

Doc. dr inż. Henryk Kowalowski  
Katedra Konstrukcji  
Aparatów Automatyki

## 1.1. OSIĄGNIĘCIA I POTRZĘBY W ZAKRESIE BUDOWY ŚRODKÓW AUTOMATYZACJI W KRAJU

### W s t ę p

Specyficzną cechą przeżywaną od kilkunastu lat rewolucji naukowo-technicznej są istotne zmiany w charakterze pracy, metodach produkcji i jej zarządzania, związane z realizacją współczesnych osiągnięć nauki i techniki.

Wkroczyliśmy w okres, gdy maszyny i urządzenia wykonują w zastępstwie człowieka również złożone operacje logiczne wymagające dotychczas pracy umysłowej ułatwiając tę pracę i podnosząc wielokrotnie jej sprawność.

Zbliżył się okres w którym przejdziemy od organizacji samodzielnego przebiegu poszczególnych operacji produkcyjnych do automatyzacji kompleksowej, której wielkie perspektywy wytacza nowa, samodzielna gałąź nauki o sterowaniu - automatyka lub inaczej cybernetyka techniczna.

Tempo zastosowań osiągnięć automatyki w różnych dziedzinach życia, a przede wszystkim w produkcji, stanowić będzie podstawowe źródło wzrostu wydajności pracy, obniżenia kosztów inwestycji i produkcji, będzie dźwignią dalszego rozwoju i wzrostu stopy życiowej obywateli.

### Główne grupy urządzeń automatyki

Obecny stan automatyzacji procesów wytwórczych pozwala na wyodrębnienie trzech podstawowych grup automatycznych urządzeń produkcyjnych.

Pierwsza grupa, przedstawiająca najstarszą formę automatyzacji pracuje według ustalonego sztywnego programu lub cy-

klu produkcyjnego bez możliwości samoczynnej korekty procesu technologicznego. Są to grupy specjalizowanych maszyn (różnego rodzaju automaty do produkcji określonych wyrobów), które umożliwiły zapoczątkowanie automatyzacji procesów bez wykorzystania sprzężeń zwrotnych i w większości przypadków bez możliwości ciągłej regulacji procesu wytwórczego.

Do drugiej grupy trzeba zaliczyć urządzenia automatyki kontrolujące samoczynnie przebieg procesu wytwórczego poprzez regulację i sterowanie mierzonych na bieżąco parametrów procesów technologicznych przy pomocy układów opartych na technice hydraulicznej, pneumatycznej, elektrycznej, elektronicznej i mieszanej. Mieszczą się tutaj w ogromnej większości współczesne rozwiązania automatycznej regulacji i sterowania procesów technologicznych w energetyce, chemii, metalurgii, górnictwie, przemyśle maszynowym i spożywczym i innych.

Kompleksy urządzeń, które zaliczamy do trzeciej grupy, pracujące w oparciu o założone parametry produktu lub zapewniające samoczynny optymalny przebieg procesu produkcji lub zarządzania znajdują się już poza przedmiotem wysiłków w dziedzinie badań naukowych i pierwszych praktycznych zastosowań. Obserwujemy coraz więcej realizowanych elastycznych, kompleksowych układów automatyki dostosowujących charakterystyki i uwzględniających doświadczenia z pracy poprzednich przebiegów. Podstawowe środki automatyzacji realizujące takie układy to przede wszystkim maszyny matematyczne współpracujące z bogatym zapleczem urządzeń peryferyjnych.

#### Stan produkcji środków automatyzacji

Stały i bardzo szybki wzrost zapotrzebowania na aparaturę pomiarową i regulacyjną, na środki automatyki konwencjonalnej i kompleksowej nie znajduje jeszcze obecnie odpowiedniego pokrycia w wyrobach krajowych zakładów podległych Zjednoczeniu Przemysłu Automatyki i Aparatury Pomiarowej "MERA".

Trzeba jednak stwierdzić, że podjęte przez IV Zjazd PZPR w 1964 roku uchwały zakładające ponad 2,5-krotny wzrost produkcji środków automatyzacji w okresie 1966-1970 oraz postu-

lujące zmiany organizacyjne dotyczące tego przemysłu przyniosły już bardzo znamienne rezultaty.

