

# Konspekt do przeprowadzenia zajęć lekcyjnych z przedmiotu Automatyka i robotyka dla klasy IV TS

## Informacje Podstawowe

**Temat :** Podstawowe wiadomości o regulatorach, podział regulatorów.

**Czas trwania lekcji:** 45 min.

**Data lekcji:** 15 wrzesień 2008r.

**Miejsce lekcji:** ZS nr 3 w Wałczu, sala nr 211

**Prowadzacy:** mgr inż. Łukasz Podkowa

### **Cele lekcji:**

1. Ogólne – wyjaśnienie uczniom pojęcia „regulator”, „układ sterowania” oraz dokonanie klasyfikacji regulatorów wg najistotniejszych/najważniejszych kryteriów podziału.
2. Operacyjne (szczegółowe):
  - ✓ uczeń potrafi podać definicję regulatora, a także wymienić i omówić dwie charakterystyczne jego cechy,
  - ✓ uczeń potrafi podać definicję dla układu sterowania oraz wskazać typowe zastosowanie układu sterowania (np. regulacja jednej zmiennej wyjściowej z obiektu),
  - ✓ uczeń potrafi zdefiniować pojęcie uchybu regulacji, omówić sposób jego wyznaczania (podać wzór),
  - ✓ uczeń potrafi wymienić i opisać sygnały przekazywane w układzie sterowania,
  - ✓ uczeń potrafi samodzielnie dokonać klasyfikacji regulatorów wg określonych kryteriów (5 podstawowych kryteriów podziału),
  - ✓ uczeń potrafi wymienić regulatory z ciągłym sygnałem wyjściowym,
  - ✓ uczeń potrafi wskazać potrzebę i rodzaje zastosowań dla omawianych typów regulatorów.

### **Metody nauczania:**

#### 1. Metody nauczania teoretycznego:

- ✓ pogadanka,
- ✓ dyskusja,
- ✓ opis,
- ✓ opowiadanie,
- ✓ wyjaśnienie;

#### 2. Metody aktywizujące:

- ✓ burza mózgów.

### **Formy pracy:**

praca w grupach (czteroosobowych), praca w klasie, praca z książką.

### **Środki dydaktyczne:**

#### 1. Środki techniczne, które pokazują rzeczywistość w sposób pośredni:

##### 1.1. wzrokowe:

- rysunki;

#### 2. Środki symboliczne: słowo żywe i drukowane (w tym podręcznik szkolny), rysunki techniczne, schematy (przekroje) obrazujące budowę urządzeń.

## Przebieg lekcji

### **1. Część organizacyjna:**

- ✓ uczniowie zajmują miejsca w klasie,
- ✓ rozpoczęcie zajęć,
- ✓ sprawdzenie obecności,
- ✓ podanie tematu lekcji,
- ✓ wprowadzenie do tematu zajęć

### **2. Podanie tematu bieżących zajęć i uświadomienie celów lekcji:**

- ✓ przypomnienie wiadomości z poprzednich zajęć lekcyjnych – z zakresu automatyki i automatyzacji, a także sterowania i regulacji,
- ✓ zdefiniowanie pojęcia „regulator”,
- ✓ podanie i omówienie cech charakterystycznych regulatorów,
- ✓ podanie definicji układu sterowania,
- ✓ przedstawienie i omówienie typowego układu sterowania (jednej zmiennej wyjściowej),
- ✓ zdefiniowanie uchybu regulacji,
- ✓ klasyfikacja i omówienie sygnałów przekazywanych w układzie sterowania,
- ✓ dokonanie podziału regulatorów ze względu na powszechnie stosowane w literaturze przedmiotu kryteria,
- ✓ przedstawienie typów regulatorów z ciągłym sygnałem wyjściowym.

### **3. Przyswajanie nowego materiału:**

- a) przypomnienie i utrwalenie wiadomości z zakresu automatyki, automatyzacji oraz sterowania i regulacji – 5 min,
- b) wprowadzenie i wyjaśnienie zagadnienia: „regulator, układ sterowania” – 5 min,
- c) przedstawienie typowego układu sterowania – 5 min,
- d) zdefiniowanie pojęcia „uchyb regulacji” – 5 min,
- e) dokonanie klasyfikacji sygnałów przekazywanych w układzie sterowania – 10 min,
- f) dokonanie podziału regulatorów wg przyjętych kryteriów – 12 min,
- g) pogadanka na temat roli oraz sposobów zastosowania regulatorów – 3 min,

### **4. Zakończenie zajęć**

- ✓ podsumowanie przekazanych informacji,
- ✓ odesłanie do literatury przedmiotu, Internetu, itp.,
- ✓ ocena aktywności uczniów na podstawie dokonań na zajęciach lekcyjnych.

**Przedmiot: Automatyka i robotyka**

ZS nr 3 w Wałczu

Lekcja nr 2

Dział tematyczny: Regulatory.

