

1. ÚVOD

Automatizací rozumíme proces náhrady fyzické a duševní práce člověka činností strojů. Již sám název *automat* vznikl z řeckého slova *automátos* = „sám o sobě konající“.

Účelem automatizace je úplné nebo částečné odstranění člověka z procesů, které chceme automatizovat. Pro zavádění automatizace je mnoho důvodů, které můžeme rozdělit do několika skupin:

a) vynucená automatizace

- zabránění ohrožení člověka nebo zhoršení jeho pracovní podmínek
- práce v *extrémních* podmínkách, práce ve zdravotně závadných podmínkách
- nahrazení člověka z důvodu vyloučení jeho chyb - automatický pilot, zabezpečovací zařízení
- odstranění fyzické námahy a zdravotně škodlivých vlivů
- náhrada člověka z hlediska rychlosti, přesnosti a množství jeho reakcí
- sledování a řízení velkého počtu procesů jejich veličin a parametrů - př. elektrárny, chemičky, -doly, navigace, počítání osob, nápojové automaty atd.
- lepší jakost výroby - rovnoměrné stříkání karoserie
- není možná přítomnost člověka - kosmické sondy, regulace tepu

b) automatizace z ekonomického hlediska

- snížení výrobních nákladů (mzdy, materiálu)
- snížení režijních nákladů
- zvýšení produktivity práce a objemu výroby
- zkrácení průběžné doby vývoje a výroby
- pružná reakce na přání zákazníka
- nadstandardní jakost

c) jiné důvody

- zvyšování pohodlí člověka - dálkové ovládání
- poskytování informací - např. o chodu přístroje, stroje, technologie atd.
- ekologické - monitorování stavu nečistot, řízení optimálního spalování
- zábavní průmysl - hrací automaty, dětské hračky

1.1. Historický vývoj automatizace a automatizačních systémů

Počátky automatizace se datují již od starověku. Tehdy vznikaly v Alexandrii první umělé zázraky, které způsobovalo využití páry a teplého vzduchu v zařízení, které zkonstruoval alexandrijský učenec Herón. Zařízení pracovala na principu teplovzdušného motoru, jehož princip popsal Herón v knize „Pneumatika“. Ve starověku spolu se vznikem prvních jednoduchých strojů a zařízení vznikaly první mechanismy, které vykazovaly automatické chování.

Ve středověku vznikaly různá mechanická zařízení - jejichž autory byli především hodináři. Vznikali hlavně různé mechanické hračky, orloje, zvonkohry atd. Tyto automaty již obsahovaly jednoduché programovací zařízení v podobě např. válce s kolíčky, kotouče s otvory, zářezy apod.

S nástupem kapitalismu rostla poptávka po zařízeních, která by především zvyšovala produktivitu práce: Wattův regulátor otáček parního stroje (1775), Jacquardův tkalcovský stav (kolem roku 1800), u kterého bylo již možno „naprogramovat“ vzor látky pomocí pásu s otvory, který procházel „čtecím zařízením“. Byl to předchůdce děrných štítků a děrné pásy. První průmyslová revoluce představovala velký technologický a sociálně ekonomický převrat, vyvolaný a charakterizovaný hromadným zaváděním strojů do výroby. Zavádění čím dál vyššího stupně automatizace výroby neslo spolu se zvyšující se produktivitou i sociální problémy. Přesto se automatizace rozšiřovala ve všech oblastech společnosti. V první polovině 20. století se tak symbo-

lem automatizace stávaly centralizované velíny - vodní a parní elektrárny, automatizované výrobní linky, řídicí věže letišť, kabiny dopravních letadel, řízení provozu na nádražích, můstky zámořských lodí atd. Stěny takových pracovišť byly pokryty stovkami zabudovaných panelových měřicích přístrojů, různých zapisovačů, indikačních světelných prvků, vypínači, prepínači a jinými ovládacími prvky. Práce na takových velínech vyžadovala více pracovníků, jejich plné soustředění a rychlé reakce, rozhodování a zásahy do řízené technologie. Zajistit spolehlivost takových složitých systémů se stávalo s jejich rostoucí složitostí často velkým problémem.

