

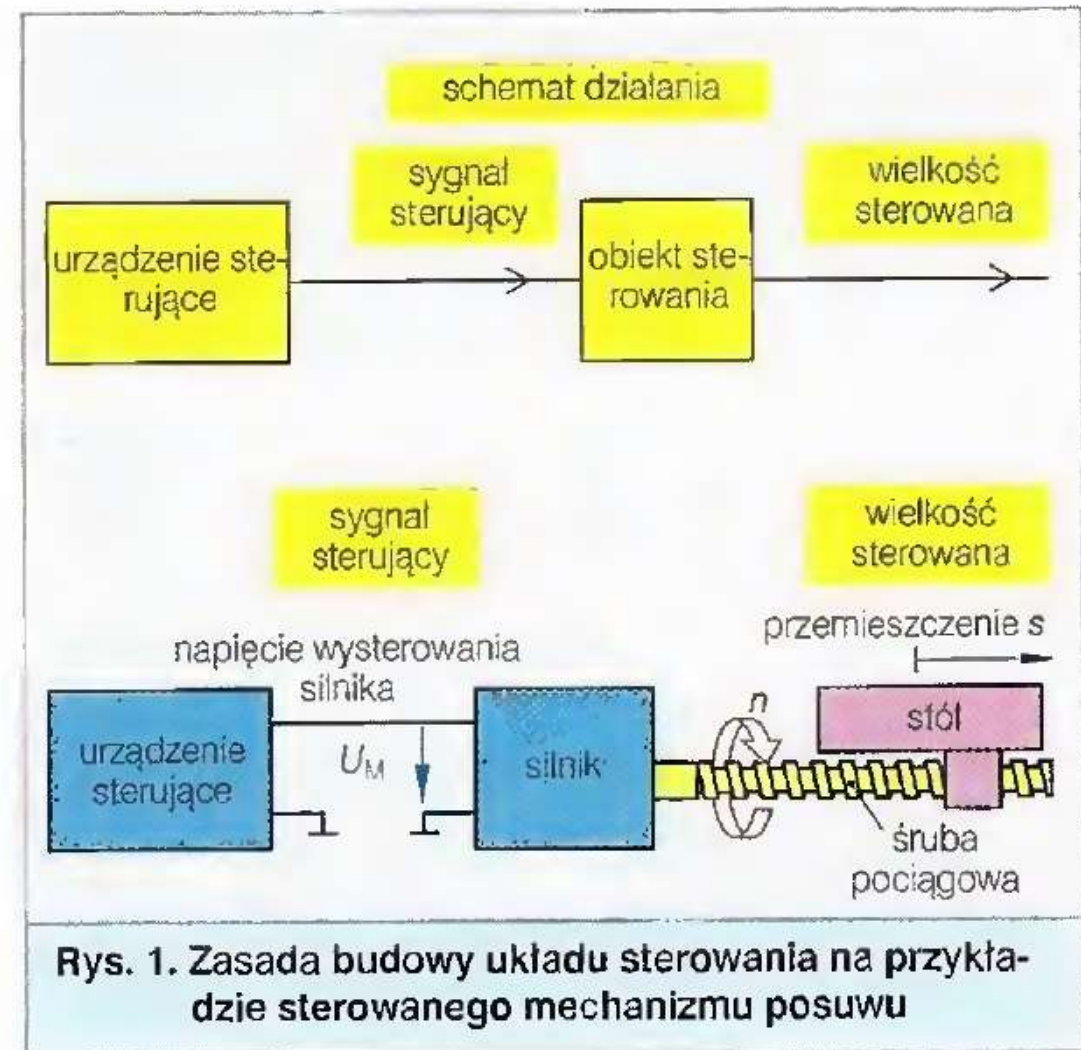
# Podstawy elektrotechniki i mechatroniki II

# 1.1 Sterowanie

Sterowaniem nazywa się proces celowego oddziaływania sygnałów sterujących na przyrządy, urządzenia technologiczne lub maszyny robocze. Dla sterowania charakterystyczny jest **otwarty układ** przepływu sygnałów.

Sygnały z **urządzenia sterującego** działają na **obiekt sterowania** bez bieżących pomiarów i korekcji procesu sterowania (rys. 1). W procesie sterowania posuwem stołu maszyny jego ruch jest wynikiem działania napędu. **Sygnałem sterującym** jest tu napięcie  $U_M$  wysterowania silnika w mechanizmie posuwu. Proces ruchu stołu maszyny tworzy obiekt sterowania. **Wielkością sterowaną** jest przemieszczenie  $s$  stołu maszyny. Pojęcie „sterowanie” odnosi się również do całych przyrządów, urządzeń lub maszyn, w których zachodzi proces sterowania.

