

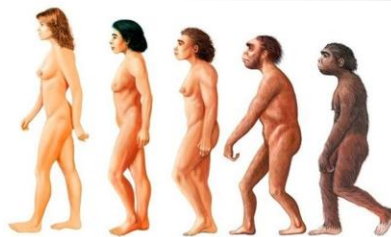
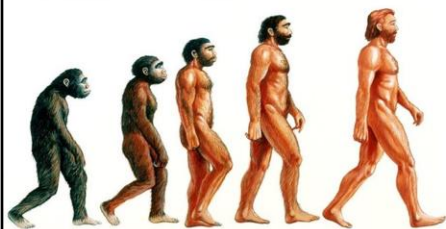
Úvod do automatizace

Základní pojmy automatického řízení

Autgr: Ing. Pavel Votrubec © Dne 28.9.2020 v Ústí nad Labem



Historický vývoj



Co základního člověk potřebuje k přežití lidské civilizace?

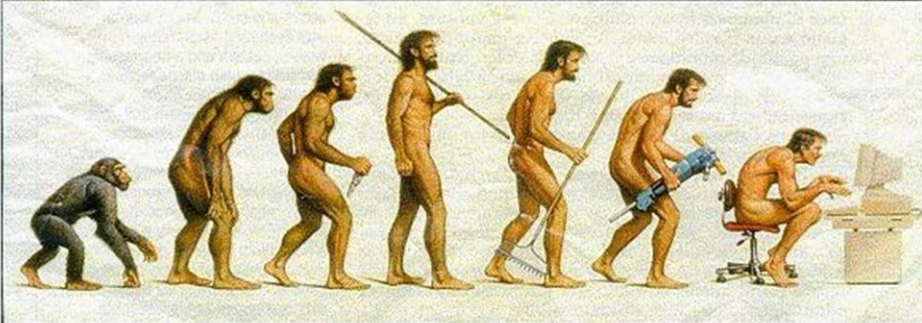
- Pití
- Jídlo
- Přístřeší
- Bezpečí
- Rozmnožování

Důkazy najdete v literatuře a ve filmu na téma

POSTAPO

(Apokalyptická a post-apokalyptická sci-fi) a v reálném životě příběhy z bývalé rozpadlé Jugoslávie a Sýrie

Vývojové stupně civilizace z pohledu automatizace



- Specializace nástrojů
- Manufaktury
- Mechanizace
- Industrializace
- Automatizace
-

Každý vývojový stupeň přinesl snižování pracnosti získávání základních potřeb pro existenci, vyšší efektivitu práce, snižování podílu ruční práce, levnější a dostupnější výrobky

Specializace nástrojů



Manufaktury

Ruční výroba výrobku odborným zaměstnancem

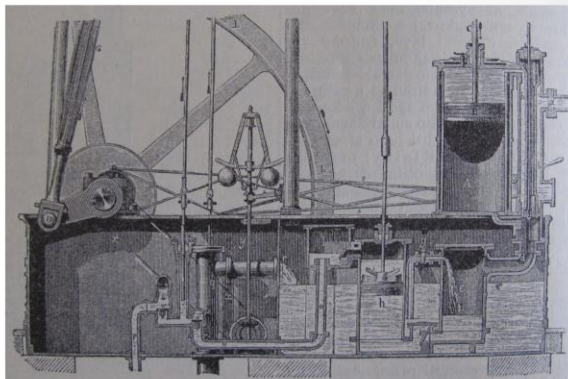


Mechanizace

Centralizované zdroje energie

- Parní stroj
- Vodní energie
- Větrná energie
- Živočišná energie

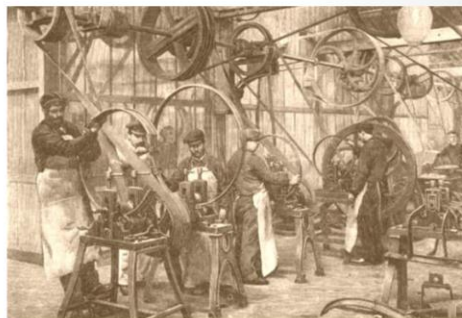
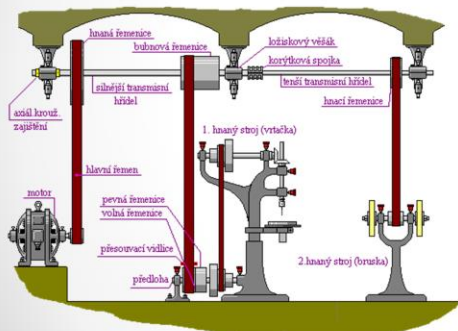
Parní stroj Jamese Watta