Obecnie rozwój techniczny środków automatyzacji prowadzony jest w ramach Krajowego Systemu Automatyki (KSA), którego założenia oparte są o uzgodnione warunki techniczne Uniwersalnego Systemu Automatycznej Kontroli Regulacji i Sterowania (URS) opracowanego w ramach współpracy technicznej krajów stowarzyszonych w Radzie Wzajemnej Pomocy Gospodarczej.

Rozwój techniczny aparatury pomiarowej będzie prowadzony w ramach Krajowego Systemu Pomiarów (KSP) nad którego założeniami pracuje jeszcze Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów.

Wprowadzane do produkcji i już produkowane wyroby w ramach prac nad KSA i KSP cechuje wysoki stopień unifikacji i normalizacji oraz nowoczesności, którego wyróżnikiem staje się w coraz większym stopniu niezawodność działania. Idzie tu, jak wiadomo, o rękojmię sprawnego działania urządzenia czy elementu, które nie powinny zawodzić bez względu na okoliczności.

Dokonując przeglądu produkcji wyrobów objętych KSA oraz niektórych objętych KSP zatrzymamy się na początku na Gałęzi elektrycznej analogowej - GEA - KSA.

W ramach współpracy technicznej krajów stowarzyszonych w RWPG Polska opracowała część centralną systemu blokowego automatyki elektrycznej analogowej URS o sygnale 0-5 mA, tzw. II wariant dla procesów wolnozmennych (wariant I opracowano w CSRS z przeznaczeniem dla automatyki napędów).

Poszczególne grupy wyrobów występujących w tym systemie obejmują:

- czujniki temperatury produkowane przez Krakowską Fabrykę Aparatury Pomiarowej,
- analizatory gazów,
- manometry z nadajnikami i sygnalizacją - produkowane przez Kujawską Fabrykę Manometrów we Włocławku,
- przepływomierze, też w oparciu o licencję Kent - Thiegi - produkowane przez KWAP,

- przetworniki ciśnienia z wagą prądową, w oparciu o licencję "Askania", produkują Zakłady Automatyki Przemysłowej w Ostrowie Wlkp.,
- przetworniki wielkości elektrycznych, produkowane przez Zakłady Elektronicznej Aparatury Pomiarowej "ELPO" Wrocław oraz w Zakładach Doświadczalnych KWAP "EUREKA",
- regulatory i bloki części centralnej, PID, PI lub PD z wyjściem impulsowym i ciągłym, produkowane przez WZE "ELWRO",
- wzmocnione wyjściowe dostosowanie do współpracy z silnikami wykonawczymi prądu stałego, i przestrzennego, produkowane przez ZZEAP "ELPO" i ZAP w Ostrowie Wlkp.,
- wskaźniki elektryczne z sygnalizacją, rejestratory i kompensatory elektryczne, produkowane przez Lubelskie Zakłady Aparatów Elektrycznych "LUMEL" w oparciu o licencję Joensa oraz przez KWAP.

Prace rozwojowe w zakresie GEA - KSA będą koncentrować się na wprowadzaniu struktury modułowej i łączówek, wprowadzeniu obwodów scalonych, gdzie to będzie technicznie i ekonomicznie uzasadnione, wprowadzeniu bloków umożliwiających współpracę z maszyną matematyczną jako regulatorem nadrzędnym oraz wprowadzaniu nowoczesnych podzespołów poprawiających dokładność i niezawodność.

Jeżeli chodzi o gałąź elektryczną cyfrową - GEC - KSA, to obecnie nie ukształtował się jeszcze w pełni zakres tej gałęzi. Można tylko wymienić poszczególne fragmenty, z których w przyszłości będzie się składać prawdopodobnie GEC - KSA a to:

- elektroniczne zespoły logiczne - serii "Logister" oparte o tranzystory krzemowe, zanim dostępne będą obwody scalone,
- przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe realizujące funkcje przetwarzania na drodze elektronicznej i z wykorzystaniem silników krokowych.

Gałąź pneumatyczną analogową - GPA - KSA obejmującą regulatory, stacyjki nastawcze z wbudowanymi monometrami przetworniki ciśnienia i różnicy ciśnienia w ramach nowoczesnego sy-

stemu "Pnefal" produkuje w oparciu o licencję Przedsiębiorstwo Automatyki Przemysłowej PAP w Warszawie - Falenicy.

