

KATEDRA SYSTEMÓW MIKROELEKTRONICZNYCH

Katedra Systemów Mikroelektronicznych została utworzona w 2003 roku w wyniku połączenia Katedry Elektroniki Ciała Stałego z Zakładem Układów Elektronicznych. Zespoły tworzące Katedrę wywodzą się z Zakładu Technologii Elementów i Układów Elektronicznych Instytutu Technologii Elektronicznej (1969-1992). Z Zakładu Technologii Elementów i Układów Elektronicznych (ZTEiUE) w roku 1971 został wyodrębniony Zakład Elektroniki Ciała Stałego, po czym w roku 1992, po zmianie struktury instytutowej Wydziału na katedralną, oba zakłady zostały przekształcone w katedry: Elektroniki Ciała Stałego (KECS) i Układów Elektronicznych (KUE). Następnie, ze względów formalnych, w 1997 roku przemianowano Katedrę w Zakład Układów Elektronicznych.

Pole działania Katedry Systemów Mikroelektronicznych obejmuje problematykę modelowania, projektowania i optymalizacji elementów i układów elektronicznych oraz projektowania i oprogramowania systemów mikroelektronicznych. Szczególnie intensywnie rozwijane są zaawansowane metody modelowania, projektowania oraz optymalizacji analogowych i cyfrowych układów scalonych wykorzystywanych we współczesnej elektronice użytkowej, telekomunikacji i informatyce.

Geneza tej problematyki wywodzi się z epokowego wynalazku, jakim było wynalezienie w 1958 roku układu scalonego. Wynalazek ten otworzył erę mikroelektroniki. Mikroelektronika okazała się dziedziną niezwykle prężną. Produkcja układów scalonych wzrastała, i nadal wzrasta, w bardzo szybkim tempie, a jej cechą charakterystyczną jest podwajanie się stopnia integracji, początkowo - co pół roku, a później - co dwa lata, przy jednoczesnej stałej obniżce kosztów jednostkowych wytwarzania. Rozwój architektury układów mikroelektronicznych przebiegał na podobieństwo rozwoju urbanistyki. Najpierw pojawiły się układy małej skali integracji, natomiast obecnie projektowane są i produkowane układy ultra wielkiej skali integracji, które zawierają dziesiątki milionów nanotranzystorów o rozmiarach wielkości bakterii. Rośnie gęstość mocy cieplnej wydzielanej w czasie ich pracy i można oczekiwać, że wkrótce osiągnie ona poziom spotykany w dyszy rakiety. Nieustannie wzrasta również funkcjonalność układów mikro- i nanoelektronicznych. Stały się one de facto skomplikowanymi systemami mikro- i nanoelektronicznymi dysponującymi w coraz większym stopniu sztuczną inteligencją. Metody wytwarzania układów scalonych umożliwiły również budowę systemów mikroelektromechanicznych (MEMS). Elementami tych systemów, obok elementów elektronicznych, są mikrosensory, mikroaktuatory, mikrosilniki, mikropompy, mikrorezonatory i t.p.

Poważną inspiracją do zajęcia się problematyką systemów mikroelektronicznych były prace seniora Katedry, profesora Michała Biało, nestora polskiej mikroelektroniki, członka rzeczywistego PAN, organizatora i pierwszego kierownika ZTEiUE i KUE, który już w 1969 roku opublikował monografię „Układy mikroelektroniczne”. Znaczne ugruntowanie tej problematyki w naszym zespole przypisać należy pracom niezującego już profesora Andrzeja Guzińskiego, kierownika ZTEiUE od 1977 r. i KUE w początkowych latach jej istnienia, zwłaszcza jego monografiom „Technologia układów warstwowych” i „Projektowanie i konstrukcja układów warstwowych” z 1973 roku.