James Watt žil v letech 19.1.1736 až 25.8.1819

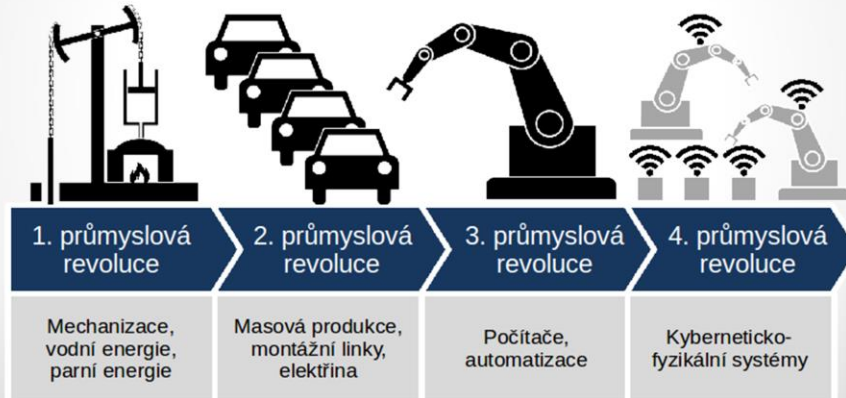
Industrializace

- Transmise



Automatizace

Průmyslová revoluce přinesla automatizaci výroby.
Dnes už rozlišujeme minimálně čtyři etapy průmyslové revoluce.



První průmyslová revoluce

- Centrální zdroje mechanické energie pro průmysl (uhlí, pára)
- Transmise (rozvod mechanické energie do celé továrny)
- Vysoká mechanizace
- Specializované nástroje
- Soustředění výroby do centrálního místa
- Možnost využívat v továrně dělníky s nižší odborností (například rolníky a i děti)

Druhá průmyslová revoluce

- Vynález pásové výroby Henry Ford
- Zdroje energie - elektřina



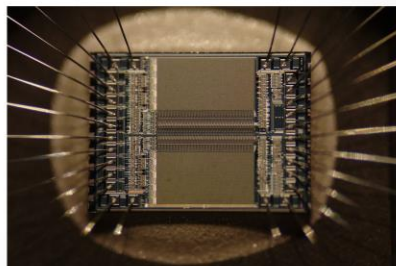
Henry Ford 30.8.1863 až 7.4.1947

Třetí průmyslová revoluce

- Roboti (1938)
- Objev tranzistorového jevu (laboratoře firmy Bell) 1947
- Počítače z tranzistorů 1957
- Vynález integrovaného obvodu (firma Texas instruments 1958)
- Programovatelné logické automaty tzv. „PLC“ (*Programmable Logic Controller*) (1970)



• Modicon 084 rok 1970



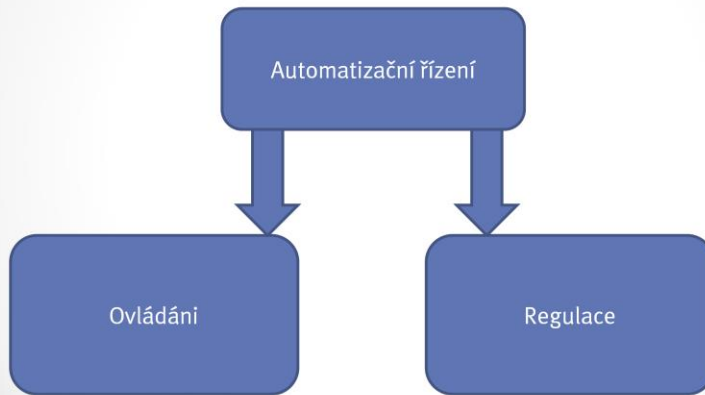
Čtvrtá průmyslová revoluce

Sériová výroba různých typů výrobků na společné výrobní lince

- Roboti
- Identifikace
- Databáze
- Komunikace
- Automatizace
- Umělá inteligence



