

# Tridsať rokov svetovej robotiky (1)

Václav Kalaš

## Zrod, zábery a rozvoj svetovej robotiky

### Úvod

Zámerom vytvorenia tohto seriálu bolo zhrnutie historických faktov, výsledkov výskumu a vývoja v oblasti robotiky, použitie robotov v oblasti technologických procesov, uvedenie faktorov, ktoré mali zásadný význam z hľadiska rozvoja robotiky a pod. Tento seriál vznikol predovšetkým na báze pedagogických materiálov prof. Kalaša, t. j. na báze prednášok predmetu ROBOTOTECHNIKA, ktorý bol prednášaný v študijnom odbore Automatizácia na Fakulte elektrotechniky a informatiky STU v Bratislave. Seriál je poňatý prístupným spôsobom, pričom má okrem už uvedeného zámeru poskytnúť aj základné informácie z rozvoja svetovej robotiky za posledných 30 rokov z vedomostného a vzdelávacieho hľadiska. Spomínané prednášky, a teda aj tento seriál vychádzajú z veľkého množstva knižných publikácií, informácií čerpaných z odborných časopisov a prospektov. Sme presvedčení, že tento seriál, aj keď nebude úplný, bude však dobrým podkladom pre ďalšie štúdium tejto problematiky.

### 1. Robotika ako významný špecifický spoločenský fenomén

Svetová robotika sa v plnom rozsahu začala rozvíjať začiatkom 70-tych rokov 20. storočia. Vo všeobecnosti sa označuje za tretiu etapu priemyselnej revolúcie, pričom za prvú etapu sa pokladá problematika pary a za druhú problematika elektriky. Ak by sme chceli charakterizovať určité etapy rozvoja technologických a výrobných procesov, mohli by sme konštatovať, že:

1. Ide o matematizáciu procesov, čo umožňuje získať v týchto procesoch optimálne režimy a podnecuje zdokonaľovanie technologických agregátov a ich režimy.
2. Ide o výraznú kybernetizáciu týchto procesov, čo sa prejavuje zakomponovaním výpočtovej a riadiacej techniky so snahou o ich komplexnú automatizáciu.
3. Zvyšuje sa elektronizácia procesov, čo úzko súvisí so spomínanou výpočtovou technikou, ale v tejto oblasti prístupujú aj ďalšie faktory, napr. problematika senzorických systémov, výkonovej elektroniky, ktorá zohráva v súčasných technologických procesoch nenahraditeľnú úlohu najmä z energetického aspektu a z hľadiska parametrov systému.
4. Rozvíja sa robotizácia procesov, ktorá predstavuje inováciu niekoľkých rádo, a to najmä pri aplikácii priemyselných robotov vyšších generácií.

Možno konštatovať, že robotika sa už sformovala ako veda, má svoj predmet skúmania, svoje ciele a svoje zábery. Opiera sa jednak o technické a prírodné vedy a jednak o humanitné, ekonomické, resp. spoločenské vedy. Robotika umožňuje humanizáciu ľudskej práce, oslobodzuje človeka od stresovej činnosti a stereotypnej práce. Významným spôsobom zvyšuje bezpečnosť práce, prispieva k zlepšeniu práce aj z hľadiska možného výbuchu, hluku, zápachov, prachu, teploty, žiarení, vibrácií a pod. Priemyselné roboty v mnohých technológiách môžu pracovať bez bezprostrednej prítomnosti obsluhy, často možno tento proces realizovať bez prí-

datného osvetlenia, vykurovania a pod., pričom operátor procesu môže na odľahlejšom mieste sledovať proces a jeho parametre na displeji. Robotika prináša však i výrazné ekonomické aspekty, napr. vyššiu produktivitu práce, zvýšenie intenzity výrobných procesov, zvýšenie kvality a spoľahlivosti výrobkov, stability výrobných procesov a pod. Pritom zásadným spôsobom mení vzťah medzi manuálnou a duševnou prácou. Zvyšuje kultúru výroby, má pozitívny vplyv na zamestnancov v tom zmysle, že ich núti k ďalšiemu štúdiu, k vzdelávaniu a k celkovému rozvoju osobnosti. Robotika oslobodzuje človeka od úlohy bezprostredného hlavného činiteľa technologických a výrobných procesov. Z uvedených aspektov možno teda robotiku označiť za významný špecifický, spoločenský fenomén, ktorý vstúpil na svetovú scénu.

