

Regulacja w oparciu o parametry PID – cz. 1

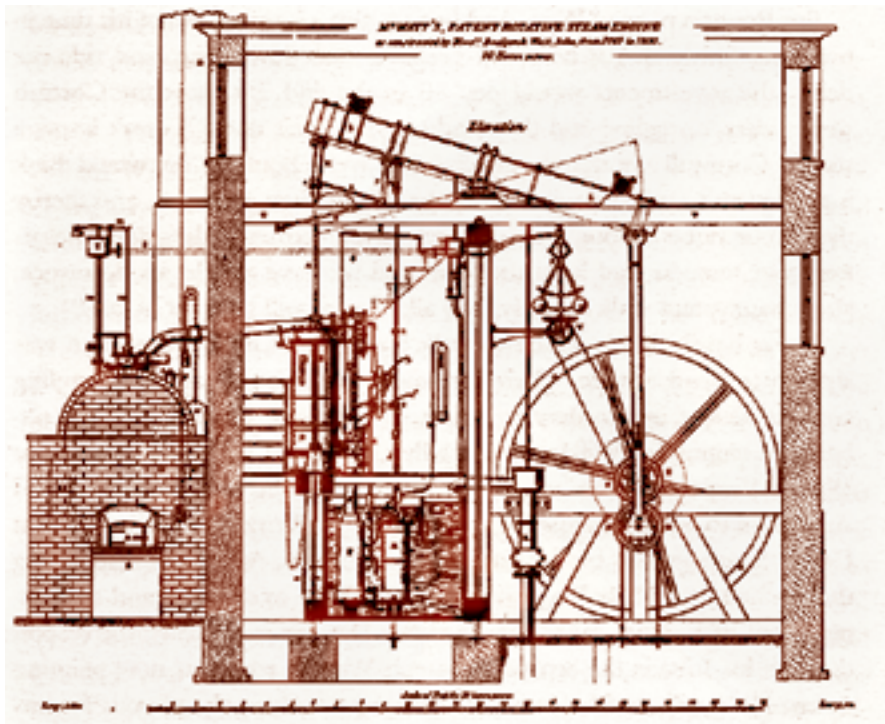
Konieczność regulacji procesów ciągłych, zgodnych z oczekiwaniem operatora, towarzyszy człowiekowi już od końca XVII wieku. Wtedy to James Watt, brytyjski inżynier i wynalazca, konstruktor maszyny parowej, uważany za ojca rewolucji przemysłowej, użył odśrodkowego regulatora kulowego. Regulator kulowy miał za zadanie kontrolować dopływ pary do swego wynalazku – silnika parowego, zwiększając dopływ gdy silnik zwalniał lub zmniejszając gdy prędkość nadmiernie wzrastała.

Do dnia dzisiejszego wiele regulatorów działa właśnie w taki sposób – funkcjonują w oparciu o pomiar wartości procesu (temperatury, ciśnienia, wilgotności, przepływu itd.), jej różnicy w stosunku do wartości zadanej i na tej podstawie obliczają wartości korekty wyjścia regulacyjnego. W artykule, który jest pierwszą z dwóch części wykładu (z drugą będziecie mieli Państwo okazję zaznajomić czytając następne wydanie naszego magazynu) postaram się przedstawić informacje na temat teoretycznych podstaw definiowania pojęcia regulatorów PID oraz zarys ich historycznego rozwoju.

Czym jest sterownik PID?

Co określają parametry P, I, D?