W latach 90-tych dr hab. inż. Stanisław Szczepański rozwinął szeroko zakrojoną współpracę naukowo-badawczą z szeregiem firm krajowych i wiodącymi ośrodkami akademickimi zagranicznymi, po czym Katedra Systemów Mikroelektronicznych znacznie zintensyfikowała tę współpracę z czołowymi firmami regionu: m.in. z Intel Technology Poland, ChipIdea, Alatek. Rozwinęła się także współpraca z czołowymi uniwersytetami Europy, USA i Azji: University of Manchester, University of Hertfordshire, Katholieke Universiteit Leuven, Portland State University, Texas A&M University, Chonbuk National University South Korea). Rezultatem tej współpracy były długoterminowe staże naukowe dla młodej kadry naukowej oraz wspólne opracowania kilku unikalnych układów scalonych oraz kilkadziesiąt publikacji w renomowanych czasopismach rangi światowej.

Konsekwencją wieloletniego uprawiania problematyki ściśle powiązanej z mikroelektroniką jest prowadzenie dla kierunku studiów Elektronika i Telekomunikacja oraz Automatyka i Robotyka przedmiotów kierunkowych Przyrządy półprzewodnikowe i Układy elektroniczne. Do kanonu przedmiotów prowadzonych przez pracowników Katedry, oprócz wyżej wymienionych, należą: Programowalne układy cyfrowe, Podstawy elektroniki dla kierunku studiów Informatyka, Elektronika dla kierunku studiów Mechanika i Budowa Maszyn oraz Układy elektroniczne analogowe dla kierunku studiów Fizyka Techniczna, a dla subkierunku Elektronika: Podstawy mikroelektroniki, Technika sieci komputerowych, Filtry cyfrowe, Języki programowania HDL i Konwertery mocy.

Katedra prowadzi specjalność Systemy Mikroelektroniczne jako specjalność podstawową dla kierunku studiów Elektronika i Telekomunikacja oraz jako specjalność uzupełniającą dla kierunków Automatyka i Robotyka oraz Informatyka. Absolwenci naszej specjalności uzyskują wszechstronne przygotowanie w zakresie zintegrowanych (sprzętowo-programowych) systemów mikro- i nanoelektronicznych (np. dla systemów sieci komputerowych, bezprzewodowego sprzętu tele- i radiokomunikacyjnego, specjalizowanych koprocessorów i innych). Dysponujemy dobrze wyposażonymi laboratoriami do większości prowadzonych przedmiotów, w tym Laboratorium układów programowalnych, w którym znaczna część wyposażenia została ufundowana przez firmę Intel Technology Poland. Nasze laboratoria dydaktyczne wyposażone są w najnowsze oprogramowanie dostarczane przez firmy CADENCE i Xilinx. Katedra jest członkiem Cadence Academic Network oraz Europractice. Posiadamy specjalizowane układy uruchomieniowe oraz oprogramowanie projektowe programowalnych układów cyfrowych. Są to, między innymi, zestawy zawierające układy SPARTAN III

VIRTEX II, VIRTEX IV. Oprogramowanie projektowe firmy XILINX ISE oraz EDK umożliwia wykonanie projektów własnych podbloków, jak również realizację układów typu System-on-Chip (SoC).

W kooperacji z przemysłem realizowane są projekty układów cyfrowych. Przykładem może być przedstawiona na Fot. 2. płytką drukowaną projektu „Quality of Service (QoS) Hardware Building Block: FPGA Implementation” zrealizowanego dla firmy Intel Technology.

Godnymi odnotowania przykładami wyników prac naukowo-badawczych z ostatnich lat działalności Katedry są przedstawione na Fot. 3 specjalizowane układy scalone. Pierwszym z nich (Fot. 3a) jest zrealizowany w technologii 0,35 μ m CMOS zestaw programowalnych filtrów analogowych czasu ciągłego przeznaczonych do wielosystemowych scalonych odbiorników telefonii bezprzewodowej. Programowalny filtr pasma podstawowego przeznaczony jest dla wielosystemowych odbiorników GSM 900, PDS 1900, DCS 1800, DECT, o aproksymacji Czebyszewa 5-rzędu typu aktywne-RC. Filtr ten gwarantuje programowanie szerokości pasma przepustowego w zakresie od 100 do 700kHz oraz wzmocnienia w zakresie od 0dB do 24 dB.

