

Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

**Bloki obieralne
na kierunku Elektronika
i telekomunikacja
rok akademicki 2010/2011**



ul. Wólczańska 221/223, budynek B18
www.dmcs.p.lodz.pl

Pracownicy

- 3 profesorów
- 25 adiunktów
- 1 wykładowca
- 4 asystentów
- ponad 30 doktorantów
- Kierownik Katedry:
prof. dr hab. inż. Andrzej Napieralski
- Spotkaliśmy się już z Państwem na zajęciach z przedmiotów:
 - Podstawy programowania
 - Metody numeryczne
 - Programowanie obiektowe
 - Przyrządy i układy mocy
 - Komputerowe projektowanie układów
 - Podstawy mikroelektroniki



Kierunki działalności naukowej

MIKROELEKTRONIKA

ELEKTRONIKA PRZEMYSŁOWA



Programy badawcze

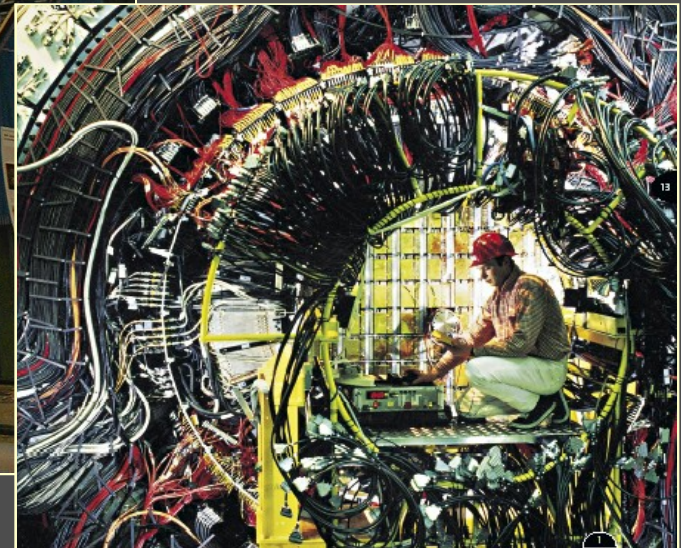
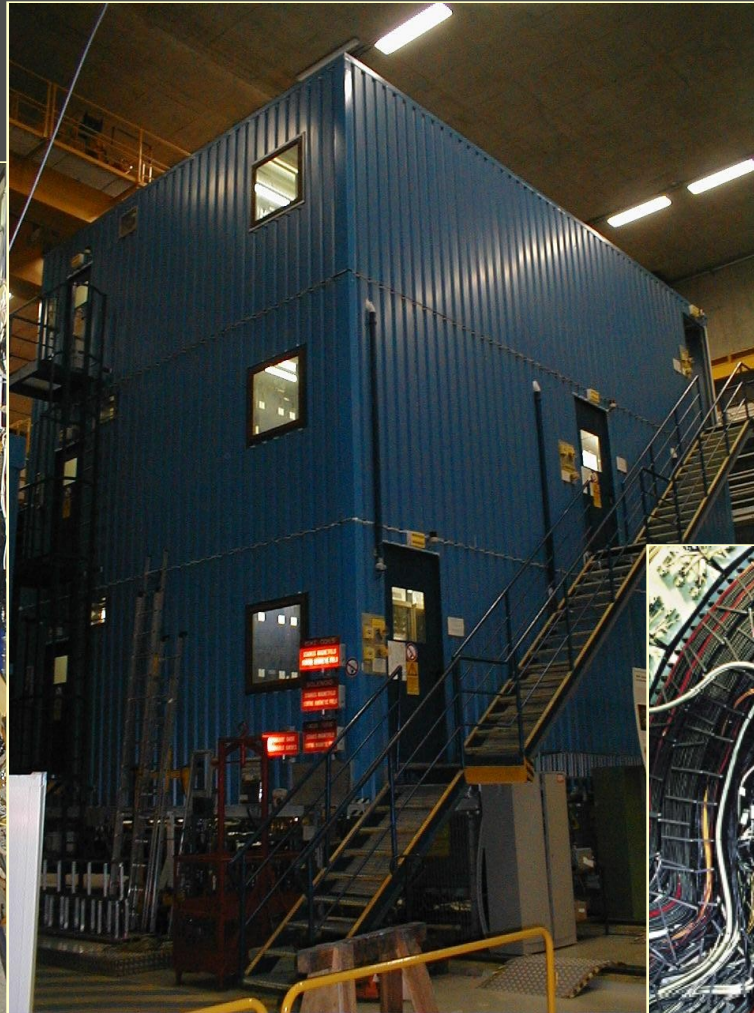
- Projekty międzynarodowe
 - CARE (6PR) – Coordinated Accelerator Research in Europe
 - PERPLEXUS (6PR) – Pervasive Computing Framework for Modeling Complex Virtually-Unbounded Systems
 - EuCARD (7PR) – European Coordination for Accelerator Research and Development
 - 19 projektów zrealizowanych – programy UE, NATO i in.
- Granty krajowe KBN/MNiI/MEiN/MNiSW
 - 5 w trakcie realizacji
 - 47 ukończone
- Programy dla mikroelektroniki
 - EuroChip, EuroPractice
 - projektowanie i produkcja małych serii układów scalonych