Na schemacie działania **układu sterowania** za pomocą **symboli blokowych i linii działania** przedstawia się wzajemne oddziaływania jego poszczególnych elementów składowych. Kierunki oddziaływania oznacza się strzałkami.



Rys. 1. Zasada budowy układu sterowania na przykładzie sterowanego mechanizmu posuwu

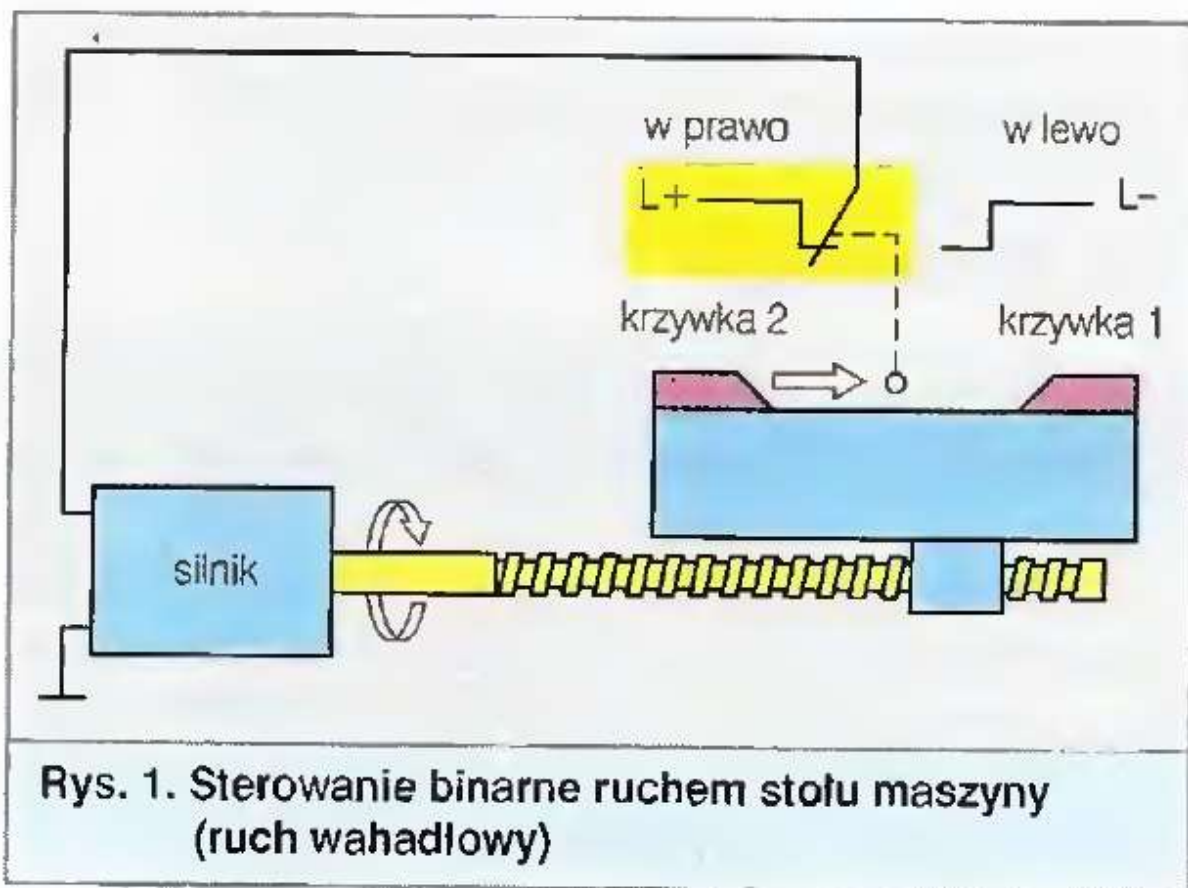
W sterowaniu binarnym wykorzystuje się sygnały dwuwartościowe, tzn. binarne.

Sygnały dwuwartościowe są reprezentowane przez dwie różne wartości lub stany, np. WŁĄCZONY i WYŁĄCZONY, CZARNY i BIAŁY, stan ZWARTY i ROZWARTY lub po prostu przez 0 i 1. Większość układów sterowania wykorzystuje sygnały dwuwartościowe, a zatem są to układy sterowania binarnego.

**Przykład.** Stół szlifierki powinien przesuwаться cyklicznie w przód i w tył (rys. 1). Przełącznikiem można do silnika doprowadzić dodatnie napięcie, co spowoduje przesuwanie się stołu w prawo. Jeżeli krzywka 1, połączona ze stołem, uruchomi przełącznik, to napięcie wysterowania silnika zmieni się na ujemne i stół będzie się przesuwiał w lewo, do chwili, aż krzywka 2 spowoduje przełączenie kierunku ruchu na przeciwny.

