

**INSTYTUT ELEKTROENERGETYKI
POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ
ZAKŁAD ELEKTROWNI**

LABORATORIUM POMIARÓW I AUTOMATYKI W ELEKTROWNIACH

BADANIE PRZETWORNIKÓW POMIAROWYCH

Instrukcja do ćwiczenia

Łódź 1996

1. CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest praktyczne poznanie budowy i zasady działania oraz sposobów doboru, strojenia i sprawdzania przetworników pomiarowych stosowanych w praktyce eksploatacyjnej elektrowni i elektrociepłowni.

Odrabiający ćwiczenie zobowiązani są do przypomnienia wiadomości z zakresu podstaw metrologii.

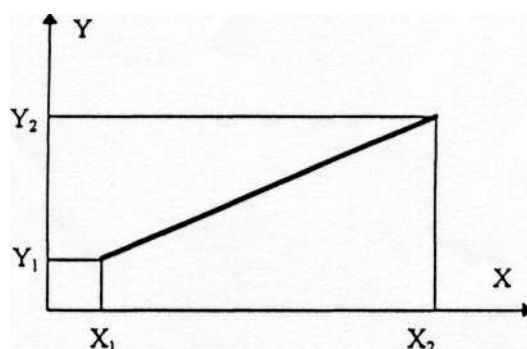
2. WSTĘP

Przetwornik pomiarowy jest urządzeniem służącym do przetwarzania mierzonej wielkości fizycznej X na -inną (lub tą samą) wielkość fizyczną Y wg znanej, ściśle określonej zależności:

$$Y = f(X), X \in \{X_1, X_2\}, \quad (1)$$

gdzie: (X_1, X_2) - zakres pomiarowy wielkości mierzonej.

Celem tego przetwarzania jest zamiana wielkości mierzonej na sygnał o odpowiedniej mocy i wartości, przystosowany do przesyłania i dalszej obróbki pomiarowej (obserwacja, rejestracja, wykorzystanie w układach regulacji itp.). Zależność (1), zwana charakterystyką przetwornika (lub charakterystyką przetwarzania), w większości przypadków jest funkcją liniową wielkości mierzonej (rys. 1):



Rys. 1. Charakterystyka przetwarzania przetwornika pomiarowego

Charakterystyka przetwarzania jest określona dla danego zakresu pomiarowego, na który przetwornik został zbudowany.

W pomiarach ciepłno-energetycznych w elektrowni stosowanych jest bardzo wiele różnych przetworników, różniących się między sobą zasadą działania, przeznaczeniem, złożonością budowy, dokładnością itd. Z reguły jednak można wyróżnić w danym przetworniku pewne podstawowe elementy, wspólne dla wszystkich przetworników, a mianowicie:

- czujnik pomiarowy (przetwornik pierwotny), na który bezpośrednio oddziałuje wielkość mierzona,
- wzmacniacz standaryzujący, którego zadaniem jest wzmocnienie sygnału z czujnika i nadanie mu standardowej postaci,
- układ zasilania.

Ze względu na charakter sygnału wyjściowego rozróżnia się dwa rodzaje czujników pomiarowych:

- czujniki generacyjne (czynne), w których wielkość mierzona wywołuje sygnał o pewnym potencjale energetycznym (np. SEM termopary),

- czujniki parametryczne (bierne), w których wielkość mierzona powoduje zmianę określonego parametru czujnika (najczęściej wielkości elektrycznej - rezystancji, pojemności, indukcyjności).

W przypadku czujników biernych dodatkowym elementem przetwornika jest układ przetwarzający zmianę parametru na sygnał generacyjny (napięcie). W przetwornikach elektrycznych, powszechnie obecnie stosowanych, rolę takiego układu pełni najczęściej mostek elektryczny, którego jedna z gałęzi zawiera czujnik pomiarowy.

Czujniki pomiarowe i przetworniki powinny charakteryzować się następującymi cechami:

- Stałość charakterystyki przetwarzania w zmiennych warunkach pracy oraz jej liniowość. Oznacza to, że charakterystyka przetwarzania, określona zależnością (1), nie powinna zmieniać się ani pod wpływem zmian sygnału mierzonego, ani na skutek działania warunków zewnętrznych, np. temperatury otoczenia, ciśnienia, wstrząsów itp. Z reguły stałość charakterystyki jest dotrzymana w określonych granicach zmian warunków zewnętrznych. Producent podaje wtedy te granice oraz błędy przetwornika w przypadku zmian tych parametrów.
- Duża czułość na wielkość mierzoną oraz mała na zakłócenia,
- Małe oddziaływanie na obiekt pomiarowy. Jest to szczególnie ważne przy pomiarach małych wartości - np. wprowadzenie sondy z czujnikiem temperatury do badanego ośrodka nie powinno zmieniać jego temperatury.
- Dobre właściwości dynamiczne. Przetwornik powinien możliwie szybko i dokładnie reagować na najmniejsze nawet zmiany wartości mierzonej wielkości, co jest szczególnie ważne w przypadku gdy stanowi on element układu regulacji.
- Dużą trwałość i niezawodność, odporność na warunki otoczenia oraz niskie koszty inwestycyjne i użytkowania.