Drugim (Fot. 3b) jest układ FPAA2 zawierający 40 bloków CAB (ang. Configurable Analog Blocks) wraz z układami pomocniczymi takimi jak: układy automatycznego dostrajania, bufory sygnałowe i układy polaryzacji. Układ został zrealizowany w technologii CMOS ORBIT nwell 2 μ m. Zawiera ok. 50.000 tranzystorów MOS i 2400 kondensatorów. Umożliwia cyfrowe zaprogramowanie i realizację filtrów typu gm-C pracujących w zakresie częstotliwości do kilku MHz.

W Katedrze prowadzone są również prace nad sprzętową implementacją wielowymiarowych klasyfikatorów pakietów sieci komputerowych. Od pewnego czasu routery w wydzielonych sieciach korporacyjnych oraz w sieci Internet wykorzystują do różnych celów klasyfikatory wielowymiarowe pakietów, np. kontroli dostępu, rezerwacji zasobów, zapewnienia jakości usług (QoS), bezpieczeństwa zasobów i użytkowników. Dzięki sprzętowej implementacji klasyfikatory są bardzo szybkie i dzięki temu mogą być stosowane w urządzeniach o dużej przepływności (powyżej 10 Gbps). Wśród prac z tego zakresu zwracają uwagę badania nad efektywną implementacją systemów SoC w architekturze FPGA. Prowadzone były próby implementacji sieci typu Network on Chip (NoC) w układach FPGA. Sieci typu NoC stały się bardzo interesującym i obiecującym rozwiązaniem dla systemów typu SoC, które charakteryzują się intensywną wewnętrzną komunikacją. Badania dotyczą nowych rozwiązań sieci NoC wykorzystujących specyficzne zasoby FPGA takie jak: globalne sieci zegara, dedykowane sieci carry i moduły SRL-16. Rozwiązania te pozwalają na bardzo efektywną implementację niektórych rodzajów sieci NoC.

W Katedrze wykonywane są także prace innowacyjno-rozwojowe. Ich przykładem jest zilustrowany na Fot. 4, przedstawiony na tegorocznej konferencji Technologie Informacyjne 2007, projekt systemu głosowej informacji w windach oparty o czujniki MEMS. System posiada unikalną cechę polegającą na tym, że do działania nie potrzebuje połączenia z systemem sterującym windy. Zasilany z baterii lub akumulatorów może być zamontowany w ścianie windy, wymaga tylko prostej kalibracji. System oparty jest na akcelerometrach MEMS dokonujących pomiaru przeciążeń w kabinie windy. Może on działać nawet w windach nie posiadających wskaźnika piętra. Jego zastosowania obejmują budynki użyteczności publicznej (hotele, szpitale), gdzie komunikaty głosowe w windach są wymagane prawem lub konieczne z powodu np. obecności osób niewidomych.

Wizja przyszłości katedry

Katedra Systemów Mikroelektronicznych posiada wieloletnie doświadczenie w dziedzinie projektowania specjalizowanych układów scalonych, opartych na współcześnie dostępnych mikro- i nanotechnologiach. Zasoby ludzkie i sprzętowe Katedry są wystarczające do prowadzenia zaawansowanych prac projektowych oraz badawczych.

