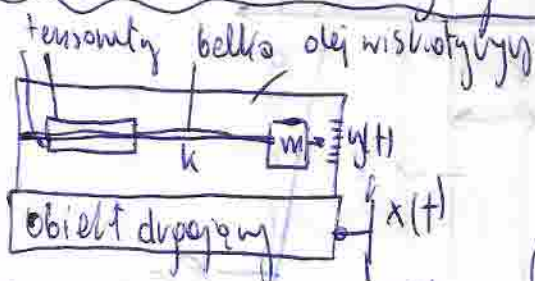
$$\tau = ? \quad \tau = 1,44 \text{ [s]}$$

<http://www.mbmaster.pl>

Akcelerometry sejsmiczny przyspieszenia =

Bezwygodne przyspieszenie jest proporcjonalne do ~~wzrostu~~ ~~wzrostu~~ ~~wzrostu~~ przemieszczenia masy sejsmicznej ~~do budowy~~ w stosunku do ~~obudowy~~ obiektu.

Akcelerometr tensometryczny



$$\ddot{x}(t) \rightarrow y(t) \rightarrow \epsilon(t) \rightarrow \epsilon R \rightarrow \frac{\Delta l}{l_0}$$

jest obrotowy 180° podczas skalowania

$$S_a = \frac{l_0 - l - y}{g - (-g)} = \frac{\Delta l}{2 \cdot g}$$

Ultradźwięki: mierzalne do

- nosyjsze od odbierania
- przesunięcie ferozowe
- efekt Dopplera (zmiana f)

Prędkość:

$$v_{sr} = \frac{v_0}{2}$$

$$q_m = A \cdot \rho \cdot v$$

↑ prędkość masy

$$q_v = A \cdot v \cdot v$$

↑ prędkość objętościowa

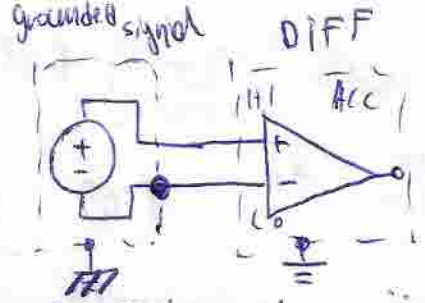
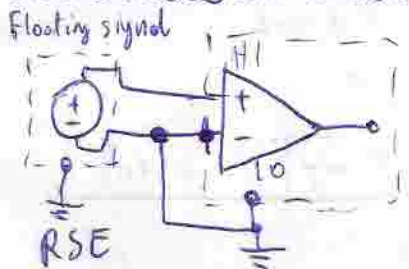
metody pomiaru prędkości: Zasada dynamiki, zasada strat energii, zasada indukcji elektromagnetycznej, py-rost termometryczny, lądowy pomiar prędkości, przetwarzanie do ultradźwiękowe (prędkościomierz, wirnikowe, turbokone, mikroturbo)

$$f = Sh \cdot \frac{v}{d}$$

↑ nośność obrotowa wirnika

Różnice: zwojnikowe, wirnikowe, ultradźwiękowe, termooptyczne.

Laboratorium CW-1.



Rys. tryb niesygnałowy
Dobór f. próbkowania.

Rys. Tryb sygnałowy różnicowy.

↓ pojawia się tylko aliasy w widmie

$$f_A = |n \cdot f_{pv} - f_s|$$

Przykład $f_s = 70$ $f_{pv} = 100$

$$f_A = |100 - 70| = 30 \text{ Hz}$$

$$f_s = 510$$
 $f_{pv} = 100$

$$f_A = |5 \cdot 100 - 510| = 10 \text{ Hz}$$

f_s - częstota próbkowania f_{pr} - częstota sygnału

$f_p \geq 2 \cdot f_s$ - warunkiem jest pełnowartościowe to byłoby aliasy w widmie