CARE i EuCARD – ośrodek DESY

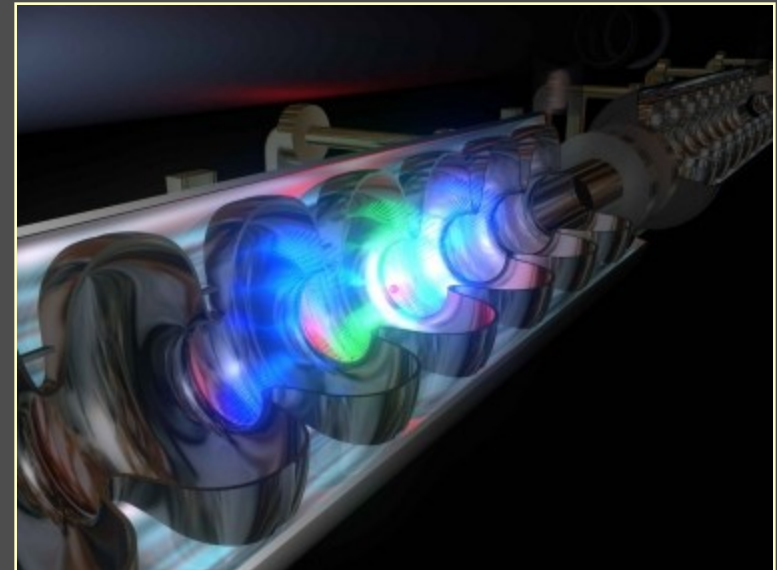


Detektor ZEUS w tunelu HERA



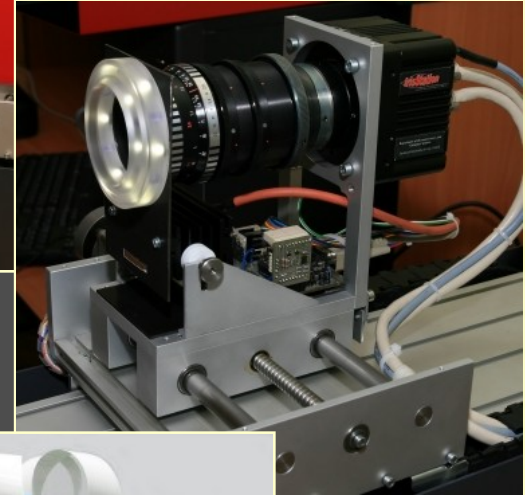
CARE – tematy badawcze Katedry

- Oparty na FPGA podsystem dla układu niskopoziomowego sterowania akceleratora
- Precyzyjny system strojenia wnęk rezonansowych oparty na elementach piezoelektrycznych i magnetostrykcyjnych
- Maszyny stanowe do sterowania akceleratorów VUV-FEL, X-FEL i ILC
- Wpływ promieniowania na elementy elektroniczne – programowe i sprzętowe metody minimalizacji
- Rozproszona baza danych ustawień systemu
- Detekcja fazy wiązki elektronów