Výrobné procesy možno z hľadiska automatizácie v prvom priblížení rozdeliť do dvoch kategórií:

1. Spojité výrobné procesy, kde toky materiálov a energií prebiehajú spojitou, napr. pri výrobe elektrickej energie, chemických produktov a pod.
2. Diskrétne výrobné procesy, kde sa sled jednotlivých operácií rôzne mení, menia sa toky materiálov, informácií, energií, pričom do tejto kategórie možno zaradiť napr. strojárstvo, elektrotechnickú a elektronickú výrobu, značnú časť hutníckeho priemyslu, textilnú výrobu, výrobu obuvi, stavebných dielcov, potravín a celého radu ďalších výrob.

Automatizácia procesov prvej skupiny je do značnej miery zvládnutá, i keď sa ďalej rozvíja. Naopak diskrétne výrobné procesy (aj keď v celom rade jednotlivých čiastkových agregátov je automatizácia aj tu dobre zvládnutá) ešte donedávna odolávali komplexnej automatizácii. Na scénu vstúpil priemyselný robot, ktorý dnes možno označiť za mimoriadne účinný automatizačný prostriedok nespojitých výrobných procesov, pričom robot sa nedá nahradiť žiadnymi inými automatizačnými prostriedkami. Ide o neobvyčajne pružné funkcie, priestorové aj časové, čo je ich jedinečnosť. Robotizovaná výroba umožňuje veľkú flexibilitu výroby, dáva možnosť ľahkej zmeny výrobkov, pretože priemyselné roboty môžu flexibilne meniť svoju činnosť, pričom sa tieto zmeny riešia iba programovacími prostriedkami. Táto vlastnosť priemyselných robotov je neobvyčajne významná a s uvedeného je zrejmé, že sú v mnohých prípadoch nadradené nad jednocelovými automatmi.

Ak by sme v tomto štádiu chceli kategorizovať roboty do určitých tried, delenie by vyzeralo takto:

- roboty určené na manipuláciu, napr. obsluhu obrábacích strojov,
- technologické priemyselné roboty, vykonávajúce napr. zvaračské práce,
- montážne roboty, napr. na montáž televíznych prijímačov, počítačov, elektromerov, spaľovacích motorov, automobilov a pod.,
- roboty v oblasti služieb, napr. čistiace roboty, roboty na obsluhu čerpacích staníc,
- roboty na špeciálne použitie, napr. vesmírne a podmorské aplikácie, použitie v medicíne (rehabilitačné úkony, operačné zákroky, hmatový identifikáciu nádorov), laboratórne roboty, humanoidné roboty s umelou inteligenciou (napr. na vedenie nevidiacich a pod.).



## 2. USA – krajina zrodu svetovej robotiky

Ak do pojmu robot nezahrnieme rôzne historické mechanizmy a stroje, tak za prvý reálny robotický systém, ktorý patrí do kategórie systémov tzv. teleoperátorového typu, možno zaradiť elektricky poháňaný čln pracujúci na báze vtedajších kódovaných rádiových vln, ktorý v roku 1898 prezentoval pred admiraliťou USA na jazere neďaleko New Yorku mimoriadne nadaný fyzik a elektrotechnik Nikola Tesla. Teslovo diaľkovo riadené plavidlo malo riadenú rýchlosť prepínaním trakčných akumulátorov. Plavidlo poháňal elektrický motor a malo vynikajúcu manévrovaciu schopnosť.