Ve druhé světové válce se zvýšily požadavky na zbrojní výrobu a tím se zvýšily požadavky na automatizaci výroby. S rozvíjející se elektronizací řídicích systémů, vznikem kybernetiky, která popsala obecné principy automatického řízení, vznikaly podmínky pro sestrojení prvních samočinných počítačů. První z nich byl reléový počítač MARK I (1937) a později elektronkový počítač ENIAC (1946). Do počátku éry samočinných počítačů stavěl člověk stroje, které znásobovaly jeho sílu, rychlost, vidění a automatizovaly jeho fyzickou práci. Nyní však dovedl postavit stroj, který do určité míry dovedl rychle napodobit duševní práci člověka, a mohl jej využít k realizaci složitých řídicích systémů. Počítače 2. a 3. generace, které už využívaly tranzistory a integrované obvody, byly používány pro vědeckotechnické výpočty, hromadné zpracování dat a též jako speciální řídicí počítače. Tím se podstatně změnil vzhled dispečerských pracovišť a velínů, kdy místo stovek měřicích přístrojů má obsluha k dispozici řadu obrazovek, na kterých si může zobrazit požadované údaje podle momentální potřeby.

Nástup mikroprocesorů v 70. a hlavně v 80. letech umožnil automatické řízení strojů a zařízení pomocí mikroprocesoru, který byl jejich součástí. Mohla být tak realizována „pružná“ automatizace, kdy ke změně automatizovaných funkcí stačila rychlá výměna řídicího programu. Na tomto principu jsou založeny současné programovatelné automaty, CNC systémy pro obrábění a jiné výrobní stroje, programovatelné regulátory atd. Poslední etapu tvoří využití PC pro průmyslovou automatizaci, což značně snižuje náklady na automatizované systémy. Podstatné snížení ceny číslicových obvodů, jejich rozsáhlé schopnosti a zvýšení spolehlivosti způsobilo, že analogová automatizační technika, založená na zpracování spojitého signálu je stále častěji nahrazována automatizační číslicovou technikou. Automatizační prvky jsou čím dál více zaváděny do domácností: žehličky, pračky, mikrovlnné trouby, myčky nádobí, kuchyňské roboty, CD přehrávače, atd.

1.2. Přínosy automatizace

Zkrácení doby výroby a možnost rychle reagovat na požadavky zákazníka

Podstatné zvýšení jakosti - odstranění lidských zásahů do výrobního procesu zvyšuje jeho kvalitu, spolehlivost a přesnost.

Snížení výrobních nákladů

- lepší organizace výrobních procesů
- úspory materiálu
- úspory skladovacích a výrobních ploch
- snížení nákladů na nekvalitní výrobu
- úspory energií všeho druhu v důsledku jejich přesného měření a regulace
- odstranění drahé lidské práce
- snížení dodatečných mzdových nákladů - přesčasy, práce o svátcích
- využití levných sazeb elektrické energie - noční proud

Optimalizace výrobních nákladů - rychlé a přesné měření různých parametrů, vyhodnocení zjištěných hodnot a provedení potřebného zásahu v reálném čase.

Zajištění rychlých a přesných informací o stavu a průběhu celého výrobního procesu - vizualizace.

1.3. Trendy automatizace

Automatizace je oborem, který se velmi rychle vyvíjí a proto je velmi obtížné přesně stanovit trendy jejího vývoje. Přesto je potřeba tyto trendy respektovat, aby projektované automatizované systémy nebyly zastaralé, aby pracovaly co nejefektivněji. Jelikož automatizační zařízení jsou využívána v rozmezí 7 až 15 let, je nezbytné tyto vývojové trendy sledovat, aby navrhovaná automatizovaná zařízení vyhověla současným i budoucím požadavkům uživatele a přinesla mu maximální užitek při minimálních nákladech.

Automatizace je jedním z nejdynamičtějších technických oborů. Je to mezioborová disciplína, která využívá nejmodernější mikroelektronické součástky a přebírá nejnovější výsledky (informace, postupy a výsledky výzkumu i standardní výrobky) z různých oborů, především z elektroniky a techniky počítačů, informatiky a komunikační techniky, ale i z měřicí techniky, techniky pohonů a zabezpečovací techniky. Dnes je kvalitní a inteligentní řízení dostupné i pro běžné stroje, pomocné mechanismy, pro technologická i nevýrobní zařízení. Pro výrobní firmy představuje a čím dál více bude představovat prostředek pro zvyšování konkurenceschopnosti. Proto všechny progresivní firmy plánují ještě výraznější zavádění automatizace pro třetí tisíciletí.