Základní pojmy automatizace



Základní pojmy automatizace

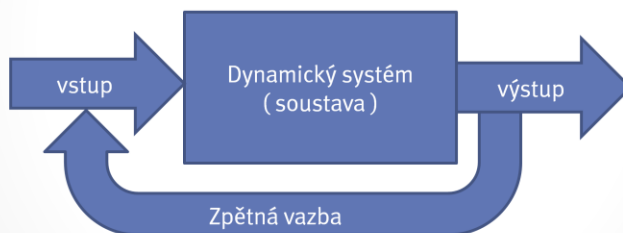
Automatické ovládání



• **Blokové schéma ovládacího obvodu** •

Základní pojmy automatizace

Automatická regulace

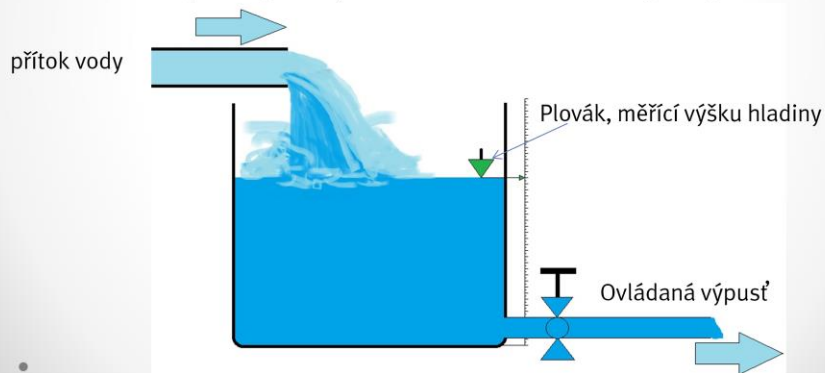


Blokové schéma regulačního obvodu

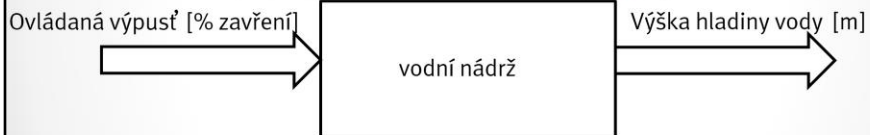
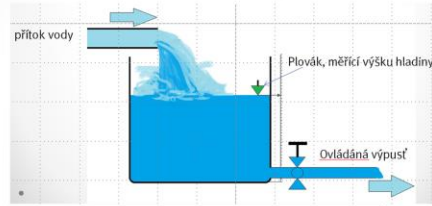
Základní pojmy automatizace

Na příkladu:

Chceme řídit úroveň hladiny nádrže. Nádrž má přirozený přítok. My můžeme ručně řízeným odtokem udržet výšku hladiny v požadované úrovni. A pokud to nezvládneme, tak buď hladina vody klesne až na dno (a nebudeme mít vodu) a nebo hladina přesáhne vrchol hráze a přeteče (přetékající voda může narušit hráz a může jí zničit).



Dynamický systém



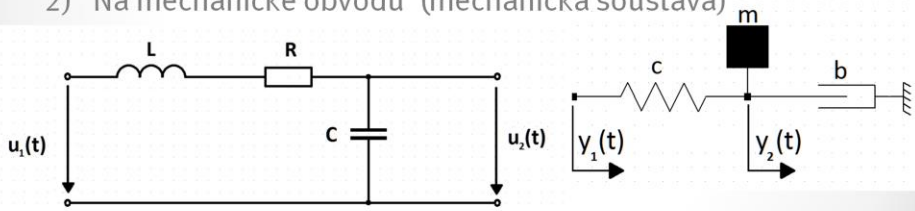
„Zobecnění pro účely automatizace“



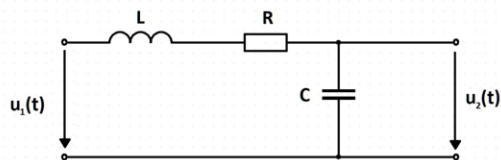
Matematické modely dynamických systémů

Ukážeme si na dvou soustavách

- 1) Na elektrickém obvodu (elektronická soustava)
- 2) Na mechanickém obvodu (mechanická soustava)