Do ważniejszych elementów składowych układów sterowania binarnego należą: **przełączniki, zawory przełączające, diody** oraz binarne **elektroniczne obwody przełączające**.

W układach sterowania cyfrowego stosowane są sygnały w postaci cyfrowej.



## 1.1.2 Sterowanie kombinacyjne i sekwencyjne

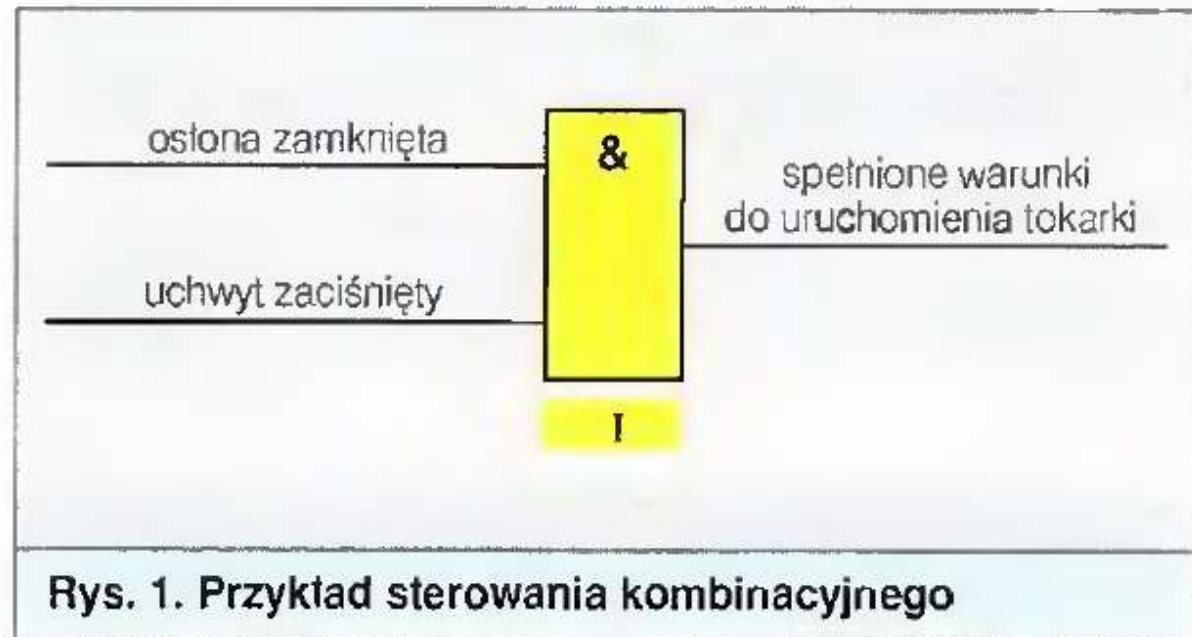
W zależności od sposobu przetwarzania i wykorzystania sygnałów rozróżnia się układy sterowania kombinacyjne i sekwencyjne.

W sterowaniu kombinacyjnym sygnał sterujący powstaje z powiązania (kombinacji) kilku sygnałów.

Na przykład: tokarkę można uruchomić tylko wtedy, gdy jest zamknięta osłona zabezpieczająca i detal jest zamocowany w uchwycie (rys. 1).