Stále více se automatizace prosazuje v nevýrobních procesech :

malá energetika - malé vodní elektrárny, větrné elektrárny, využití solární energie

technika budov - elektroinstalace, světelná technika, tepelná a chladicí technika, vzduchotechnika, klimatizace, řízení netradičních a obnovitelných energetických zdrojů, vodního hospodářství, a čistíren vod

logistické systémy - skladové hospodářství, manipulační a dopravní systémy, výtahy, automatické dveře, přístupové a sledovací systémy

technická diagnostika a zabezpečovací technika, automatické měřicí a monitorovací systémy, systémy dálkového ovládání, nápojové a jiné prodejní automaty

domácnost a spotřební výrobky - regulátory vytápění bytů a rodinných domků, měření spotřeby, zabezpečovací technika, automatické pračky a myčky, vybavení automobilů, elektrospotřebiče, audiovizuální přístroje a hračky.

Vliv mikroelektroniky - další zmenšování rozměrů a spotřeby elektrické energie

- zvýšení spolehlivosti automatizace zabudováním diagnostických funkcí
- snížení ceny automatizačních prostředků
- zkrácení doby návrhu a zavádění automatizace

Komunikace - součástí automatizace je i komunikační technika. Je důležitá pro spojení řídicích systémů navzájem, pro jejich připojení k PC nebo k počítačové síti informačního systému, ale i k připojení k dalším spolupracujícím zařízením. Automatizační prostředky se přisouvají co nejblíže k řízené soustavě a řízenému procesu a s centrálním řídicím systémem, mezi sebou navzájem a s ostatními částmi automatizovaného systému komunikují prostřednictvím počítačové nebo jiné sítě.

Využití automatizace pro člověka - monitorování zdraví člověka (měření tlaku, teploty, tepu atd.) s následným hlášením zjištěných mimořádných odchylek

- použití domácích robotů - úklid, navigace automobilů, pomoc tělesně postiženým

Využití umělé inteligence v automatizaci

- rozpoznávání obrazů, robotické vidění, komunikace strojů

- expertní systémy pro diagnostiku a opravy řídicích systémů a složitých strojů

2. Prostředky automatického řízení.

2.1. Rozdělení prostředků automatizačních systémů.

- a) podle vztahu k informaci** - prostředky pro získávání, transformaci, přenos, zpracování, uchování a využití informace.

Prostředky pro získávání informace jsou čidla a senzory. Jejich smysl spočívá v tom, že nám převedou určitý fyzikální nebo chemický stav na veličinu snadno pozorovatelnou, přenositelnou a snadno zpracovatelnou. Je jich nejméně tolik, kolik existuje fyzikálních a chemických veličin násobených množstvím měřících rozsahů a množstvím fyzikálních principů čidel. Část jejich konstrukce často tvoří zařízení pro transformaci signálu.

Prostředky pro přenos informace souvisí s druhem energie, které je pro přenos informace použito i se způsobem modulace signálu. Druh použité energie ovlivňuje rychlost šíření, dosah signálu i ekonomicky přenositelný výkon.

Prostředky pro zpracování informace jsou takové prostředky, které ze vstupních informací vytvářejí informace nové - např. regulátory, členy pro matematické a logické operace atd.

Prostředky pro uchování informace jsou různé druhy pamětí - od záznamu na papír až po paměti počítačů.

Prostředky pro využití informace jsou zařízení, která umožní výslednou informaci, která vznikne jako výsledek procesu řízení, transformovat do konečného zásahu do řízeného objektu, aby bylo dosaženo cíle řízení.

- b) podle energie** - nejčastěji používané druhy energií v technické praxi, kterým je přiřazena (namodulována) informace jsou: mechanická, elektrická, elektromagnetická, pneumatická, hydraulická a optická

- c) podle druhu signálu** - signály a tím i prostředky dělíme na analogové (spojité) a diskrétní (nespojité) a dále pak podle jednotlivých modulací. Každý signál se též vyznačuje i svým definovaným rozsahem. Z tohoto hlediska rozeznáváme signály přirozené (fyzikální), jednotné a unifikované. Přirozené signály mají vlastnosti a rozsah vyplývající z principu jejich vzniku (např. termoelektrické napětí termočlánku). Jednotné signály mají přesně definované rozsahy, ale připouští volbu mezi několika alternativami (pro zvolené uspořádání je však signál jednotný). Unifikované signály jsou jednoznačně definovány téměř v celosvětovém měřítku.