Sterownik PID (Proporcjonalno-Całkująco-Różniczkujący) określa regulator działający w oparciu o mechanizm sprzężenia zwrotnego (tzw. Feedback), powszechnie używany obecnie w przemysłowych systemach sterowania. Zadaniem regulatora wyposażonego w algorytm regulacji PID jest stała korekta błędu – uchybu pomię-



Rysunek 1. Maszyna parowa Jamesa Watta

Rozwój PID – fakty historyczne

1933	Taylor Instrument Company wprowadza Fulscope Model 56R – pierwszy, pozwalający na pełne dostrajanie regulator pneumatyczny z możliwościami regulacji proporcjonalnej.
1934-1935	Firma Foxboro wprowadza regulator pneumatyczny Model 40 – pierwszy regulator proporcjonalno-całkujący.
1940	Firma Taylor wprowadza Fulscope 100 – pierwszy regulator pneumatyczny z pełnymi możliwościami regulacji PID, zrealizowanymi w pojedynczym urządzeniu.
1942	John G. Ziegler i Nathaniel B. Nichols z firmy Taylor publikują swe słynne metody doboru nastaw Zieglera-Nicholsa. Podczas II wojny światowej pneumatyczne regulatory PID stabilizują serwomechanizmy sterujące ogniem artyleryjskim oraz produkcję gumy syntetycznej, wysokooktanowego paliwa lotniczego i U-235 dla pierwszej bomby atomowej.
1951	Firma Swartwout Company wprowadza na rynek serię Autronic – pierwsze regulatory elektroniczne, oparte na technologii lampowej.
1959	Firma Bailey Meter Co. wprowadza na rynek pierwszy regulator elektroniczny, całkowiec oparty na półprzewodnikach.
1964	Taylor Instruments demonstruje pierwsze regulatory cyfrowe, oparte na pojedynczej pętli sprzężenia zwrotnego.
1976	Firma Rochester Instrument Systems wprowadza na rynek Media – pierwszą zintegrowaną cyfrową implementację regulatora PI i PID.
1980 do chwili obecnej	Powstawanie alternatywnych technik regulacji, w których używa się w coraz większej ilości skomplikowanych pętli regulacji. Należą do nich techniki takie jak: sztuczna inteligencja, regulacja adaptacyjna i regulacja oparta na modelu predykcyjnym.

Źródło CE

dzy mierzoną wartością procesową i wartością nastawioną, poprzez wypracowanie sygnału wyjściowego o odpowiedniej wartości.

Algorytm działania regulatora PID opiera się o trzy podstawowe składniki – proporcjonalny – **P**, Całkujący – **I** oraz różniczkujący – **D**. W największym skrócie można powiedzieć, że parametr proporcjonalny określa bezpośrednią reakcję na zmierzony błąd – uchyb, parametr całkowania opiera się na sumie wartości uchybu w pewnym czasie (całkowanie), a różniczkujący określa reakcję na częstotliwość zmian wartości błędu. Suma tych wszystkich składników jest używana w procesie obliczenia odpowiedniej wartości korekty wyjścia regulacyjnego, takiej jak pozycja zaworu czy większe lub mniejsze wystrojenie poziomu mocy sterownika elementu grzejącego.

Poprzez odpowiednie dobranie wartości tych trzech cech, zastosowanie w procesie regulacji regulatora działającego w oparciu o algorytm PID, zapewnia dobrą regulację dla odmiennych typów obiektów. Nie oznacza to jednak, że taki regula-

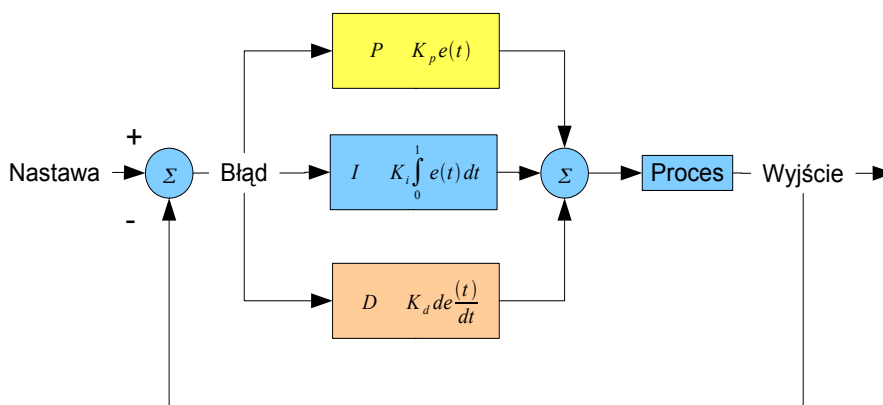
tor będzie pracował poprawnie w każdej aplikacji.