Uvedme pri tejto príležitosti, že autorom samotného, dnes absolútne internacionálneho pojmu robot, bol český dramaturg a spisovateľ Karel Čapek, ktorý na návrh svojho brata Jozefa použil termín „ROBOT“ vo svojej hre R.U.R., ktorá sa hrala prvýkrát na scéne Pražského národného divadla v roku 1921. Rozvoj modernej robotiky sa však zrodil v USA, v štáte Conecticut, v meste West Port v roku 1954, kde pôsobil mimoriadne nadaný samouk bez vysokoškolského vzdelania George C. Devol, ktorý sa pokladá za starého otca robotiky. Mal v tom čase už vyše 40 patentov na konštrukcie svojich hydraulických robotov a ich riadiacich systémov. Jeho robot uvedený na obr. 5 pochádzajúci z roku 1954 mal masívnu konštrukciu a využíval hydraulické lineárne a rotačné motory. Ovládanie týchto hydraulických servomotorov bolo elektrické. Prvý, kto ocenil práce G. Devola a postrehol ich perspektívu, bol absolvent Columbijskej univerzity, 27-ročný Joseph F. Engelberger, ktorý bol inšpirovaný vynikajúcimi knihami z oblasti sci-fi Isaca Asimova. V druhej polovici 50-tych rokov došlo k spolupráci Georga Devola a Josepha Engelbergera, ktorej výsledkom bol v roku 1959 prvý univerzálnejší priemyselný robot na svete nazvaný UNIMATE. V roku 1961 boli prvé priemyselné roboty UNIMATE aplikované v americkej firme General Motors. Použili sa na striekanie karosérií automobilov. Pri prvotnom striekaní (resp. mohlo ísť aj o striekanie „bez farby“) operátor napr. držal koncový bod robota (bez hydraulického tlaku) so striekacou pištoľou rukou a v tomto tzv. režime učenia, ktorý sa neskôr nazýval



Obr.1 Nikola Tesla  
(1856 – 1943)  
významný vynálezca,  
fyzik a elektrotechnik



Obr.3 Karel Čapek (vľavo) so svojim bratom Jozefom  
– prví na svete zaviedli v roku 1921 pojem robot

„playback“, dával robot prostredníctvom svojich snímačov informácie o rýchlosti a polohe svojich ramien a striekacej pištole. Informácie zo snímačov sa v číslicovej podobe zaznamenávali na magnetofónovú pásku, čím vznikol riadiaci program robota. Pri ďalšom striekaní sa činnosť robotov opakovala podľa uvedeného programu. Táto robotizovaná technológia udivila v tom čase celý priemyselný svet a bola neskôr rozšírená do všetkých, priemyselne vyspelých štátov.

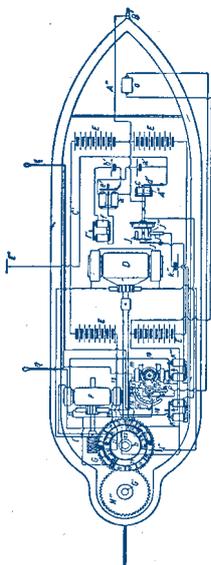
Napriek prvým konkrétnym problémom, ktoré vznikli v USA v dôsledku silného odborového hnutia, sa robotika vyvíjala veľmi slubne. Jedna z prvých veľkých priemyselných aplikácií robotov vo svete bola napr. zväracia linka karosérií vozidiel Chevrolette Vega v závode General Motors v meste Lordstone, v štáte Ohio, kde po úspešných pokusoch v roku 1967 s dvoma robotmi bolo v rokoch 1969 – 1970 nasadených celkovo 28 robotov UNIMATE so zväracími kliešťami na odporové bodové zvärcanie.