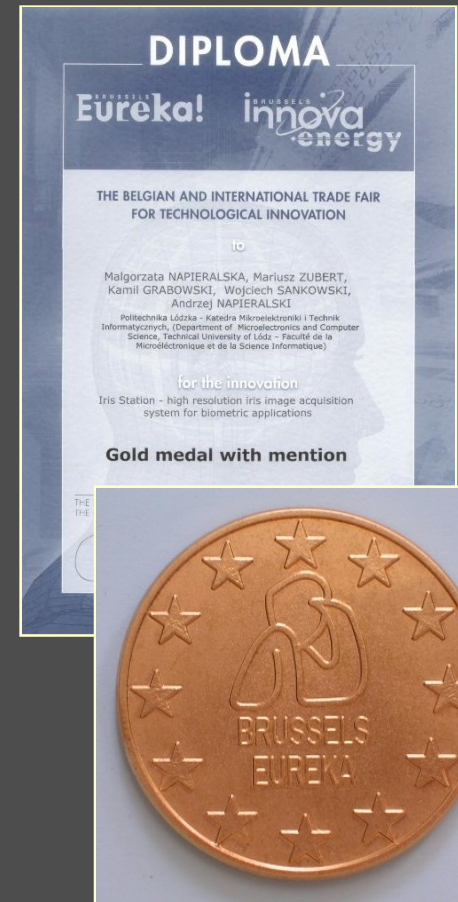
Inne bieżące projekty naukowe

- IrisStation – system precyzyjnej akwizycji obrazów oka w czasie rzeczywistym
 - nowa, unikalna metoda rozpoznawania osób na podstawie wzoru tęczówki
 - generacja kryptograficznego klucza biometrycznego
- Wieloprocessorowy superkomputer do symulacji układów chemicznych (wspólnie z Katedrą Fizyki Molekularnej PŁ)
 - 100×100 procesorów
 - nowatorski algorytm
 - badania złożonych układów w rzeczywistej skali wielkości i czasu



Nagrody

- **Przenośny system do odczytu dozymetrów promieniowania gamma i neutronowego. Złoty medal na III Międzynarodowej Wystawie Wynalazków IWIS 2009, 1-3.06.2009**
- **The monitoring system of high voltage power cables with slow circulation of dielectric fluid. Złoty medal. 58 The World Exhibition of Innovation, Research and New Technologies, (58 Światowa Wystawa Innowacji, Badań Naukowych i Nowoczesnej Techniki) - „Brussels Eureka Competition 2009” 19 - 21 listopad 2009 r.**
- **3-D microscopic reconstruction of biomedical objects: System for monitoring the progress of treatment of brain stroke on the basis of voice analyses. Złoty medal. 58 The World Exhibition of Innovation, Research and New Technologies, (58 Światowa Wystawa Innowacji, Badań Naukowych i Nowoczesnej Techniki) - „Brussels Eureka Competition 2009” 19 - 21 listopad 2009 r.**
- **System for monitoring the progress of treatment of brain stroke on the basis of voice analyses. Gold medal with mention – (złoty medal z wyróżnieniem). 58 The World Exhibition of Innovation, Research and New Technologies, (58 Światowa Wystawa Innowacji, Badań Naukowych i Nowoczesnej Techniki) - „Brussels Eureka Competition 2009” 19 - 21 listopad 2009 r.**
- **Wyróżnienia lokalne**
 - Prezydenta Miasta Łodzi (Łódzkie Eureka)
 - Nagroda Gospodarcza Wojewody Łódzkiego
- **Wyróżnienia prac doktorskich**
 - dr inż. Piotr Pietrzak – wyróżnienie w konkursie ABB, 2008