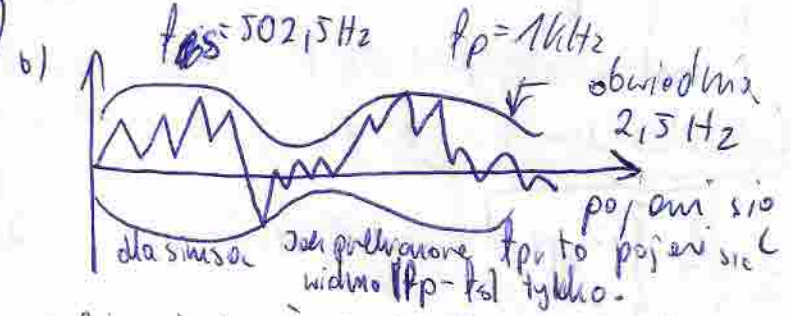
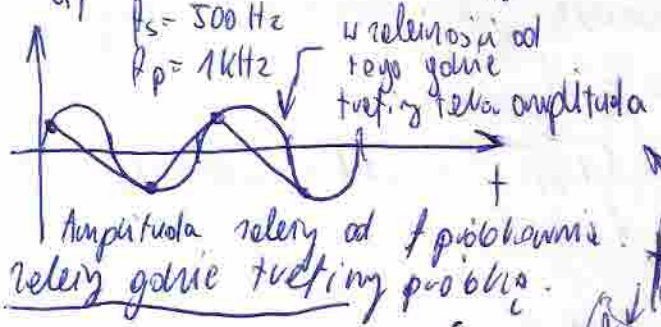
f. próbkowania conajmniej 2 razy większa od f. sygnału w widmie



Aby nie było aliasingu zastosować filtru FDP sygnału
Dla sinus → jest potrzebna $f_p/2$ w widmie
Dla prostokąta → -1-

Próbkowanie prostokąta co najmniej do 9 harmonicznej (1, 3, 5, 7, 9)

f_p musi być $\geq 2 \cdot f_{(9)}$ harmonicznej



Laboratorium CW-2.

$R_T = 100$: termowerystator

$$R_T = R_0 \cdot (1 + A \cdot T + B \cdot T^2)$$

cały zakres

$$R_0 = 100 \Omega \Rightarrow T = 0^\circ \text{C}$$

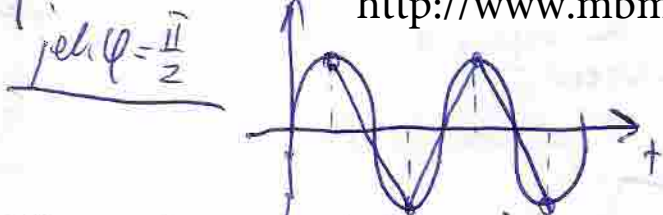
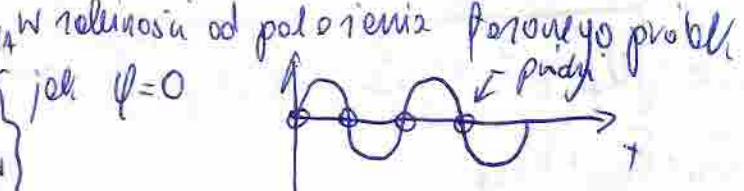
$$R_T = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot T)$$

zakres od 0°C do 100°C

$$\alpha = 0.00385 \text{ } ^\circ \text{C}^{-1}$$

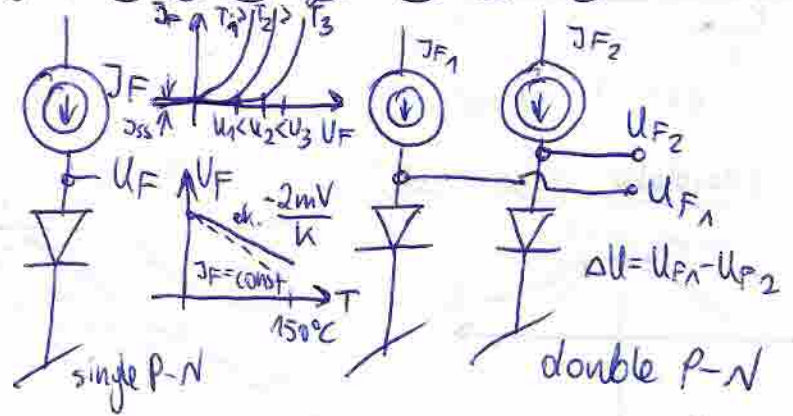
$$R_0 = 100 \Omega$$

Jak $f_s > \frac{f_{pv}}{2}$ to tylko aliasy w widmie



<http://www.mbmaster.pl>

Półprzewodnikowe czujniki różnicowe:



termistor

$$R_T = R_{T_0} \cdot e^{B \cdot (\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0})}$$