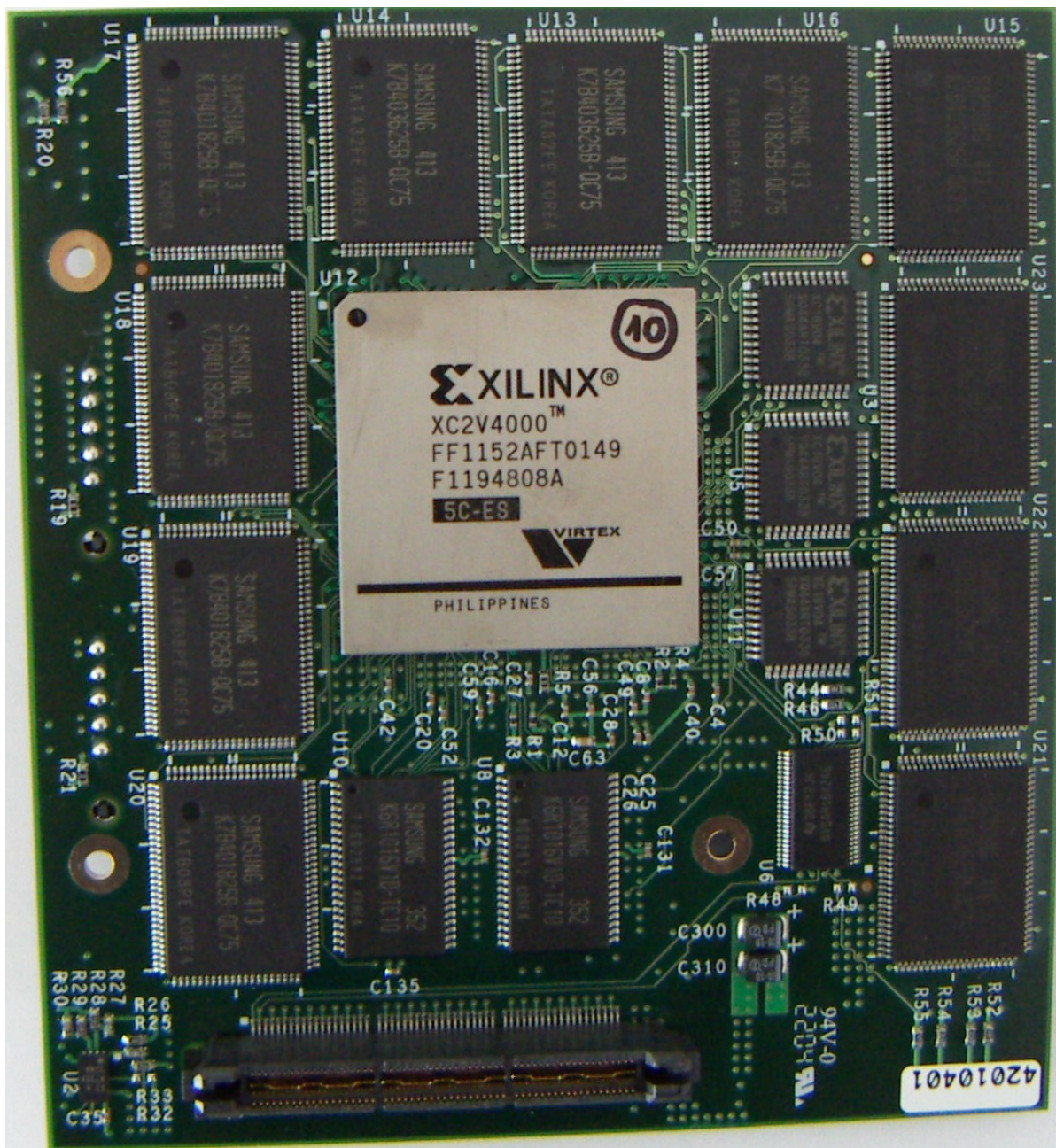
Obecnie w Katedrze realizowany jest m.in. projekt badawczo-rozwojowy pt.: „Projekt i realizacja zintegrowanych modułów sieci sensorowej w technologiach FPGA i ASIC do monitorowania środowiska i ruchu pojazdów w obszarach miejskich”. Jego rezultatem będzie prototypowa samoorganizująca się sieć czujników połączonych łączami radiowymi i monitorująca ruch pojazdów na określonym obszarze. Czujniki będące inteligentnymi i samodzielnymi systemami mikroelektronicznymi, będą dokonywać analizy obrazów zebranych przez kamery oraz określać prędkość i kierunek ruchu pojazdów. Skompresowana informacja przesyłana będzie do centrali i analizowana przy wykorzystaniu specjalistycznego oprogramowania. Zainteresowanie wdrożeniem tego systemu wykazuje wiele miast północnego regionu Polski.