Współpraca z przemysłem

- Freescale Semiconductor Inc. (d. Motorola)
Laboratorium pomiarów i symulacji termicznych
- Kinectrics Inc. (d. Ontario Hydro Technologies)
Analiza termiczna przewodów energetycznych
- CFD Research Corporation
Oprogramowanie do symulacji wielopoziomowych
- Titem Microsystems GmbH
Projekty komercyjnych układów scalonych dla Atmel Corporation
- Philips Lighting Polska SA
Elektronika w nowoczesnych źródłach światła
- Comarch
Informatyczne systemy wspomaganie decyzji
- Teleca
Systemy mikroprocesorowe
- Symbian Academy
Nauczanie – programowanie dla platform mobilnych
- Przedsiębiorstwa lokalne:
Elpol, Elkomtech, Partnertech, Sochor
Elektronika, informatyka, termografia



Najważniejsi partnerzy zagraniczni

- Deutsche Elektronen-Synchrotron / DESY
Hamburg, Niemcy
- Universiteit Gent
Gandawa, Belgia
- Universitat Politècnica de Catalunya
Barcelona, Hiszpania
- Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes
Tuluza, Francja
- Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications
Paryż, Francja
- Valtion teknillinen tutkimuskeskus / VTT
Espoo, Finlandia
- Natsional'nyi Universytet L'vivs'ka Politekhnika
Lwów, Ukraina
- University of Toronto
Toronto, Kanada



Wyjazdy zagraniczne

- Program Erasmus
 - 13 uczelni w 7 krajach
 - Średnio 15 wyjazdów studenckich rocznie
 - Realizacja prac dyplomowych
- Ośrodek DESY w Hamburgu
 - Udział w realizacji zadań w międzynarodowych projektach naukowych
 - Prace dyplomowe
- Wakacyjne praktyki wymienne
 - Politechnika Lwowska – corocznie 10 osób z każdej z uczelni



Czym dysponujemy

- 2 nowoczesne aule wykładowe, każda na 150 osób
- 3 nowoczesne sale wykładowe, każda na 50 osób
- 5 pracowni komputerowych (komputery klasy PC)
- pracownia projektowania układów scalonych wyposażona w 7 stacji roboczych Sun oraz silne jednostki obliczeniowe PC
- laboratorium układów programowalnych i systemów mikroprocesorowych oraz sterowników i sieci przemysłowych
- laboratorium systemów wbudowanych
- laboratorium projektowania i konstrukcji układów elektronicznych mocy
- stanowisko konstrukcyjne obwodów drukowanych
- pracownia dyplomowa z frezarką do płytek drukowanych
- 5 pracowni naukowych
- pracownia studenckich kół naukowych
- biblioteka naukowa



Nowa siedziba Katedry



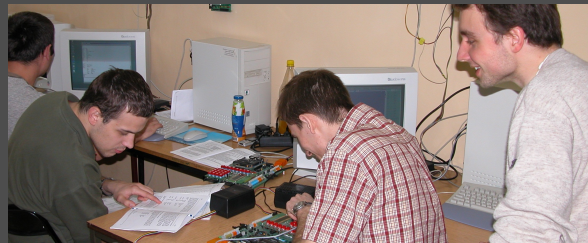
- Bud. B18 – ul. Wólczańska 221/223
- 3 424 m² powierzchni



Adaptacja budynku jest współfinansowana z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego i środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Grupa bloków