Istnieją również regulatory niepełne, to znaczy wykorzystujące jedynie niektóre z parametrów PID (przykładowo P, PI lub PD), nie biorące pod uwagę korygujących właściwości pozostałych parametrów. Bardzo popularny jest regulator PI, który spisuje się w aplikacjach, w których użycie członu różniczkującego byłoby niekorzystne (gdy pomiar jest silnie zakłócony). Natomiast regulator działający tylko w oparciu o parametr P będzie jedynie zmieniał swoją wartość wyjściową, w zależności od różnicy wartości pomiarowej i nastawionej.

Czym jest pętla sprzężenia zwrotnego?

Wyobraźmy sobie prostą czynność regulacji temperatury wody baterii w umywalce. Osoba w oparciu o bieżącą temperaturę wody zwiększa bądź zmniejsza stosunek wody zimnej do ciepłej. Zauważmy, że osoba ta nie robi gwałtownych ruchów, tylko po każdej zmianie stosunku sprawdza zmianę temperatury tak, aby w pewnym momencie ustawić baterię w odpowiedniej pozycji. Mamy tutaj do czynienia z zamkniętą pętlą pomiarową – temperatura wody jest wejściem, tzw. zmienną procesową (**PV**) układu, a położenie baterii jej wyjściem, tzw. zmienną manipulacyjną (**MV**). Różnica pomiędzy temperaturą mierzoną a odpowiednią (**SP**) dla osoby korzystającej z baterii jest błędem regulacji tzw. uchybem (e).

Gdyby osoba nastawiająca temperaturę zrobiła zbyt duży ruch za pomocą baterii, prowadziłoby to do zbyt dużych zmian temperatury i w efekcie ustawienie



Rysunek 2. Pętla sprzężenia zwrotnego

żądaney temperatury byłoby niemożliwe. W regulatorze PID możemy taką sytuację porównać do pierwszego składnika, czyli proporcjonalności. Zbyt duża wartość proporcjonalności – czyli wzmocnienia układu – może powodować oscylację układu i – tak jak w przykładzie baterii z wodą – wprowadzić układ w oscylacje sinusoidalne wokół pewnej żądanej wartości. Oczywiście człowiek nie będzie bezmyślnie kręcił baterią, tylko prędzej czy później nastawi odpowiednią pozycję baterii. Dzieje się tak dlatego, że nasz mózg działa adaptacyjnie (zmienia je ze względu na to, co działo się w przeszłości) w odróżnieniu od regulatora, w którym nastawy muszą zostać dobrane wcześniej przez operatora.

Zauważmy, że po ustawieniu odpowiedniej temperatury wody, co jakiś czas sprawdzamy czy jej temperatura jest odpowiednia. Zawsze przecież może zmienić się ciśnienie wody, a więc jej stosunek do wody ciepłej itd. Pracujemy w tzw. pętli sprzężenia zwrotnego, ciągle mierząc uchyb – zmianę temperatury wody.

To by było na tyle, jeśli chodzi o teoretyczne podstawy definiowania pojęcia regulatora PID. Dalsze, szczegółowe informacje na temat zasad działania i metod nastaw regulatorów zawierać będzie część druga artykułu.



Opracowanie
Tomasz Kawka

Ukończył Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki na Politechnice Śląskiej w Gliwicach. W Introlu pracuje od 2004 roku na stanowisku specjalisty ds. aparatury pomiarowej w dziale pomiaru temperatur, w którym zajmuje się między innymi urządzeniami do regulacji procesów technologicznych.

tel. 032/7890110

e-mail: temperatura@introl.pl

ZAAWANSOWANY REGULATOR TEMPERATURY SR 23 marki Shimaden

temperatura@introl.pl



- wysoka dokładność regulacji
- tuning autoadaptacyjny
- próbkowanie 100ms
- wersja dwukanałowa
- linearyzacja wejścia
- możliwość rozbudowy