Przystosowanie systemu "Pnefal" do współpracy z maszyną matematyczną do sterowania procesami przemysłowymi wymagać będzie opracowania stacyjki nastawowej z wyjściem cyfrowym, przy czym podstawowym elementem przetwarzającym sygnał cyfrowy na wielkość mechaniczną - przesunięcie będzie silnik krokowy.

Część wykonawczą systemu, siłowniki pneumatyczne produkcję ZWEAP "Polna" w Przemyśle.

Obeonie trwają prace nad przygotowaniem produkcji dwóch systemów Gałęzi pneumatycznej dyskretnej (przełącznikowej)

- GPD - KSA:

- systemu "Meralog" wg patentu i opracowania Katedry Automatyki Mechanicznej Politechniki Warszawskiej oraz

- systemu według opracowania PIAP, wdrażanego do produkcji w Zakładzie Doświadczalnym PIAP w Warszawie.

Oba systemy pracujące na tym samym sygnale  $0,2 - 1 \text{ kg/cm}^2$ , mogą też współpracować z systemem "Pnefal".

Równolegle prowadzi się prace rozwojowe nad strumieniowymi elementami logicznymi, których oenna zaleta to wysoka niezawodność w wyjątkowo trudnych warunkach pracy (wysoka temperatura, wilgotność 100%, drgania i udary, promieniowanie radioaktywne) tam gdzie nie będą mogły pracować elektroniczne elementy logiczne.

Nasz Kraj, jest także Krajem wiodącym w opracowaniach systemu automatyki hydraulicznej URS w ramach RWPG.

Z zakresu Gałęzi hydraulicznej analogowej GHA - KSA obok systemu niskociśnieniowego ( $10 \text{ kg/cm}^2$ ) prace wdrożeniowe nad systemem wysokociśnieniowym ( $64 \text{ kg/cm}^2$ ) prowadzi ZAP w Ostrowie Wlkp. Zakłada się, że wobec zmniejszenia się zainteresowania projektantów w stosowaniu automatyki hydraulicznej, do produkcji wejdą w pierwszym okresie zespoły wykonawcze, które za pośrednictwem odpowiednich przetworników spełniać będą funkcje elementów wykonawczych dla systemów automatyki elektrycznej i pneumatycznej.

Chociaż w PIAP prowadzi się prace rozwojowe także nad tłoczakowymi hydraulicznymi elementami logicznymi Gałęzi hydraulicznej dyskretnej (przełącznikowej) GAD - KSA wydaje się, że wobec zdecydowanego rozszerzania stosowania programowego sterowania w obrabiarkach w oparciu o układy elektroniczne, hydrauliczne elementy logiczne spełniać będą jedynie rolę pomocniczą.

W uchwałach V Zjazdu Partii mówi się między innymi: "Rozwój nowej techniki powinien koncentrować się głównie na automatyzacji procesów wytwórczych, szerokim stosowaniu urządzeń elektronicznych, (...) oraz zastosowaniu elektronicznej techniki obliczeniowej".

Nowe konstrukcje maszyn matematycznych powstających we Wrocławskich Zakładach Elektronicznych ELWRO zabezpieczają w dużym stopniu realizację tych uchwał.

Po opanowaniu produkcji w 1967 roku kolejnego typu maszyny cyfrowej ODRA 1204, szybkiej i uniwersalnej maszyny przeznaczonej zarówno do obliczeń naukowo-technicznych, przetwarzania danych jak i sterowania w czasie rzeczywistym, Zakłady ELWRO mogą poszczycić się kolejnym sukcesem.

Oto w 1968 roku zbudowano i uruchomiono pierwszy w działalności projektowo-konstrukcyjnej Zakładów ELWRO zestaw urządzeń techniki cyfrowej do przetwarzania danych (przy współpracy z angielską firmą International Computers Ltd). Zestaw ten, zwany oficjalnie SERIA MASZYN CYFROWYCH ODRA 1300 może być również efektywnie zastosowany do obliczeń naukowo-technicznych oraz do sterowania procesami technologicznymi.