$T = [K]$

Pomiar wilgotności wyletek:
element ciekły → kondensator z higroskopijnym dielektrykiem

$$U_F = \frac{k \cdot T}{e} \cdot \ln\left(\frac{J_F}{J_S} + 1\right)$$

J_S - produkt termiczny

$$J_F = J_S \cdot \left(\exp\left(\frac{e \cdot U_F}{k \cdot T}\right) - 1 \right)$$

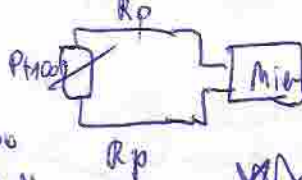
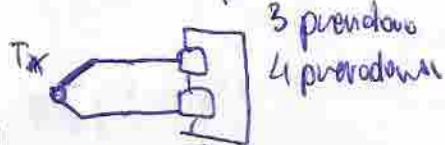
Laboretorium c.w. nr 3

P_T100

termopara z

$$E = c \cdot (T_x - T_0)$$

metoda 2 przewodnik



$$R = 2 \cdot R_p + R_{Pt100}$$

↑ bład

$$1 \Omega \rightarrow 2,5^\circ C \text{ bład}$$

T₀ - temperatura otoczenia (sila termoelektryczna na zimnych końcówkach (stylkach))
 potrzeba kompensacji

dołożonym wyjściem temperatury
 RS-232C - (15m rozległość i małe napięcie peer to peer)

RS485 - (1200m rozległość / max 32 odbiorniki)

Protokół MODBUS (maks 0...255 adresy → 256 adresów w MODBUS)

DDP - digital data exchange (MS → wymagana data pomiaru aplikacjom w Winolawie)

Transmisja asynchroniczna (bity startu i stopu w koderze usterki)

dla wyjść [T°C] rezystancyjnych

$$I_{max} = \sqrt{\frac{\Delta T_{max} \cdot P_T}{R_T}}$$

R_T - rezystancja w T

ΔT_{max} - bład graniczny

P_T - stała przewodzenia ciepła W/oc

maksymalny prąd aby błąd od samopodgrzewania, jeśli najmniejszy prąd odpowiednio wysłanej danych

Laboretorium c.w. nr 4

$$I_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 \cdot dt}$$

- wartości skuteczna

$$I_{sr} = \frac{1}{T} \int_0^T i \cdot dt$$

- wartości średnia

$$U_{RMS} = \sqrt{U_{DC}^2 + \sum_{j=1}^{\infty} U_{RMS-ACj}^2}$$

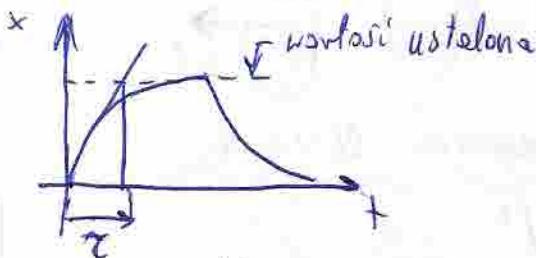
- wartości skuteczna przebiegów odkształconych

Wzorem z podwojnym całkowaniem
 dres całkowania musi być stały
 w przeciwnym dresu rozdzielnie