Elektronická soustava



u_1 [V] – vstupní napětí

u_2 [V] – výstupní napětí

L [H] – indukčnost cívky

R [Ω] – odpor rezistoru

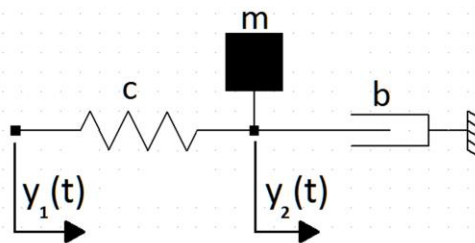
C [F] – kapacita kondenzátoru

Matematický model uvažovaného elektrického obvodu

$$L \frac{d^2 u_2(t)}{dt^2} + R \frac{du_2(t)}{dt} + \frac{1}{C} u_2(t) = \frac{1}{C} u_1(t)$$

(lineární diferenciální rovnice 2. řádu)

Mechanická soustava



y_1 [V] – vstupní výchylka

y_2 [V] – výstupní výchylka

b [kg s^{-1}] – koeficient viskózního tření

c [kg s^{-2}] – konstanta pružiny

m [kg] – hmotnost pohybujících se částí

Matematický model uvažované mechanické soustavy

$$m \frac{d^2 y_2(t)}{dt^2} + b \frac{dy_2(t)}{dt} + \frac{1}{c} y_2(t) = \frac{1}{c} y_1(t)$$

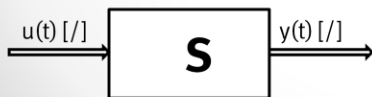
(lineární diferenciální rovnice 2. řádu)

Matematické modely dynamických systémů

Pro účely matematických operací v automatizaci vyžíváme zobecněný (abstraktní) matematický model všech dynamických systémů pomocí zápisu lineární diferenciální rovnice.

$$L \frac{d^2 u_2(t)}{dt^2} + R \frac{du_2(t)}{dt} + \frac{1}{C} u_2(t) = \frac{1}{C} u_1(t)$$

$$m \frac{d^2 y_2(t)}{dt^2} + b \frac{dy_2(t)}{dt} + \frac{1}{c} y_2(t) = \frac{1}{c} y_1(t)$$



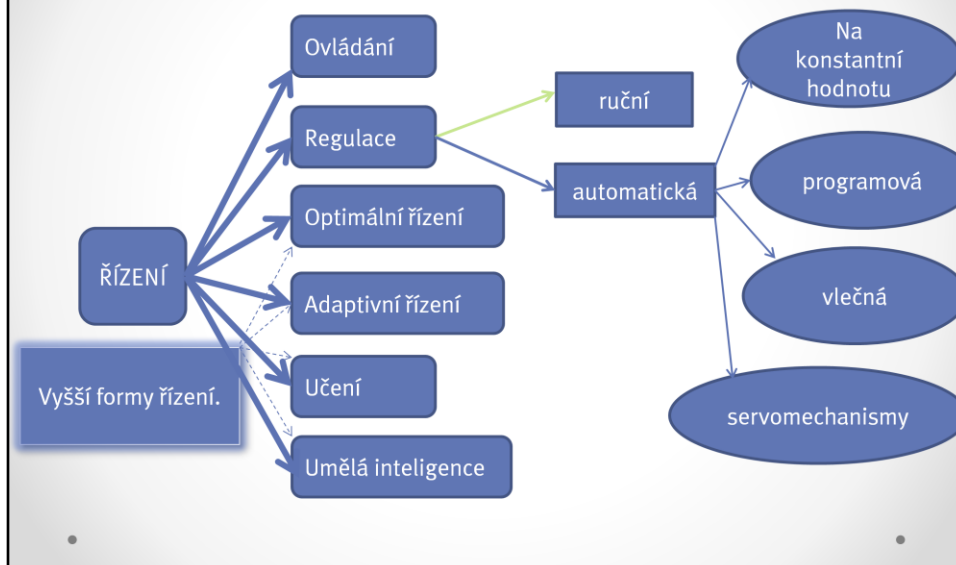
$$a_2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + a_1 \frac{dy(t)}{dt} + a_0 y(t) = b_0 u(t)$$