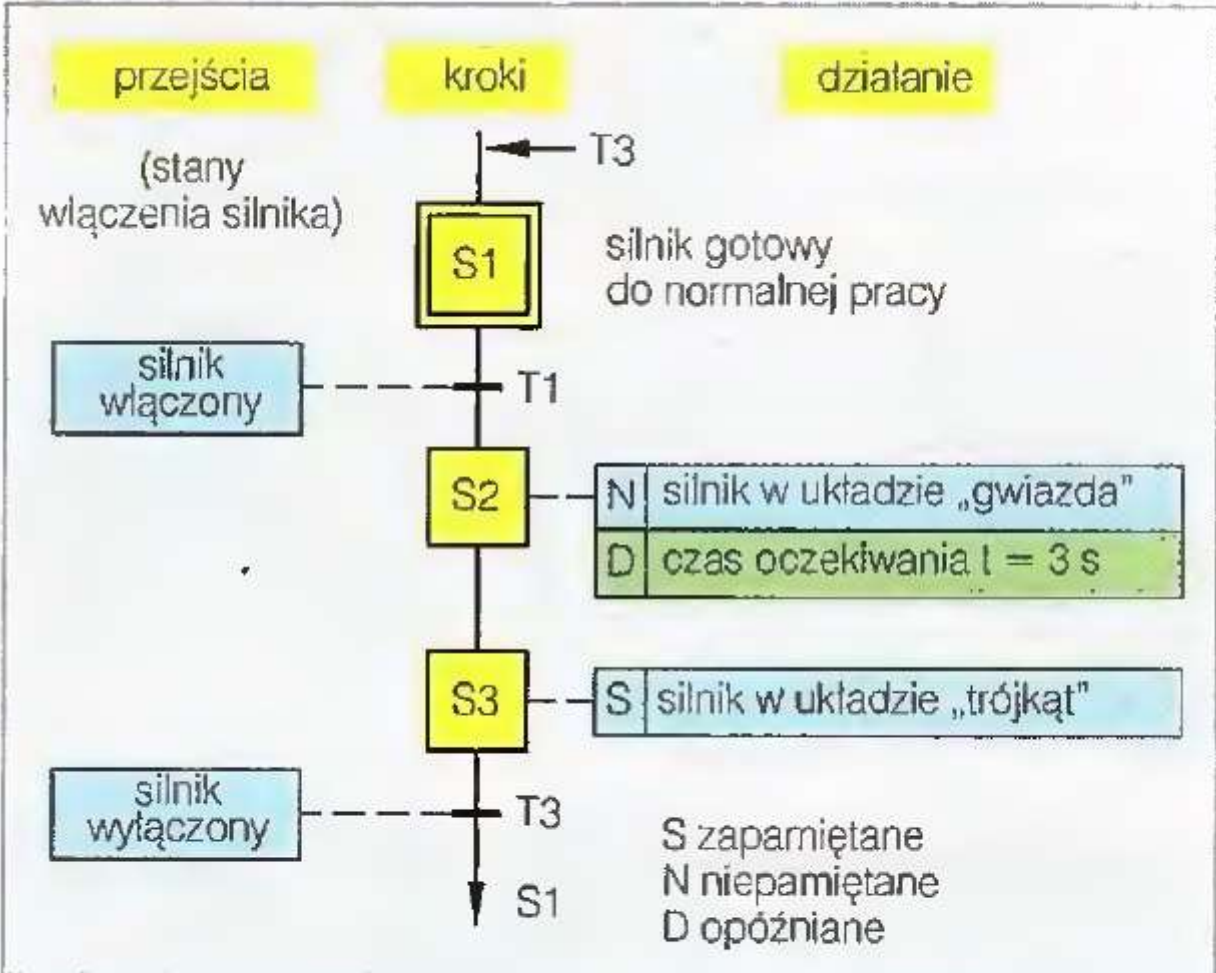
Sterowanie kombinacyjne jest sterowaniem binarnym. Układy kombinacyjne projektuje się w oparciu o **algebrę dwuwartościową** i przedstawia się ich działanie za pomocą równań tej algebry, schematów połączeń, tabel i schematów działania.

W układach sterowania sekwencyjnego poszczególne czynności sterujące odbywają się krok po kroku. Rozpoczęcie kolejnego kroku jest uzależnione od czasu lub stanu procesu.