**Temat: Podstawowe wiadomości o regulatorach, podział regulatorów.**

**Opracował:**  
**mgr inż. Łukasz Podkowa**

**WAŁCZ 2008**

**Regulator** (nazywany zamiennie **układem sterującym**) - jest odpowiedzialny za wytworzenie wejściowych sygnałów sterujących do obiektu. Do prawidłowego działania regulatora jest niezbędne dostarczanie mu informacji o wartości zadanej. Wskazane jest też, aby regulator miał informację o stanie obiektu oraz o rzeczywistej wartości wielkości regulowanej.

Regulator i obiekt tworzą razem **układ sterowania**. Jeżeli układ sterowania o strukturze zamkniętej pracuje w trybie automatycznym, to mówimy o **regulacji automatycznej**.

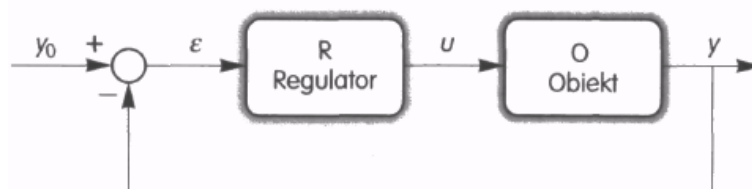
Zasada działania, struktura i budowa regulatora mogą być bardzo różnorodne. Muszą go jednak charakteryzować dwie cechy:

- zdefiniowane **zadanie sterowania**, czyli informacje o celach sterowania, które mają zwykle postać przebiegu wartości zadanej,
- określony **algorytm działania (algorytm regulacji, algorytm sterowania)**, czyli ściśle określone zasady wytwarzania sygnału sterującego.

*Algorytm to zbiór reguł określających, jakie ma być sterowanie, aby uzyskać oczekiwane zachowanie obiektu sterowanego. Reguły te są opracowywane na podstawie modelu matematycznego obiektu. Jeżeli jest on dobrze skonstruowany i zidentyfikowany (oddaje dokładnie cechy obiektu), to efekt sterowania będzie zgodny z oczekiwaniami. Obiekt będzie się zachowywał tak, jak tego wymaga zadanie sterowania. Projektowanie, a więc opracowanie struktury i algorytmu regulacji, jest nazywane **syntezą układów sterowania** i stanowi osobny obszar automatyki.*

## Realizacja układów regulacji

Najprostszym, typowym przykładem układu sterowania jest regulacja jednej zmiennej wyjściowej obiektu (rys. 2.1).



**Rys. 2.1.** Typowy układ sterowania - regulacja jednej zmiennej.

Wejściem układu sterowania jest **wartość zadana**  $y_0$ . Zadanie sterowania polega na uzyskaniu na wyjściu obiektu sygnału o wartości zgodnej z wartością zadaną. Wartość rzeczywista jest odejmowana od wartości zadanej i otrzymany w ten sposób sygnał:

$$\mathcal{E} = y_0 - y$$

nazywamy **uchybem regulacji** lub po prostu **uchybem**.

Jest on podawany na wejście regulatora  $R$ . Tutaj wartość uchybu jest przetwarzana na sygnał sterujący  $u$ , który następnie jest podawany na wejście obiektu  $O$ . Algorytm działania regulatora dąży do minimalizacji wartości uchybu.

*W naszym otoczeniu mamy wiele przykładów tego typu układów sterowania, których zadaniem jest regulacja jednej zmiennej, np. regulacja poziomu wody w zbiorniku (zapora na rzece, rezerwuuar spluczki WC), regulacja temperatury (żelazko, lodówka) lub regulacja prędkości obrotowej (mikser, wiertarka). Na ich podstawie można prześledzić pewne charakterystyczne cechy układów sterowania.*

Schemat przedstawiony na rys. 2.1 zawiera wiele uproszczeń. Sygnał wartości zadanej musi mieć swoje źródło - nazywa się je **zadajnikiem**. Węzeł sumacyjny w praktyce jest elementem fizycznym, realizującym dodawanie/odejmowanie sygnałów. Sygnały, które do tego węzła dochodzą, muszą być tego samego typu (muszą mieć ten sam charakter fizyczny). W torze sprzężenia zwrotnego znajduje się zawsze urządzenie pomiarowe. Składa się ono z dwóch części: czujnika pomiarowego i przetwornika sygnałów. Zadaniem czujnika jest zmierzenie sygnału wyjściowego z obiektu, natomiast przetwornik przekształca ten sygnał do takiej postaci, aby w węźle sumacyjnym mógł on być odjęty od wartości zadanej. Pamiętajmy, że sygnał wartości zadanej nie musi mieć dokładnie tego samego charakteru fizycznego, co sygnał sterowany (wyjściowy z obiektu). Z węzła sumacyjnego otrzymujemy na wyjściu sygnał uchybu, który jest sygnałem wejściowym do regulatora. Sygnał z regulatora najczęściej nie jest podawany wprost do obiektu, gdyż po drodze znajduje się jeszcze urządzenie wykonawcze, które dostarcza energię do obiektu.