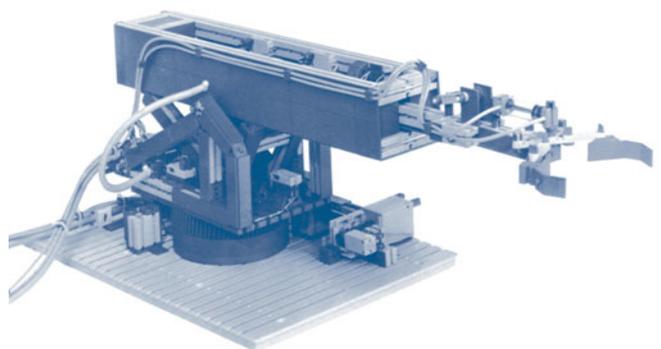
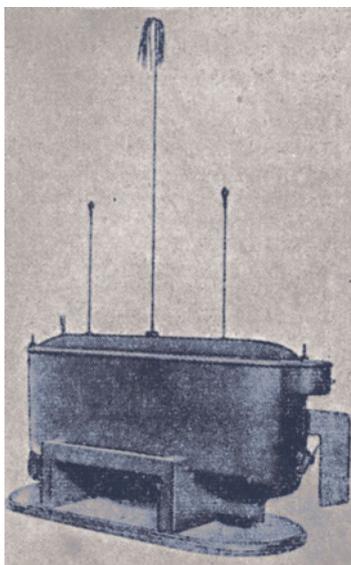
Obr.4 George C. Devol  
– starý otec  
svetovej robotiky

Počet priemyselných robotov v USA postupne narastal. Napr. v roku 1983 pracovalo v USA približne 8000 robotov, o rok neskôr približne 13 000, v roku 1985 už 20 000 a v roku 1986 už 27 000 robotov.

V roku 1974 bola v USA založená inštitúcia s pôvodným názvom Robot Institut of America – RIA. V súčasnosti pod týmto označením ide o Robotic Industries Association, ktorá združuje výrobcov robotov, ich distributérov, servisné a konzultantské firmy, organizuje kongresy, reprezentuje priemysel robotov vo vláde USA, má výrazný vplyv na vysokoškolské vzdelávanie odborníkov v robotike, pričom v tomto odbore ročne končí približne 25 000 inžinierov.



Obr.2 Teslovo plavidlo teleoperátorového typu z roku 1898  
diaľkovo ovládané kódovanými rádiovými signálmi



Obr.5 Prvý priemyselný robot sveta G. Devola z roku 1954

RIA ďalej udeľuje prestížne ceny za objavy a rozvoj robotiky, usporadúva výstavy robotov, vydáva publikácie atď. Pod jej vedením sa zrodili aj špeciálne normy pre priemyselné roboty a pod. Veľký vplyv na činnosť tejto inštitúcie mal už spomínaný Joseph Engelberger, ktorý bol dlhé roky aj prezidentom tejto organizácie. Cena priemyselných robotov v uvažovanom období (pokiaľ išlo o roboty so 6-timi alebo 5-timi stupňami voľnosti) dosahovala v USA hodnotu niekoľko desiatich tisíc dolárov. Možno konštatovať, že USA v súčasnosti výrazne dominujú vo výskume a výrobe kozmických robotov a robotov pre činnosť na morskom dne. Medzi významných výrobcov priemyselných robotov v USA možno zaradiť napr. General Motors, Cincinnati-Millacron, IBM, GMF Robotics, Westinghouse Electric a ďalších.



**Obr.6 Joseph F. Engelberger**  
– otec svetovej robotiky



**Obr.7 Priemyselný robot UNIMATE**  
s nosnosťou 35 kg z roku 1959 ako výsledok spolupráce G. Devola a J. Engelbergera

Rozloženie robotov v jednotlivých výrobných oblastiach v uvažovanom období v USA bolo takéto:

- automobilový priemysel – približne 40 %,
- elektronický a elektrotechnický priemysel – približne 20 %,
- technologické procesy typu robotizované elektrické zvarovanie v ochrannej atmosfére plynov, montážne procesy, paletizácia a pod. – približne 18 %.

*Pokračovanie v budúcom čísle.*

**prof. Ing Václav Kalaš, DrSc.**

**Slovenská technická univerzita**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra automatizácie a regulácie**  
**Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava**  
**e-mail: kalas@kar.elf.stuba.sk**