$$a_2 y'' + a_1 y' + a_0 y(t) = b_0 u(t)$$

Budeme využívat ještě navíc zjednodušený zápis lineárních diferenciálních rovnic

Základní pojmy automatizace



optimální řízení je takové, kdy systém dosáhne požadovaných vlastností např. při minimu vynaložené energie, tedy s maximální účinností, nebo naopak v nejkratším čase. Systém je přitom schopen vyhledat nejvýhodnější působení a dosáhnout tak co nejlepšího chování celého systému v daných omezujících podmínkách.

adaptivní řízení je takové, kdy systém je schopen měnit svou strukturu tedy i své parametry tak, aby proces řízení probíhal stále optimálně, a to i při změnách parametrů říze-ného objektu.

Učení: jestliže je adaptivní systém schopen ukládat přijaté informace do paměti a později v téže nebo podobné situaci znovu využívat získaných zkušeností, lze jej nazvat učícím systémem a proces řízení tohoto systému je **učení**;

Umělá inteligence: nejvyšším stupněm řízení je řízení systémy s **umělou inteligencí**. Umělá inteligence je vlastnost uměle vytvořeného systému, který má schopnost rozpoznávat předměty, jevy, analyzovat vztahy mezi nimi a tak si vytvářet modely okolí, dělat účelná rozhodnutí a předvídat jejich důsledky, řešit problémy včetně objevování nových zákonitostí a zdokonalování své činnosti.

Regulace na konstantní hodnotu: V praxi je nejčastější případ regulace **na konstantní hodnotu**. Při ní se regulovaná veličina udržuje na konstantní hodnotě – zde je $w = \text{konst}$ i $y = \text{konst}$. Je to např. regulace teploty v místnostech, otáček strojů anebo již

vzpomenutá a uváděná regulace výšky hladiny. U tohoto typu regulace je zvláště důležitá kompenzace vlivu poruchových veličin. Kdyby nebylo poruchových veličin, nic by se v podstatě nedělo a nemuselo by se regulovat (kromě občasné změny požadované hodnoty regulované veličiny).

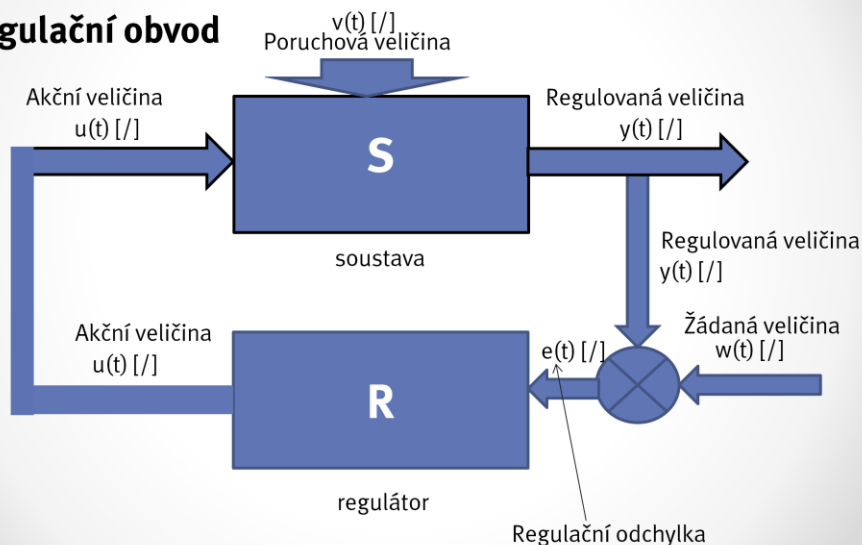
Programová regulace. Je to taková regulace, kde požadujeme, aby se regulovaná veličina měnila v předepsaných velikostech v předepsané časové závislosti – regulovaná veličina je funkcí času $w = f(t)$ i $y = f(t)$. Příkladem je regulace teploty v pecích, kde se teplota musí podle časového programu měnit.