Rys. 1. Przykład sterowania kombinacyjnego

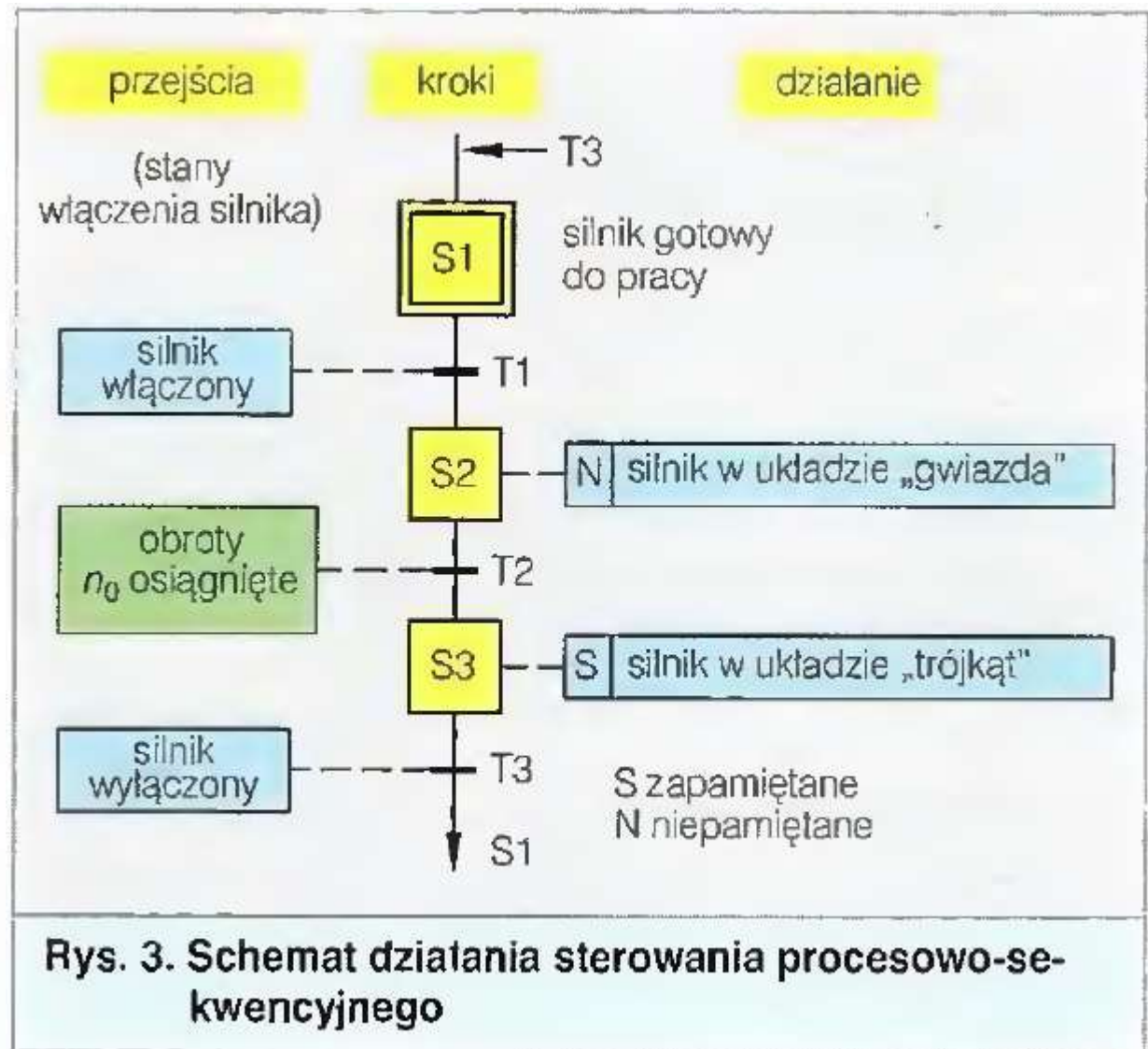
W czasowo-sekwencyjnych układach sterowania wykorzystywane są generatory impulsów, zegary taktujące lub przekaźniki czasowe. Prostim przykładem sterowania sekwencyjnego o działaniu zależnym od czasu jest układ automatycznego rozruchu „gwiazda/trójkąt” silnika trójfazowego. Na początku silnik jest uruchamiany w układzie „gwiazda”, po upływie oszacowanego czasu rozruchu (z uwzględnieniem pewnej rezerwy czasowej) następuje przełączenie w układ „trójkąt” i silnik jest gotowy do normalnej pracy (rys. 2). Sterowanie sekwencyjne przedstawia się w postaci schematu działania.



Rys. 2. Schemat działania sterowania czasowo-sekwencyjnego

W układach sterowania procesowo-sekwencyjnego przejście do następnego kroku jest powodowane zmianami stanu procesu. W przypadku układu rozruchu silnika trójfazowego potrzebny może być sensor sygnalizujący stan „osiągnięto obroty biegu jałowego”. Po zasygnalizowaniu tego stanu następuje automatyczne przełączenie w układ „trójkąt” (rys. 3). Sterowanie sekwencyjne zależne od procesu przedstawia się w postaci schematów działania lub diagramów przebiegu programu (IEC 1131) lub diagramów przemieszczeń, jeżeli kolejne przełączenie zależy od wartości położenia (przemieszczenia).

Sterowanie procesowo-sekwencyjne jest w zasadzie rozwiązaniem lepszym od sterowania czasowo-sekwencyjnego, ponieważ w przypadku zakłóceń przebieg procesu sterowania zostaje przerwany lub biegnie prawidłowo dalej, ale wolniej. Przykładowo, przy bardzo mocno obciążonym silniku trójfazowym przełączenie „w trójkąt” nastąpi dopiero po osiągnięciu wystarczająco wysokich obrotów.