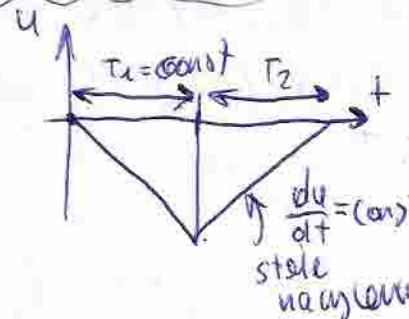
$$T_i = K \cdot T_{noise}$$

$$f = \delta_{u1} + \delta_{u2}$$

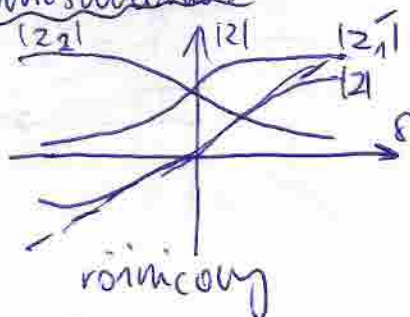
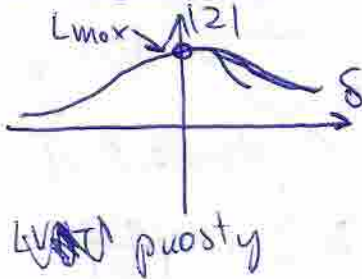
↑ wejście 2
 ↑ wejście 1
 ↑ wzrost



$$x(\tau) = 0,632 \cdot x_{ustalone}$$



składowe wyjściu przesunięcia:



$$u = f(|z1| - |z2|) = f(|z1|)$$

Laboratorium CW nr 5

$S = S_{cz} \cdot S_w = 1!$

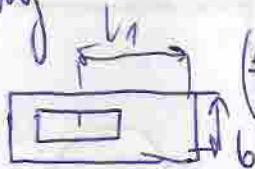
$S_{cz} = \left[\frac{mV/V}{kg} \right]$

$S_w = M_{skal} \cdot \frac{L_{skatL}}{\left(\frac{\Delta U_0}{U_2}\right)_{skatL}}$

↑ nominal value
↓ decimal point
Pobled
 $S_{cz} = 1,1 \cdot 10^{-3} \frac{V/V}{kg} = 1,1 \cdot \frac{mV/V}{kg}$

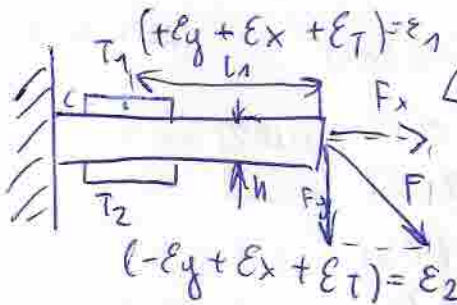
$M_{skal} \cdot d_{skatL} = \text{rodzies pomiaroway}$

$\frac{\Delta U_0}{U_2} = \frac{1}{4} \cdot k \cdot (\epsilon_1 - \epsilon_2 - \epsilon_3 + \epsilon_4)$

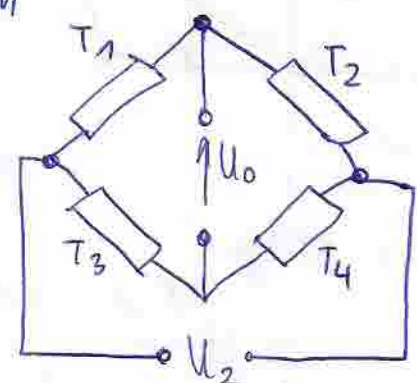


$S = S_{cz} \cdot M_{skal} \cdot \frac{d_{skatL}}{\left(\frac{\Delta U_0}{U_2}\right)_{skatL}}$
 przyklad
 $1 = 1,1 \cdot \frac{mV/V}{1000g} \cdot 0,01 \cdot \frac{20000g}{\left(\frac{\Delta U_0}{U_2}\right)_{skatL}}$

$\left(\frac{\Delta U_0}{U_2}\right)_{skatL} = \frac{0,01 \cdot 20000}{1000g} \left[\frac{g}{g} \right] = 1,1 \cdot \frac{200}{1000} \left[\frac{g}{g} = - \right]$



Pawa ułożona
(ϵ_T i ϵ_x się skompensuje)
 ϵ_y - gnocze
 ϵ_x - tnocze
 ϵ_T - temperatura