Vlečná regulace. Je to regulace, při níž se regulovaná veličina mění v závislosti na jiné vnější fyzikální veličině. Hodnota regulované veličiny má změny této vnější veličiny rychle a přesně sledovat. Matematicky vyjádřeno $w = f(A)$, $y = f(A)$, kde A je právě onou vnější veličinou. Příkladem je dávkování chemikálie do vody, kdy požadujeme změnu množství dávkované chemikálie v závislosti od okamžitého průtočného množství vody.

Servomechanismy: Zvláštním případem vlečné regulace jsou **servomechanismy**. U nich se řídicí veličina nemění v závislosti na jiné fyzikální veličině, ale je měněna buďto ručně anebo nějakým zařízením. Regulovaná veličina ji pak věrně a přesně sleduje. Příkladem takového servomechanismu je posilovač řízení v automobilech, ovládání kormidel v lodích i letadlech apod. U servomechanismů ovšem není rozdělení regulačního obvodu na regulátor a regulovanou soustavu.

Základní pojmy automatizace

Regulační obvod



Regulační obvod: Regulace se uskutečňuje v regulačním systému zvaném **regulační obvod**.

Regulátor je zařízení, které uskutečňuje regulaci a které je za tímto účelem úmyslně sestrojeno.

Regulovaná soustava je objektem regulace – je regulátorem regulována (respektive některá její veličina).

Regulovaná veličina: Veličina, jejíž hodnota je výstupem z regulované soustavy a jež se regulací udržuje na požadované hodnotě, se nazývá **regulovaná veličina** a označuje se symbolem y .

Řídicí veličina w je veličina, pomocí které nastavujeme hodnotu, kterou má dosahovat regulovaná veličina. Určuje tedy vždy žádanou hodnotu regulované veličiny (předepsanou hodnotu, na které se má regulovaná veličina udržovat). Pokud je řídicí veličina zadávána člověkem, je to obvykle poloha nastavovacího prvku (potenciometru, ovládací páčky či kolečka). V automatických provozech, ve kterých je regulační obvod napojen na vyšší systém řízení, to může být elektrické napětí nebo jiná veličina, přenášející informaci.

Regulační odchylka: V regulačním obvodu se hodnota regulované veličiny trvale měří

a porovnává se žádanou hodnotou, kterou je řídicí veličina a vytváří se rozdíl
 $e = w - y$

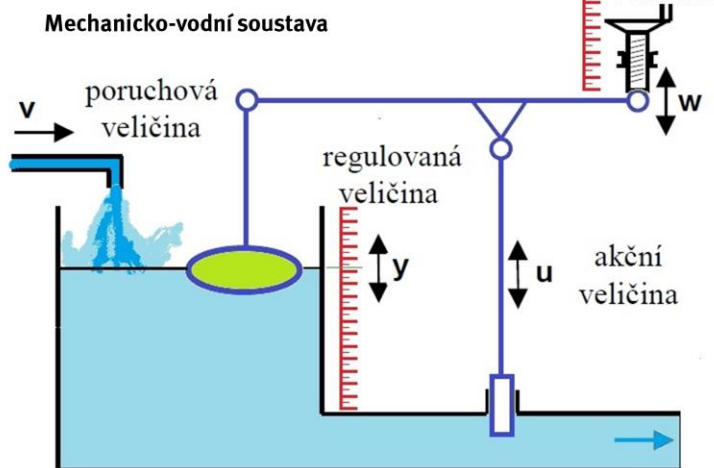
kteřý se nazývá **regulační odchylka e**. Jakmile je rozdíl mezi regulovanou veličinou a její požadovanou hodnotou, má regulační odchylka nenulovou hodnotu a regulátor provádí akční zásah.

Akční veličina : Do regulačního procesu je třeba zasahovat tak, aby se regulační odchylka e udržovala minimální nebo nulová. To se uskutečňuje výstupní veličinou regulátoru, která je vstupní veličinou regulované soustavy – je to tzv. **akční veličina u**. Přitom regulátor musí být tak zapojen, aby akční veličina zmenšovala regulační odchylku.