Przyszłość Katedry leży w dalszym doskonaleniu znajomości metod i narzędzi projektowania analogowych oraz cyfrowych układów i systemów scalonych, zwłaszcza systemów SoC, układów ASIC i układów programowalnych FPGA, wykorzystujących współczesne, najbardziej zaawansowane mikro- i nanotechnologie. Aktualnie w Katedrze prowadzone są również prace naukowo-badawcze związane z realizacją kilku rozpraw doktorskich i habilitacyjnych silnie ukierunkowanych na aktualne i przyszłe potrzeby gospodarki krajowej.

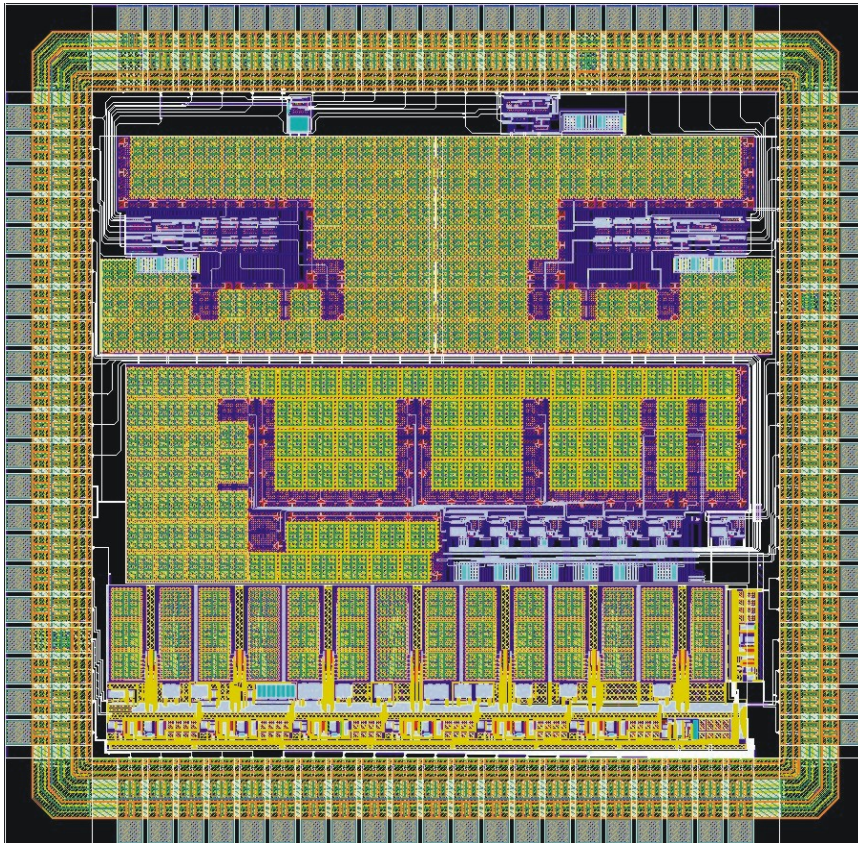
Fotografie:



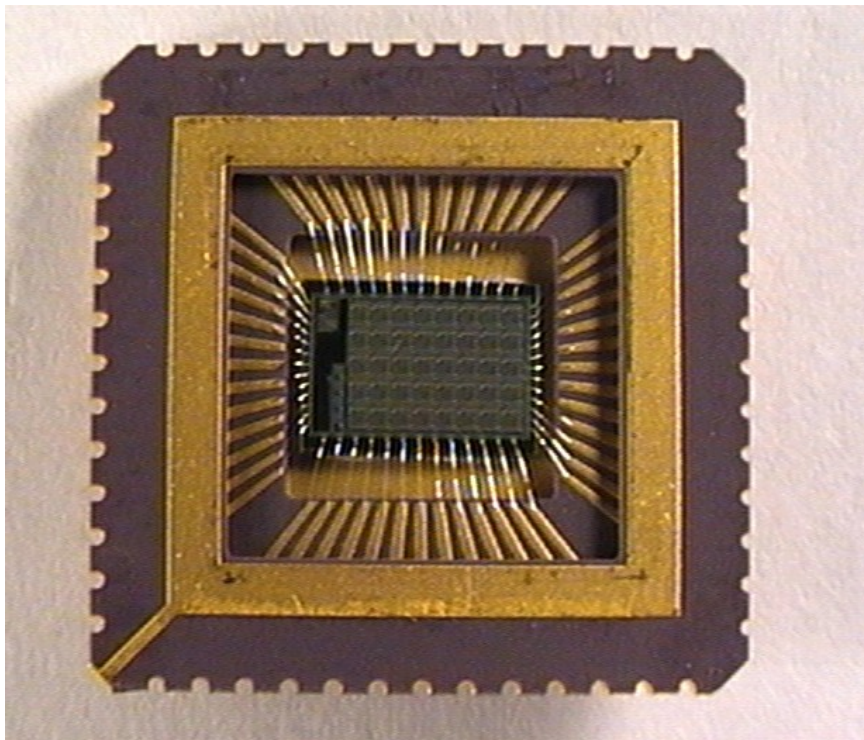
Fot. 1: Skład osobowy Katedry z października 2007 roku, od lewej stoją: dr inż. Miron Kłosowski, Marek Strachacki (doktorant); mgr inż. Jerzy Woźniak, dr inż. Zbigniew Felendzer – Zastępca Kierownika Katedry, dr inż. Wiesław Kordalski, mgr inż. Ludmiła Tomczak, dr inż. Waclaw Pietrenko, dr hab. inż. **Stanisław Szczepański** – Kierownik Katedry, dr inż. Anna Pietrenko-Dąbrowska, dr inż. Jacek Jakusz, : prof. dr hab. inż. Michał Polowczyk, dr inż. Bogdan Pankiewicz, dr inż. Grzegorz Blakiewicz; klęczą: dr inż. Marek Wójcikowski, inż. Robert Żaglewski (doktorant);, Lucjan Jezierski, Robert Piotrowski (doktorant);, Na zdjęciu brakuje: dr inż. Waldemar Jendernalik, dr inż. Marek Wroński, mgr inż. Jerzy Jackowski;



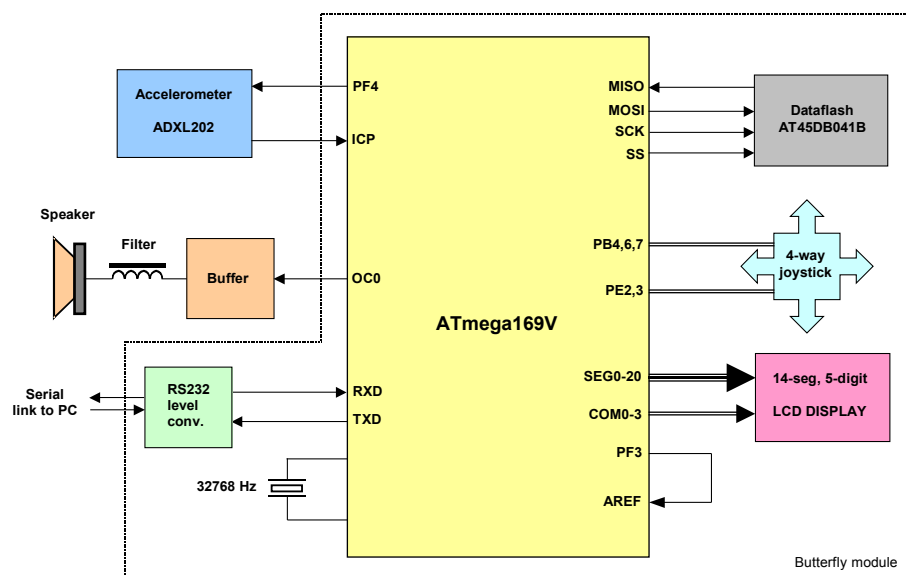
Fot. 2: Płytką drukowaną projektu „Quality of Service (QoS) Hardware Building Block: FPGA Implementation”



Fot. 3a: Bloki funkcjonalne wielosystemowego odbiornika telefonii komórkowej wykonane w technologii CMOS 0.35 μ m (rok 2005).



Fot. 3b: Układ FPA2 (zawiera ok. 50.000 tranzystorów MOS i 2400 kondensatorów)



Fot. 4. Schemat blokowy systemu informacji głosowej w windach opracowany w Katedrze Systemów Mikroelektronicznych.