Seria maszyn cyfrowych ODRA 1300 jest tak opracowana, że pozwala elastycznie dobierać odpowiedni dla użytkownika zestaw urządzeń. Seria ODRA 1300 składa się z szeregu Centralnych Procesorów (ODRA 1304, ODRA 1314, ODRA 1324) z różnymi pojemnościami pamięci operacyjnej, z szeregu pamięci zewnętrznych (taśmowych, bębnowych) oraz z szerokiego zakresu urządzeń wprowadzania i wyprowadzania informacji (czytniki i perforatory taśmy papierowej, czytniki kart, druki wierszowe, elektryczne maszyny do pisania i inne). Elastyczny dobór konfiguracji użytkowej elementów serii ODRA 1300 jest zapewniony przez modułową konstrukcję poszczególnych elementów tej serii,

które to elementy łączą się z centralnym procesem za pomocą standaryzowanego (logicznie i technicznie) złącza.

Maszyny serii ODRA 1300 są tak zaprojektowane, aby funkcjonowały pod kontrolą nadrzędnego systemu operacyjnego. System ten, znajdujący się na stałe w pamięci operacyjnej maszyny, zarządza wszystkimi urządzeniami zewnętrznymi oraz nadzoruje przebieg pracy programów użytkowych. Systemy operacyjne mają strukturę modułarną i są dobierane stosownie do konfiguracji sprzętu technicznego; maszyny posiadają także obszerne biblioteki programów użytkowych z różnych dziedzin gospodarki i nauki.

- System operacyjny EXECUTIVE, który zarządza całością pracy systemu, mianowicie:
  - realizuje przesyłania do lub z urządzeń zewnętrznych
  - wykonuje funkcje wszystkich rozkazów programowanych (np. rozkazów zmiennoprzecinkowych w maszynie 1304),
  - wykonuje wszystkie zalecenia operatorskie (uruchomianie, przerywanie i stopowanie programów) i sygnalizuje wykryte błędy w pracy programów i urządzeń,
  - organizuje i kontroluje przebieg pracy wieloprogramowej.
- Języki programowania. Maszyny 1304 i 1314 są wyposażone oprócz języków symbolicznych, PLAN, NICOL w kompajlery dla takich znanych języków jak:
  - ALGOL, FORTRAN, COBOL, RAPIDWRITER (uproszczona wersja COBOLu).
- Obszerne systemy operacyjne, które w połączeniu z programem EXECUTIVE, dają ogromne ułatwienia przy wykonywaniu różnych mieszanych zadań oraz dalsze ułatwienia operatorskie. Są to systemy znane pod nazwą GEORGE 1, 2 i 3.
- Pakiety programów użytkowych jak np.:
  - sterowanie produkcją,
  - zarządzanie zapasami magazynowymi,
  - liniowe programowanie,
  - algebra macierzowa,

- programy PERT,
- programy problemów transportowych i inne.

Konieczne jest jednak dalsze rozwijanie krajowego przemysłu maszyn matematycznych w szczególności mniejszych, nadających się do sterowania procesami technologicznymi oraz - krajowego przemysłu urządzeń peryferyjnych.

Pracownicy Wydziału Automatyki Politechniki Śląskiej wykazali szereg inicjatyw, których wynikiem są znane decyzje odnośnie usytuowania dużej części tego przemysłu na Śląsku, który zmienia ostatnio swą tradycyjną strukturę przemysłową.

#### Podstawowe zagadnienia technologiczne

Fundamentalne znaczenie dla dalszego szybkiego rozwoju przemysłu automatyki i aparatury pomiarowej posiada sprawa zapewnienia odpowiedniego poziomu technologicznego produkcji środków automatyki. Obok poważnych osiągnięć w tej dziedzinie mamy do odnotowania szereg zaniedbań i opóźnień.

Podobnie jak w zakresie środków automatyki potrzebny jest tutaj pewien system klasyfikacyjny dotyczący zagadnień technologicznych.

Wydaje się, że próba usystematyzowania tych problemów zaproponowana w zeszycie N 2/67 "NOWA TECHNIKA" chociaż porusza szereg b. istotnych grup technologicznych daleko nie wyczerpuje zagadnienia w szczególności w zakresie nowych technologii elektronicznych.

Jednym z podstawowych wskaźników oceny jakości technologii produkcji w przemyśle automatyki i aparatury pomiarowej jest udział montowni i działów wytwarzających części w wartości wytwarzanej produkcji.