- d) podle konstrukce** - jednoúčelové, stavebnicové a kompaktní prostředky.

Jednoúčelová zařízení nelze obvykle používat pro jiné, než předem úzce vymezené účely. Jejich konstrukce je optimalizována pro daný účel použití (regulátory teploty v bytě, v chladiči automobilu, regulátor hladiny - splachovadlo).

Stavebnicové prostředky - používají se tam, kde roste různorodost potřebných aplikací a kde klesá jejich četnost. Umožňují pomocí relativně malého počtu základních stavebních jednotek dosáhnout jejich kombinacemi velmi značného počtu relativně optimálních aplikací. Ve většině případů však příliš členěná stavebnice prodražuje aplikaci.

Kompaktní prostředky - využívají toho, že některé části zařízení se v různých aplikacích opakují a že je tedy vhodné zkonstruovat určité kompaktní celky a pomocí nich sestavovat vyšší funkční struktury.

- e) podle interakce s okolím** - rozlišuje konstrukce prostředků podle následujících hledisek:
- ochrana proti nebezpečnému dotyku, ochrana proti klimatickým vlivům a korozivitě atmosféry a ochrana proti explozi.
 - všechna tato hlediska jsou deklarována příslušnými normami

f) podle funkce - rozlišujeme prostředky pro ovládání, regulaci, signalizaci, zabezpečení, vyšší řízení a pomocná zařízení.

Prostředky pro ovládání nepracují ve zpětné vazbě a často pracují nespojitě. Jsou to prostředky elektrické, elektronické, pneumatické, elektropneumatické, hydraulické a elektrohydraulické. Jsou schopny pracovat podle programu a v hierarchickém uspořádání.

Prostředky pro regulaci pracují zásadně ve zpětnovazebním zapojení s řízeným objektem. Dělíme je na spojité, diskrétní a číslicové.

Prostředky pro signalizaci jsou určeny pro řízení nebo upozornění na změněný stav systému, obvykle překročení povolených fyzikálních nebo chemických hodnot veličin systému, času nebo jiných informačních parametrů systému.

Prostředky pro zabezpečení mají za úkol nepřipustit havárii sledovaného systému. Vycházejí ze zařízení signalizačních, avšak mají nastavení mezních hodnot zařízení blíže k nepřipustným stavům. V případě překročení těchto nastavených hodnot provede zabezpečovací zařízení automatickou odstávku sledovaného zařízení tak, aby nemohlo dojít k havárii. Zabezpečovací zařízení která sledují technický stav systému jsou vybaveny paměťovým zařízením, které registruje v které části zařízení došlo k překročení povolených parametrů, aby bylo možno dodatečně identifikovat závadu.

Prostředky pro vyšší řízení vychází z prostředků pro ovládání a regulaci, výpočetní techniky, prostředků pro komunikaci a souboru speciálního softwarového vybavení.

Pomocná zařízení jsou taková, která se nepodílí přímo na toku informace systémem, ale jsou pro práci zařízení nezbytná. Jsou to veškeré zdroje energie, zařízení pro jejich úpravu, rozvody energie, rozváděčové skříně, atd.

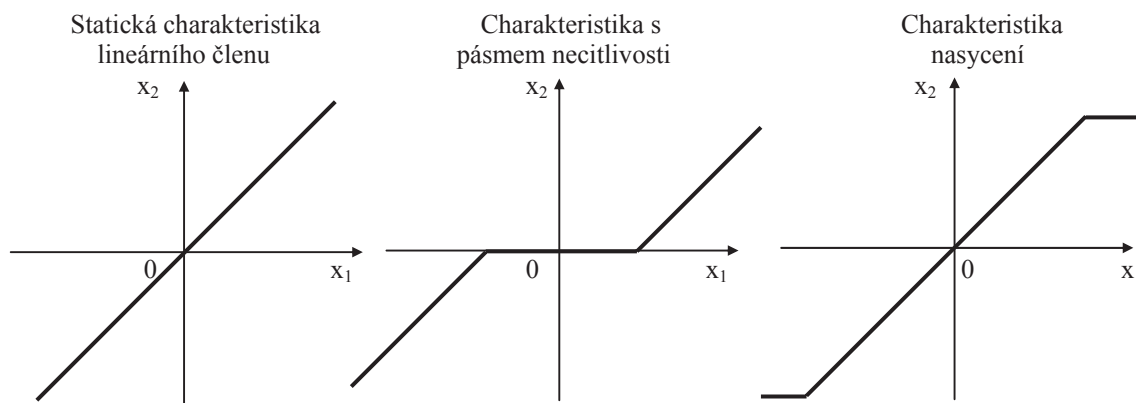
2.2. Vlastnosti prostředků automatizačních systémů