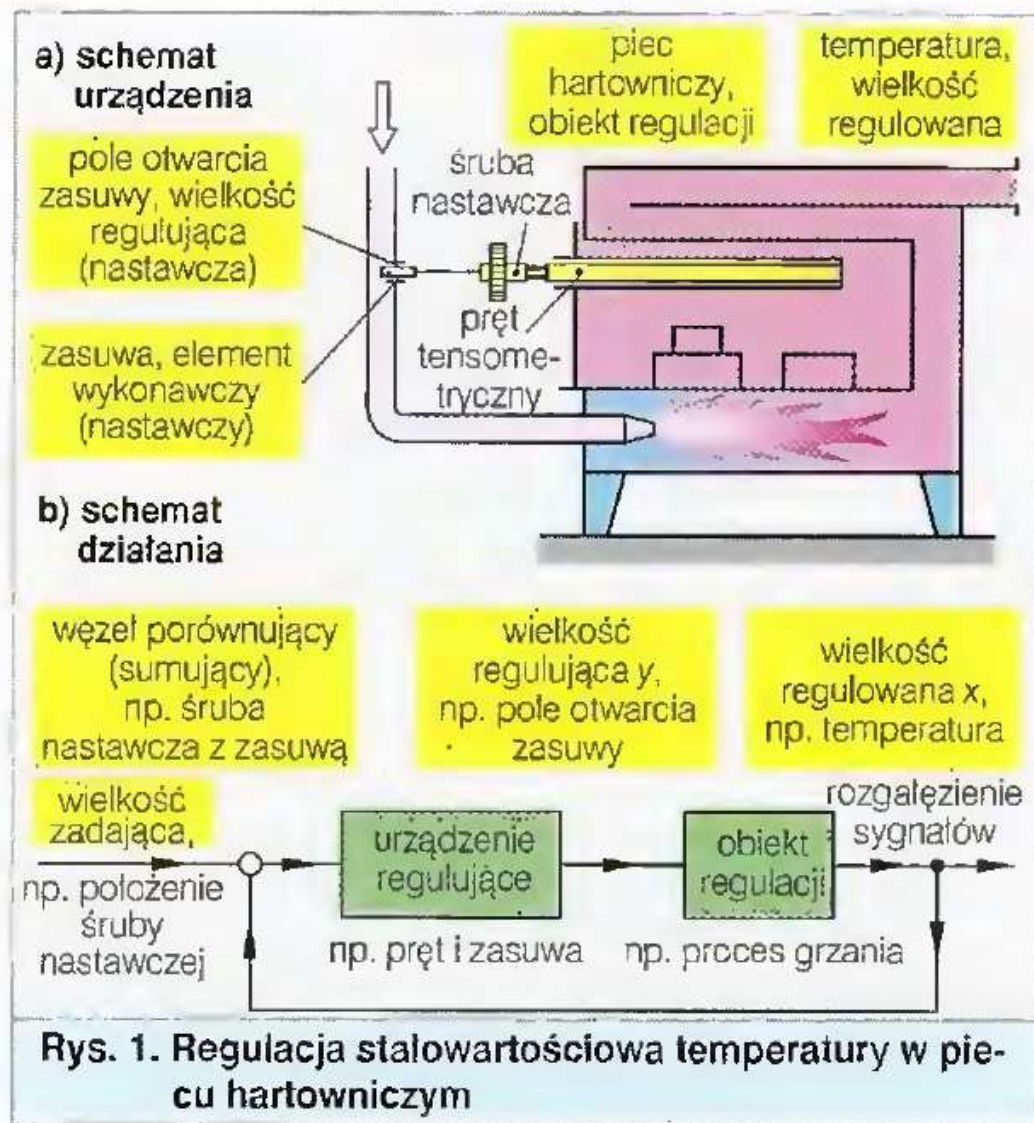


## 1.2 Regulacja

Regulacja jest działaniem, polegającym na takim oddziaływaniu na **wielkość regulowaną** mierzoną na bieżąco, aby była podobna do **wielkości zadanej**.

Rozróżniamy regulację **stałowartościową** i **nadążną**.