Poruchová veličina: Příčinou, proč musíme regulovat, jsou poruchy – **poruchové veličiny v^1, v^2, \dots** . Poruchové veličiny nežádoucím a nepředvídatelným způsobem působí na regulovanou soustavu a ovlivňují regulovanou veličinu.

Základní pojmy automatizace

Automatická regulace na konstantní hodnotu



Regulátor je zařízení, které uskutečňuje regulaci a které je za tímto účelem úmyslně sestrojeno. V našem případě je to plovák, který zjišťuje stav hladiny a přes pákový převod pohybuje ventilem, regulujícím odtok (plovák, pákový převod a ventil tvoří regulátor).

Regulovaná soustava je objektem regulace – je regulátorem regulována (respektive některá její veličina). V našem případě je regulovanou soustavou nádrž s hladinou včetně přítoku a odtoku.

Regulovaná veličina: Veličina, jejíž hodnota je výstupem z regulované soustavy a jež se regulací udržuje na požadované hodnotě, se nazývá **regulovaná veličina** a označuje se symbolem **y**.

Žádaná veličina w (v našem případě poloha šroubu s ručním kolem) je veličina, pomocí které nastavujeme hodnotu, kterou má dosahovat regulovaná veličina. Určuje tedy vždy žádanou hodnotu regulované veličiny (předepsanou hodnotu, na které se má regulovaná veličina udržovat). Pokud je žádaná veličina zadávána člověkem, je to obvykle poloha nastavovacího prvku (potenciometru, ovládací páčky či kolečka). V automatických provozech, ve kterých je regulační obvod napojen na vyšší systém řízení, to může být elektrické napětí nebo jiná veličina, přenášející informaci.

Regulační odchylka: V regulačním obvodu se hodnota regulované veličiny trvale měří

a porovnává se žádanou hodnotou, kterou je řídicí veličina a vytváří se rozdíl
 $e = w - y$

který se nazývá **regulační odchylka e**. Jakmile je rozdíl mezi regulovanou veličinou a její požadovanou hodnotou, má regulační odchylka nenulovou hodnotu a regulátor provádí akční zásah. Vytváření odchylky e se v našem případě děje v diferenčním členu, kterým je páka plováku.

Akční veličina : Do regulačního procesu je třeba zasahovat tak, aby se regulační odchylka e udržovala minimální nebo nulová. To se uskutečňuje výstupní veličinou regulátoru, která je vstupní veličinou regulované soustavy – je to tzv. **akční veličina u**. Přitom regulátor musí být tak zapojen, aby akční veličina zmenšovala regulační odchylku. V našem případě je akční veličinou otevření či uzavření regulačního ventilu v odtokovém potrubí. Všimněte si správného zapojení regulátoru: když se zvyšuje hladina – zvětšuje se regulovaná veličina a vzniká regulační odchylka v jednom směru – působí regulátor otevření odtoku a tudíž snižování hladiny – zmenšování regulované veličiny a zmenšování odchylky. A naopak.

Poruchová veličina: Příčinou, proč musíme regulovat, jsou poruchy – **poruchové veličiny v^1, v^2, \dots** . Poruchové veličiny nežádoucím a nepředvídatelným způsobem působí na regulovanou soustavu a ovlivňují regulovanou veličinu. V našem případě je poruchovou veličinou každá změna přítoku do nádrže, např. zvýšení tlaku v přívodním potrubí.. Nebo je poruchou ucpání odtokového potrubí apod.

Použitá literatura

[1] Ivan Švarc, Branislav Lacko, Ing. Zdeněk Němec, AUTOMATIZACE vydavatelství PC-DIR s.r.o. 1995

[2] Pavel Beneš, Branislav Lacko, Ladislav Maixner, Ladislav Šmejkal, Rudolf Voráček, Jindřich Král, Josef Janeček, Jaroslav Semerád, Pavel Souček, Bohumil Šulc, Künzel Gunnar Automatizace a automatizační technika Automatické řízení 2Computer Press Brno 2014

[3] Jaroslav Balátě Automatické řízení BEN 2003

[4] Ivan Švarc ZÁKLADY AUTOMATIZACE, Učební texty pro kombinovanou formu bakalářského studia, http://matlab.fe.i.tuke.sk/zar/subory/literatura/ZakladyAutomatizace_SVARC.pdf