Prostředky automatického řízení jsou obecně všechna technická zařízení, která slouží k získávání, přenosu, uchovávání, zpracování a využívání informace.

2.2.1. Statické vlastnosti prostředků - statická charakteristika.

Statické vlastnosti každého systému jsou dány jeho parametry v ustáleném stavu. Je to citlivost, přesnost a spolehlivost. První dva parametry souvisí se statickou charakteristikou.

Statická charakteristika - vyjádření závislosti mezi vstupním signálem a výstupním signálem v jejich ustálených stavech.



Obr. 1. Statická charakteristika a různé druhy nelinearit.

Statickou charakteristiku lze vyjádřit matematicky ($y = f(x)$) nebo graficky. Většina zařízení má statickou charakteristiku lineární, tzn. $y = k \cdot x + q$, která je vhodná pro další práci (interpolace hodnot a superpozice výsledků). Některé přístroje však mají charakteristiku nelineární danou jejich fyzikálním principem, u některých přístrojů vznikla nelinearita např. nedokonalou výrobou. V těchto případech se provádí linearizace charakteristiky a vzniklé odchylky zahrnujeme do chyby přístroje. Linearizace se provádí v okolí pracovního bodu systému (přístroje a spočívá v náhradě části charakteristiky její tečnou v okolí pracovního bodu (hodnota první derivace křivky v daném bodě).

Citlivost - poměr velikosti vstupního signálu k výstupnímu signálu v ustáleném stavu.
- tangenta tečny statické charakteristiky (derivace) v daném bodě
- má fyzikální rozměr určený rozměrem vstupního a výstupního signálu
- mají-li oba signály stejný fyzikální rozměr, „dostaneme“
bezrozměrné číslo - zesílení

Necitlivost - šířka pásma, ve kterém může kolísat vstupní veličina, aniž by se změnila hodnota výstupní veličiny

Statickou charakteristiku zařízení můžeme dostat buď teoretickým výpočtem, nebo změřením. Teoretická charakteristika se od reálné liší, proto ji vždy ověřujeme měřením. Nesouhlas mezi charakteristikou teoretickou a skutečnou nazýváme chybou. Velikost chyb vyjadřuje přesnost zařízení.

Přesnost (přístroje, zařízení) - schopnost udávat za stanovených podmínek správnou hodnotu měřené veličiny, pokud je dokonale definována za podmínek existujících v okamžiku jejího zjišťování.

Chyby rozlišujeme podle vzniku a podle vlastností. Podle vlastností dělíme chyby na chyby absolutní a relativní.

Absolutní chyba - rozdíl mezi údajem přístroje a skutečnou hodnotou měřené veličiny.

Relativní chyba - podíl absolutní chyby ke skutečné hodnotě, udává se obvykle v procentech.

Podle způsobu vzniku dělíme chyby na chyby hrubé, systematické a náhodné.

Hrubé chyby - vznikají mimořádně, buď za zvláštních okolností, nebo nepozorností obsluhy. Jejich hodnoty silně vybočují z výsledků měření - údaje zatížené těmito chybami vypouštíme.

Systematické chyby - chyby metody
- chyby pozorovatele

Náhodné (stochastické) chyby - způsobeny nedefinovatelnými vlivy, jako jsou kolísání teploty, tření, náhodné otřesy, proměnné přechodové odpory, atd.

2.2.2. Dynamické vlastnosti prostředků automatického řízení

Základním vyjádřením dynamických vlastností daného členu je jeho **diferenciální rovnice**. Vstupním signálem členu může být libovolný signál $x_1(t)$. Na výstupu členu je pak výstupní signál $x_2(t)$. Vztah mezi $x_2(t)$ a $x_1(t)$ je určen diferenciální rovnicí. Při zjišťování dynamických vlastností musíme vyloučit vliv nelinearit tím, že dynamické členy linearizujeme.