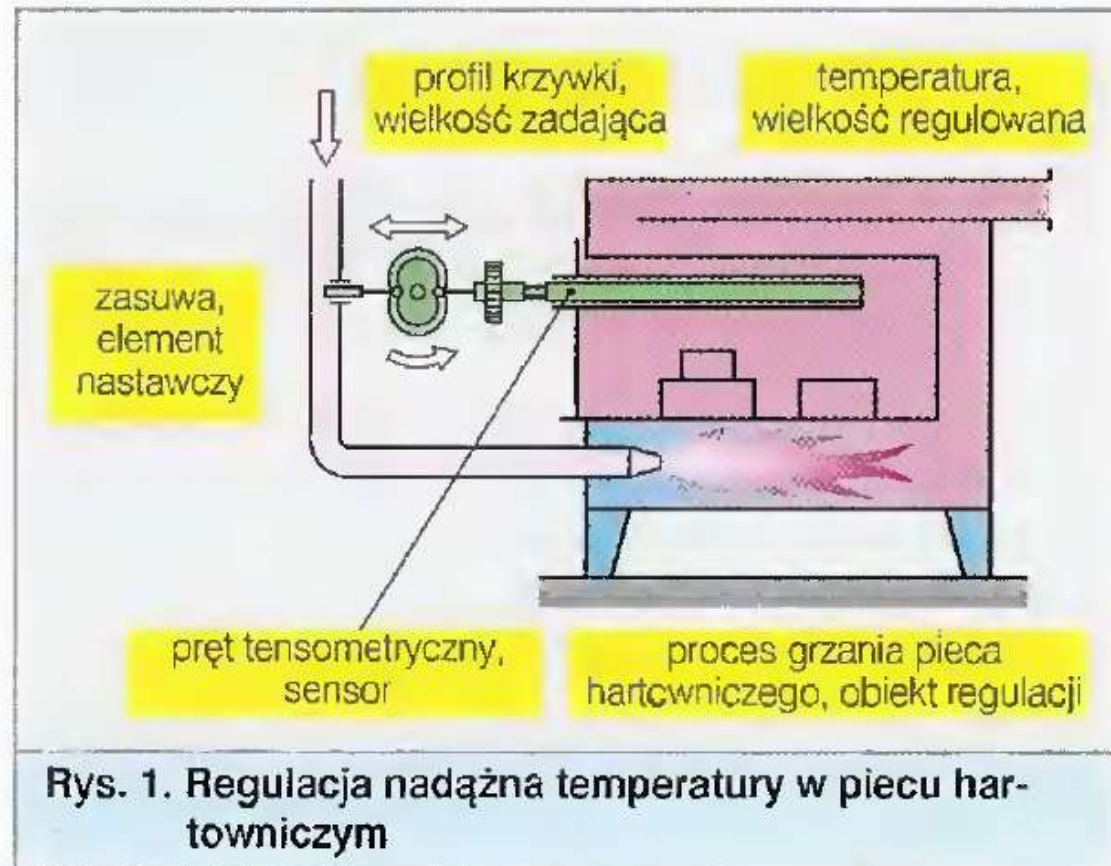
**Przykład regulacji stałowartościowej.** W piecu hartowniczym należy utrzymać temperaturę na **stałym poziomie** (rys. 1). Jest to wartość zadana. W układzie regulacji zastosowano pręt tensometryczny, który w zależności od wartości temperatury w piecu wydłuża się lub kurczy i pełni rolę czujnika temperatury, urządzenia regulującego i wykonawczego. Pręt jest za pośrednictwem śruby nastawczej połączony trwale z zasuwą. Śrubą nastawczą można zmieniać położenie zasuwy względem pręta. Jeżeli piec się nagrzewa, to wraz ze wzrostem temperatury pręt tensometryczny się wydłuża i dławí zasuwę dopływ gazu opalającego. Przy spadku temperatury pręt się kurczy i poprzez otwarcie zasuwy zwiększa dopływ gazu, co powoduje ponowny wzrost temperatury. Temperatura w piecu, którą tym urządzeniem utrzymujemy na stałym poziomie, jest **wielkością regulowaną**. Proces spalania gazu i ogrzewania pieca jest tu **obiektem regulacji**. Pole otwarcia zasuwy wpływającej na ilość dopływającego gazu nazywamy **wielkością regulującą** (także wielkością nastawczą).



Długość pręta tensometrycznego jest miarą temperatury, która jest wielkością regulowaną. Śrubą nastawczą nastawia się żadaną wartość temperatury czyli wartość zadaną wielkości regulowanej. Gdy istnieje różnica pomiędzy wartością regulowaną i zadaną, tzw. **odchyłka regulacji**, to np. przy obniżeniu się temperatury zasuwa otwierając się zwiększa dopływ gazu, ogrzewanie pieca wzrasta, aby doprowadzić do osiągnięcia wartości zadanej. Temperatura obniża się po otwarciu drzwi pieca przy wyjmowaniu lub ładowaniu detali. Występujące przy tym ochłodzenie określa się jako **zakłócenie**.

Zadaniem regulacji jest utrzymanie danej wielkości, np. temperatury, na stałym poziomie wartości. Regulację tego rodzaju nazywa się **regulacją stałowartościową**.

**Przykład regulacji nadążnej.** Podczas hartowania stali temperatura w piecu hartowniczym powinna wolno wzrastać aż do 700°C i następnie szybko osiągnąć temperaturę hartowania. Temperatura w piecu powinna więc zmieniać się w określony sposób. Wartość zadana temperatury jest zmieniana przy pomocy obracającej się krzywki umieszczonej w osi zespołu pręt tensometryczny-zasuwa (**rys. 1**). Zarówno zasuwę, jak i pręt, wyposażono w rolki obtaczające profil krzywki. Profil krzywki (wielkość zadająca) jest przetwarzany na wartość temperatury (wielkość regulowana). W położeniu krzywki przedstawionym na rysunku (maksymalna temperatura hartowania) zasuwa (element nastawczy) jest całkowicie otwarta i dopływ gazu jest największy. Temperatura (wielkość regulowana) wzrasta. Wraz ze wzrostem temperatury pręt się wydłuża i następuje przemykanie zasuwy tak, aby nie została przekroczona żądana temperatura hartowania. Takie dopasowanie – regulowanie temperatury ma miejsce dla każdego położenia krzywki.