Jeśli w bardziej nowoczesnych zakładach stosunek ten przedstawia się tak: montaż 65%, wyrób części 35%, to tylko w niektórych naszych zakładach produkcyjnych osiąga się wartości: montaż ok. 40%, wyrób części ok. 60%.

Udział obróbki części i montażu w wartości wytwarzanej produkcji zakładów technologicznie nowoczesnych w stosunku do niektórych fabryk naszego przemysłu jest więc zupełnie odwrotny.



Oznacza to, że w naszych zakładach produkcyjnych najczęściej dominuje pracochłonność wytwarzania części a w zakładach nowoczesnych - montaż.

Przyczyna tego stanu rzeczy leży w technologiczności konstrukcji. Wyroby o przodującej technice produkcji posiadają konstrukcje bazowane na technologii obróbki plastycznej, odlewniczej, termicznej i obrotowej, a udział obróbki wiórowej sprowadzony jest do minimum.

Szeroko stosowane jest tłocznictwo, kucie, odlewanie i prasowanie.

Stosowanie takich technologii produkcji, wysoki stopień mechanizacji i automatyzacji procesów wytwarzania elementów i ich montażu oraz szeroko stosowane transportery taśmowe i wiszące w zakładach wytwórczych a także włączenie czynności kontrolnych w cykl produkcyjny wpływają zasadniczo na niski koszt wyrobów.

Produkcja środków automatyki w naszym przemyśle wymaga reorganizacji technologicznej. Stosowanie nowoczesnych technologii narzuca nam zresztą coraz to częściej uruchamianie produkcji wyrobów licencyjnych.

Wydaje się, że w naszych warunkach konieczne staje się rozwijanie w poszczególnych zakładach przemysłu automatyki specjalizacji technologicznych obok specjalizacji asortymentowych, gdyż na szybkie przejście na nowe technologie równoległe większej liczby zakładów ohyba nie możemy liczyć.

Oddzielną problematykę technologiczną stanowi ekspansywny rozwój mikroelektroniki.

Zasadniczo elektronika opiera się na możliwości sterowania przepływem elektronów w układach elektrycznych. Środki, które pozwalają to realizować można sklasyfikować historycznie biorąc w trzech generacjach:

- Pierwszą generację stanowiły lampy elektronowe z termokatodą, zastosowane w radiokomunikacji ponad pół wieku temu.
- Era drugiej generacji przyrządów elektronowych, przyrządów półprzewodnikowych, a wśród nich tranzystorów nastąpiła około 20 lat temu. Tranzystory, wykonywane na maleńkich płyt-

kach germanowych lub krzemowych, zastępują większe, droższe i zużywające więcej energii lampy elektronowe, zrewolucjonizowały całą elektronikę.

- Elektroniczne układy scalone, których budowa została zainicjowana ok. 1958 r. w USA zalicza się do trzeciej generacji przyrządów, które dokonały kolejnej rewolucji elektroniki. Układy scalone są podobnie trwałe i ekonomiczne w zużyciu energii elektrycznej, jak tranzystory, zachowują zwartość i sztywność ciała stałego i są niedrogie w produkcji.

Tam, gdzie kiedyś powstawał pojedynkozy tranzystor na powierzchni płytki krzemowej, obecnie na takim samym obszarze wytwarzany jest cały układ elektroniczny.

W naszym Kraju mikroelektronika rozrosła się, w szczególności w ciągu ostatnich ostatnich lat w poważną wielokierunkową dziedzinę.

Z szeregu różnorodnych technologii mikroelektronicznych opracowanych i zastosowanych w produkcji nie wszystkie oczywiście okazały się możliwe i zasługujące na rozwijanie u nas. Trzy z nich uoconiły swoją pozycję, oczywiście każda z nich w swoim zakresie zastosowań:

- Integracja półprzewodnikowa znajduje główne zastosowanie w maszynach matematycznych, szczególnie trzeciej generacji. Technika ta już przy obecnej fazie rozwoju w krajach o zaawansowanej produkcji wykazała zasadnicze walory elektroniczne - najniższe koszty wytwarzania, przy najwyższym poziomie integracji elektronicznej.
- Integracja w strukturze cienkich warstw na podłożu dielektrycznym znajduje zastosowanie w mikroukładach liniowych i cyfrowych o ostrych wymaganiach w zakresie stabilności parametrów, we wzmacniaczach operacyjnych oraz w układach mikrofalowych.
- Integracja w strukturze warstw grubych na podłożu dielektrycznym znajdująca zastosowanie w układach liniowych sprzętu powszechnego użytku i w układach cyfrowych o dużej ilości elementów biernych i połączeń.