Podstawowe parametry techniczne przetworników

Zakres pomiarowy mierzonej wielkości. Przetwornik może być zbudowany na jeden zakres pomiarowy, np. (0..100) kPa, lub na kilka przełączalnych (ustawianych ręcznie lub automatycznie) zakresów, przy czym z reguły w takim przypadku podaje się minimalny i maksymalny zakres pomiarowy, np.: min – (0..40) kPa, max – (0..100) kPa. Z pojęciem zakresu wiąże się też początek zakresu pomiarowego (tzw. zero zakresu), czyli taka wartość wielkości mierzonej, dla której sygnał wyjściowy ma wartość najmniejszą. W każdym przetworniku powinna być możliwość płynnego ustawiania (kalibracji) zera zakresu.

Klasa dokładności, czyli liczba wyrażająca błąd graniczny przyrządu w procentach najczęściej wartości znamionowego zakresu pomiarowego.

Czułość przetwornika, czyli nachylenie charakterystyki przetwarzania. W nowoczesnych rozwiązaniach przetworników (głównie dzięki układom elektronicznym) czułość można odpowiednio kształtować poprzez ustawianie odpowiedniego zakresu pomiarowego i kalibrację zera.

Rodzaj i wartość sygnału wyjściowego. Obecnie powszechnie stosowanym sygnałem wyjściowym przetworników pomiarowych jest tzw. standardowy sygnał prądowy; czyli prąd stały zmieniający się w zakresie (4...20) mA. Oprócz tego stosowane są sygnały prądowe (0...20) mA, (0...5) mA, napięciowe najczęściej (0...10) V, ciśnieniowe w układach pneumatycznych standardowo (0...0.1) MPa ((0...1) bar).

3. BADANIE PRZETWORNIKÓW POMIAROWYCH

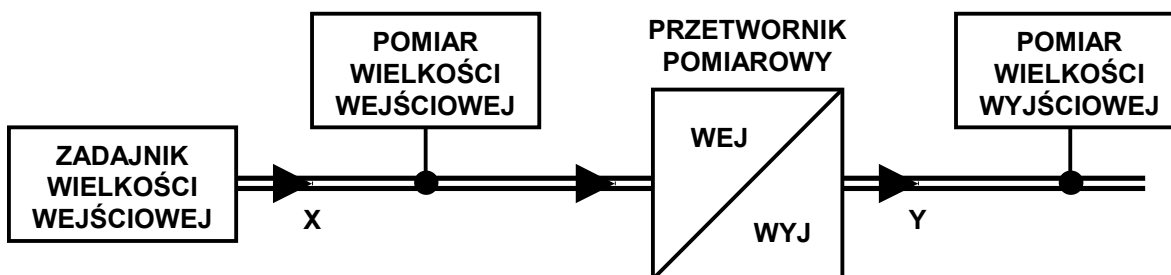
W rzeczywistych warunkach pomiarowych układ wykorzystujący przetwornik pomiarowy składa się z wielu elementów. Najważniejsze z nich, to:

- czujnik pomiarowy,
- przetwornik pomiarowy,
- odbiornik (odbiorniki) sygnału wyjściowego przetwornika pomiarowego,
- przewody łączące.

Czujnik pomiarowy jest to również pewnego rodzaju przetwornik pomiarowy, często o znanej i precyzyjnie zdefiniowanej charakterystyce (czujnik rezystancyjny Pt100, termoelement NiCr-Ni itp.). Zwykle wielkością wyjściową czujnika pomiarowego jest jakaś wielkość fizyczna różna dla różnych czujników (rezystancja, siła termoelektryczna, pojemność, indukcyjność itp.). Rolą przetwornika pomiarowego jest zamiana różnego rodzaju nietypowych wielkości fizycznych na jakąś, łatwą do bezpośredniego wykorzystania, standardową wielkość fizyczną: prąd (układy elektryczne), ciśnienie (układy pneumatyczne) lub sygnał cyfrowy (układy komputerowe).

Często czujnik z przetwornikiem pomiarowym jest trwale połączony. Wówczas należy badać je łącznie. Jeżeli w łatwy sposób można odłączyć czujnik od przetwornika pomiarowego wówczas można wykonać oddzielne badania czujnika oraz przetwornika pomiarowego.

Odbiornikami sygnału wyjściowego są zwykle różnego rodzaju układy kontrolno-pomiarowe, przetwarzające wielkość wyjściową przetwornika pomiarowego na: informację (wskaźnik, wyświetlacz cyfrowy, zapis do bazy danych) lub sygnał sterujący (regulator).



Rys. 2. Schemat ogólny układu pomiarowego do badania przetworników pomiarowych.

TABLICA Wyniki pomiarów i obliczeń

Lp.	X_0	X	Y_0	Y	$Y_0 - Y$
	$[X_0]$	$[X]$	$[Y]$		
1.					
2.					
...					