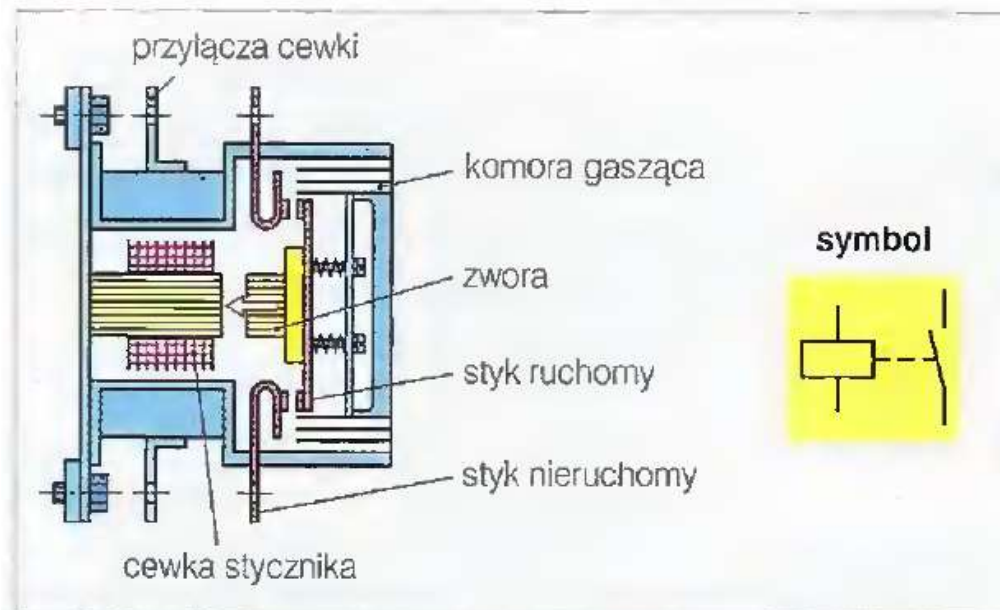
**Rys. 1. Regulacja nadążna temperatury w piecu hartowniczym**



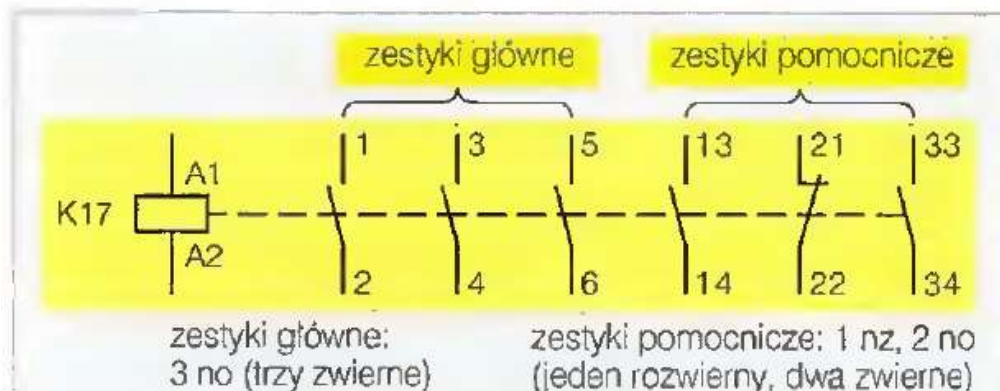
## Styczniki i przekaźniki

Styczniki wyposażone są w podobny do łączników układ zestyków (kontaktów) – są one uruchamiane jednak elektromagnetycznie. Po wzbudzeniu cewki stycznika następuje przyciągnięcie zwory i przełączenie zestyków (rys. 1). Wzbudzenie cewki stycznika odbywa się prądem przemiennym (styczniki prądu przemiennego) lub prądem stałym (styczniki prądu stałego). Przełączana przez styczniki moc wynosi od 1 kW do 500 kW. Używa się je do przełączania urządzeń dużej mocy, przede wszystkim do załączania silników, sprzęgieł, hamulców i elektrycznych urządzeń grzewczych.

Wśród zestyków wyróżnia się **zestyki główne**, służące np. do włączania silników, i **pomocnicze**, do sterowania urządzeń sterujących i kontrolnych procesu (rys. 2).



Rys. 1. Stycznik



Rys. 2. Symbol stycznika z głównymi i pomocniczymi zestykami