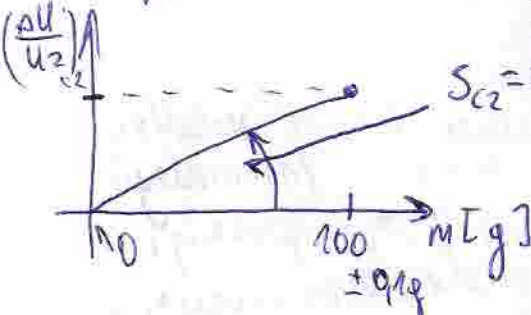


$\frac{dR}{R} = \epsilon \cdot (1 + 2 \cdot \nu) + \frac{d\sigma}{\sigma}$

$\epsilon_{II} = \frac{dL}{L} \quad \epsilon_I = -\nu \cdot \epsilon_{II}$

$\delta = E \cdot \epsilon$

cel skolowania mostka za pomoca masy wzorcowej: z uwagi na sumę błędów konstancyjnych (belki, mostka, insulatoryników).



$S_{cz} = \frac{(\Delta U/U_2)_{kal}}{m_{kod}}$

wyznaczona za pomoca kalibracji wartości mostka (dokładna!!!)

$F_y = m \cdot g$

$S = \frac{(\Delta U/U_2)}{F_y}$

$\frac{\Delta U_0}{U_2} = \frac{1}{4} \cdot k (\epsilon_1 - \epsilon_2)$

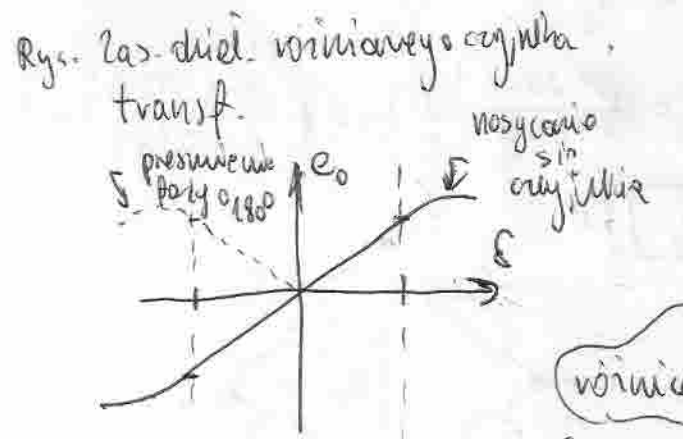
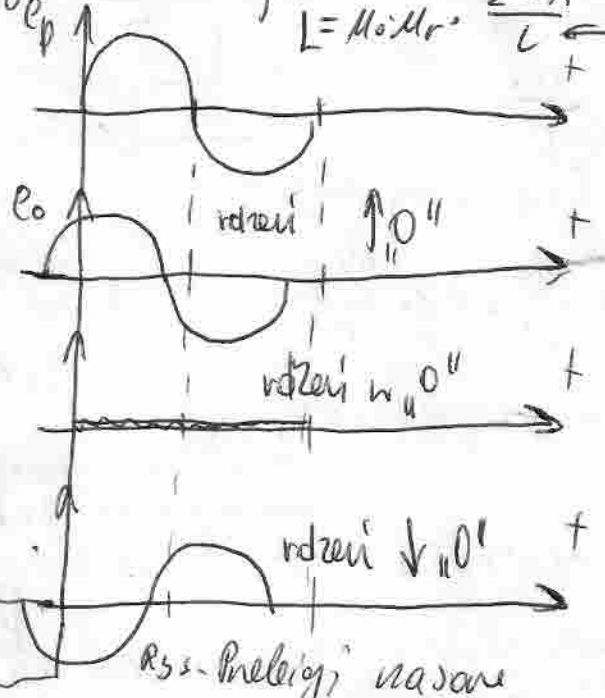
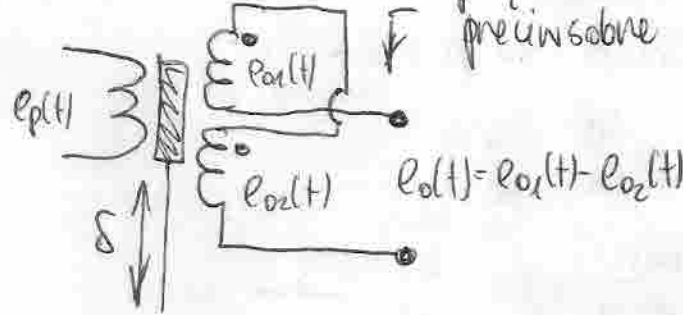
obliczenie wartości dla układu:

$\epsilon_1 - \epsilon_2 = \frac{\delta}{E} \quad ; \quad \delta = \frac{F_y \cdot L_1}{A \cdot g} \quad ; \quad A \cdot g = \frac{b \cdot h^2}{6}$

$\epsilon_1 - \epsilon_2 = \frac{6 \cdot m \cdot g \cdot L_1}{E \cdot b \cdot h^2}$

$S = \frac{(\Delta U_0/U_2)}{F_y} = \frac{3 \cdot k \cdot L_1}{E \cdot b \cdot h^2} \left[\frac{mV/V}{N} \right]$

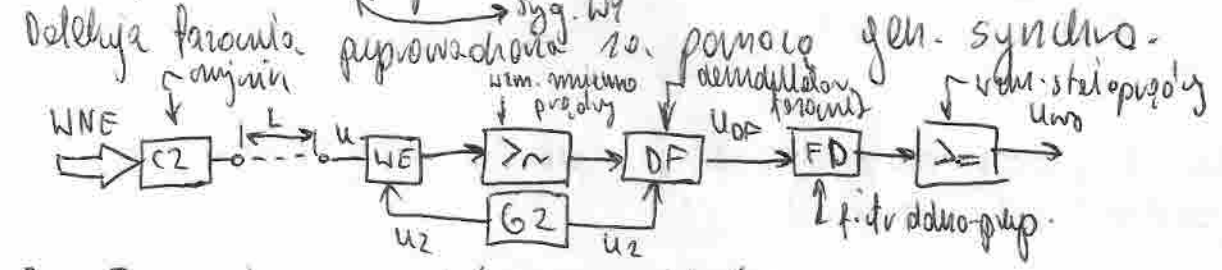
LABORATORIUM CW. NR 6 Ta pomiarowy z modułem AM. $L = M_0 \cdot M_0 \cdot \frac{2 \cdot A}{l}$ pole $[m^2]$ długość



Rys. Am-ka statyczna

Amplituda sygnału → odlegosi
Faza sygnału → przesunięcia

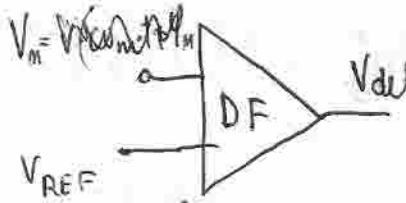
Delokalizacja porównania przeprowadza się w celu dostarczenia modułu przesunięcia



Rys. Tor pomiarowy z modułem amplitudy.

<http://www.mbmaster.pl>

Delokalizacja porównania - porównanie sygnałów w obecności sumy. Dobrych modułów, syg. odnie z sygnałem wzajemnym. Układ detektora porównawczego. Faktory dokonuje matematycznych operacji, imprecyzyjny sygnał z sygnałem odniesienia.



$$V_{det} = V_m \sin(\omega_m t + \varphi_m) = V_{REF} V_{REF} \sin(\omega_m t + \varphi_{REF})$$

$$V_{det} = \frac{V_m V_{REF} \cos(\varphi_m - \varphi_{REF})}{2} + \frac{V_m V_{REF} \cos(\varphi_m + \varphi_{REF})}{2} + V_m V_{REF} \cos(2 \cdot \omega_m t + \varphi_m + \varphi_{REF})$$

Składowe mniejsze oddziałują się, sygnał wyjściowy zależy od różnicy fazy pomiarowy V_m a V_{REF} . Faza ustala wartość $(\varphi_m - \varphi_{REF})$, a więc wielkość i moduł sygnału wyjściowego.