X_0 - wielkość mierzona, np.: temperatura, ciśnienie, przepływ itp.;

$[X_0]$ - jednostka X_0 ;

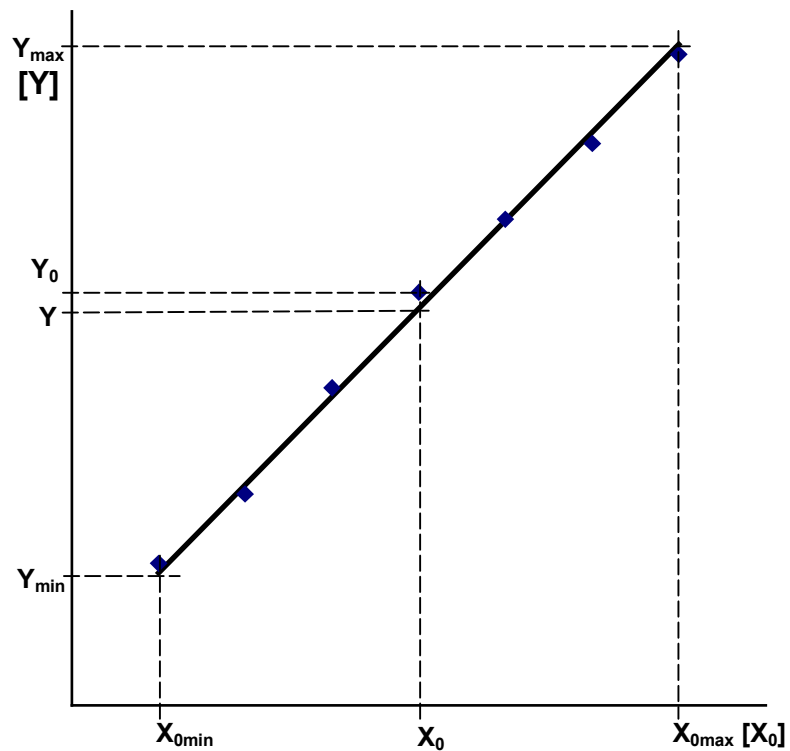
X - wielkość przetwarzana, np.: rezystancja, siła termoelektryczna, ciśnienie, różnica ciśnień itp.;

$[X]$ - jednostka X ;

Y_0 - wartość pomierzona wielkości wyjściowej;

Y - wartość obliczona (z charakterystyki przetwornika) wielkości wyjściowej;

$[Y]$ - jednostka Y_0 i Y ;



Rys. 3. Wykres przedstawiający wyniki pomiarów i obliczeń

$X_{0min} \dots X_{0max}$ - zakres przetwornika pomiarowego, np. (300...600)°C;

$Y_{min} \dots Y_{max}$ - zakres sygnału wyjściowego przetwornika pomiarowego, np. (4÷20)mA;

$$\bar{\Delta}_{max} = \frac{\max|Y_0 - Y|}{Y_{max} - Y_{min}} \cdot 100\%$$

$\bar{\Delta}_{max}$ - błąd maksymalny względny przetwornika pomiarowego;

$$Y = a \cdot X_0 + b, \quad a = \frac{Y_{max} - Y_{min}}{X_{0max} - X_{0min}}, \quad b = Y_{min} - a \cdot X_{0min};$$

4. PROGRAM ĆWICZENIA

Ćwiczenie podzielone jest na dwie części w których badane są odrębne grupy przetworników: w pierwszej części – przetworniki ciśnienia, w drugiej – elektryczne przetworniki temperatury i położenia. Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy dokładnie zapoznać się z dokumentacjami technicznymi poszczególnych przetworników, określić ich typ, przeznaczenie i podstawowe parametry techniczne, w szczególności należy zapoznać się ze sposobem połączeń danego przetwornika z układem pomiarowym.

W części pomiarowej ćwiczenia należy dla każdego z przetworników zdjąć charakterystykę przetwarzania dla jednego ustalonego zakresu pomiarowego. Ponadto dla wybranych przetworników należy ustawić podany przez prowadzącego ćwiczenie zakres pomiarowy.

5. SPRAWOZDANIE

W sprawozdaniu, dla każdego z badanych przetworników, należy zamieścić

- typ i rozszyfrowane oznaczenie kodowe,
- krótki opis budowy i zasady działania badanego przetwornika,
- podstawowe parametry techniczne,
- schemat układu pomiarowego do zdejmowania charakterystyk przetwarzania (wraz z opisem przyrządów),
- wyniki pomiarów,
- opracowanie wyników pomiarów, tzn. graficzne przedstawienie charakterystyk przetwarzania i ewentualnie, obliczenia sprawdzające dokładność przetwornika,
- opis czynności podczas ustawiania zakresu pomiarowego,
- uwagi i wnioski.

LITERATURA

1. F. Strzelczyk: „Metody i przyrządy w pomiarach ciepłno-energetycznych”, Skrypt PŁ, Łódź 1993.
2. „Pomiary ciepłne i energetyczne” - praca zbiorowa, WNT, Warszawa 1981.