W dziedzinie materiałów dla przemysłu elektronicznego ustalone w Polsce kierunki rozwojowe są w pełni aktualne z tym, że obserwuje się niepokojące zjawisko wzrostu rozpiętości pomiędzy aktualnymi potrzebami elektroniki a realizacją zamierzeń.

W zakresie podzespołów magnetycznych do powszechnych zastosowań weszły taśmy zimnowalcowane. Uzyskano dalszy postęp w zakresie parametrów stopów magnetycznych miękkich i twardych.

Uruхомiono produkcję rezystorów precyzyjnych i wysokostabilnych. Coraz częściej stosuje się mikroukłady grubowarstwowe eliminujące elementy dyskretne RLC.

O rozwoju i poziomie elektroniki w każdym kraju decydująca stała się produkcja elementów półprzewodnikowych, a szczególnie opanowanie technologii epitaksjalno-planarnej, co stanowi bazę do produkcji półprzewodnikowych układów scalonych niezbędnych do produkcji maszyn matematycznych III generacji.

Wprowadzenie w życie programu zawartego w tym ostatnim zdaniu jest zasadniczym i kluczowym zadaniem naszego przemysłu elektronicznego. Dla zwiększenia tempa rozwoju produkcji i nadrobienia opóźnień w stosunku do krajów przodujących w tej dziedzinie konieczne jest zwiększenie koncentracji środków na rozwój techniki półprzewodników.

Na tle omówionych pokrótce i daleko nie wyczerpująco aktualnych osiągnięć i potrzeb w zakresie budowy środków automatyzacji w kraju wyłania się poważna rola i duże znaczenie działalności naukowo-dydaktycznej prowadzonej na Wydziale Automatyki Politechniki Śląskiej. Nadal bowiem do jednych z najlepszych i najtrudniejszych zadań zaliczyć należy rozwiązanie niedoboru kadrowego zarówno pod względem ilości jak i kwalifikacji. Uruхомienie specjalności konstrukcji Urządzeń Automatyki oraz specjalizacji konstrukcji kompleksowych systemów sterowania i elektronicznych urządzeń automatyki przy wydziale Automatyki wpłynie niewątpliwie na polepszenie obecnej sytuacji kadrowej. Nie mniej wydaje się rzeczą pilną przystąpić równoległe do opracowania i realizacji programu doskonalenia dużych zespołów inżynierów, techników i robotników zatrudnionych w jak najszerszej pojętym przemyśle środków automatyki w biurach projektowych i zakładach wytwórczych w za-

kresie oraz to częściej opanowywanych i wprowadzonych do naszej gospodarki nowoczesnych technologii.

#### LITERATURA

- [1] Kowalski Z. - Elektromechaniczne i magnetyczne elementy i urządzenia automatyki przemysłowej. Referat "Seminarium Automatyki" Wydż. Autom. 25.III.69 r.
- [2] Kowalski Z. - Stan i perspektywy rozwoju środków automatyzacji. Biuletyn "Mera" N 1. 1969 r.
- [3] Piwoński W. - O programie rozwoju elektroniki. Zeszyty Problemowe P.T. Nr 8. 1969.
- [4] Rosiński W. - O rozwoju techniki półprzewodników. Zeszyty Problemowe P.T. Nr 8. 1969 r.
- [5] Żelazkiewicz K. - Niektóre uwagi o technologii produkcji w przemyśle automatyki i aparatury pomiarowej. Nowa Technika - MERA Nr 2 1967 r.
- [6] Żelazkiewicz K. - Przegląd Osiągnięć technologicznych w zakładach "Zjednoczenie" "MERA" w 1968 r. Biuletyn "Mera" Nr 2. 1969 r.
- [7] Układy scalone - krótki zarys. Pomiar Automatyka Kontrola Nr 3. 1969 r.