*Na przykład jeżeli obiektem jest zbiornik z wodą i sterowanie ma polegać na regulacji temperatury tej wody, to regulator będzie wypracowywał sygnał sterujący grzałką, która stanowi urządzenie wykonawcze.*

Sygnały przekazywane w układzie sterowania są związane z wielkościami fizycznymi, które reprezentują. Dotyczy to zarówno sygnałów wyjściowych, jak i sterujących. Ogólnie można je podzielić na cztery grupy:

- **Sygnały mechaniczne** - mogą być wytwarzane za pomocą krzywek, dźwigni itp.

*Typowym układem sterowania wykorzystującym sygnały mechaniczne jest katarynka - odpowiednio naniesione na bębnie obrotowym trzpienie powodują uderzanie młoteczków w kolejne struny i w ten sposób powstaje melodia. Szybkość obrotu bębna wpływa na tempo odtwarzanego utworu. Również w rezerwuarach z zaworem pływakowym sygnał o poziomie wody ma charakter mechaniczny. Gdy poziom wody podnosi się, pływak (poprzez dźwignie) przysłania dyszę zasilającą aż do jej całkowitego zamknięcia. Zmieniając długość dźwigni, zmienia się poziom napełnienia rezerwuaru.*

- **Sygnały hydrauliczne** - wytwarzane najczęściej przez czujniki przepływu (zweźki pomiarowe) lub czujniki ciśnienia, np. podczas regulacji poziomu wody w zbiorniku na podstawie ciśnienia na jego dnie.
- **Sygnały pneumatyczne** - wytwarzane przez różnego rodzaju czujniki ciśnienia (membranowe, mieszkowe). Są one powszechnie stosowane w urządzeniach automatyki wykorzystujących napędy pneumatyczne, np. w regulatorach ciśnienia w zespole przygotowania powietrza.
- **Sygnały elektryczne** - obecnie najpopularniejsze. Dla większości wielkości fizycznych opracowano przetworniki do czujników pomiarowych, dzięki którym można uzyskać wartość mierzoną w postaci sygnału elektrycznego: analogowego lub cyfrowego. Na przykład w urządzeniach gospodarstwa domowego zadaną prędkość obrotową silnika ustawia się za pomocą potencjometru.

Ten ostatni przykład pokazuje, że wartość zadaną przekazuje się w postaci sygnału zupełnie innego typu, o zupełnie innym charakterze - prędkość obrotowa jest zadawana sygnałem napięcia elektrycznego.

### **Klasyfikacja regulatorów.**

Można spotkać różne kryteria klasyfikacji regulatorów.

1. Ze względu na sposób dostarczania energii do wysterowania elementu wykonawczego rozróżniamy:

- **regulatory bezpośredniego działania** - do wysterowania elementu wykonawczego wykorzystują energię dostarczoną z układu pomiarowego. Przykładem tego typu regulatora może być termostat w chłodnicy samochodu, pływakowy regulator poziomu cieczy (spłuczka WC) lub regulator prędkości obrotowej maszyny parowej,
- **regulatory pośredniego działania** - korzystają z zewnętrznej energii pomocniczej.

2. W zależności od nośnika tej energii można je podzielić na:

- elektryczne,
- pneumatyczne,
- hydrauliczne,
- mieszane, np. elektropneumatyczne.

3. Ze względu na sposób przetwarzania sygnałów wyróżnia się regulatory:

- **analogowe,**
- **cyfrowe** - algorytm regulacji realizuje układ cyfrowy (najczęściej mikroprocesor),
- **analogowo-cyfrowe.**

4. Ze względu na postać sygnału wyjściowego rozróżniamy:

- **regulatory z wyjściem ciągłym** - zaliczamy do nich także regulatory krokowe,
- **regulatory z wyjściem nieciągłym:**
  - impulsowe,
  - dwupołożeniowe.

W praktyce można spotkać także regulatory trójpołożeniowe (czasem zalicza się je do grupy regulatorów ciągłych) oraz wielopołożeniowe (również zaliczane do regulatorów ciągłych).

Jednym z najważniejszych kryteriów podziału regulatorów są ich właściwości dynamiczne. Wyróżnia się:

- regulatory proporcjonalne, oznaczane P,
- regulatory całkujące, oznaczane I,
- regulatory proporcjonalno-całkujące, oznaczane PI,
- regulatory proporcjonalno-różniczkujące, oznaczane PD,
- regulatory proporcjonalno-całkująco-różniczkujące, oznaczane PID.

Ta klasyfikacja odnosi się w zasadzie do regulatorów z ciągłym sygnałem wyjściowym. Jest to jednak zdecydowanie najliczniejsza grupa regulatorów, stosowana w instalacjach przemysłowych. Ze względu na tę powszechność zostaną one omówione dokładniej.