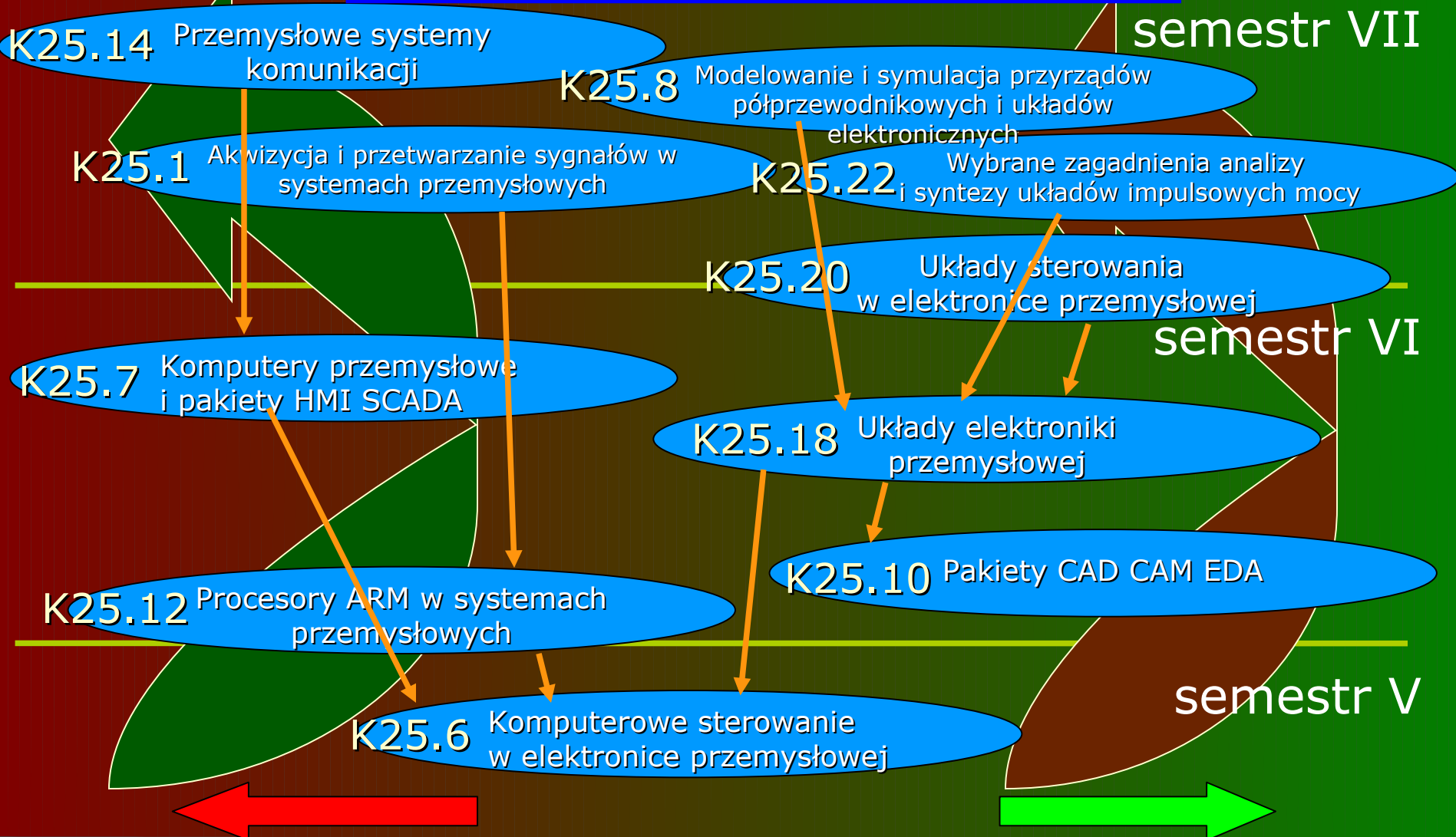
Układy elektroniki przemysłowej



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

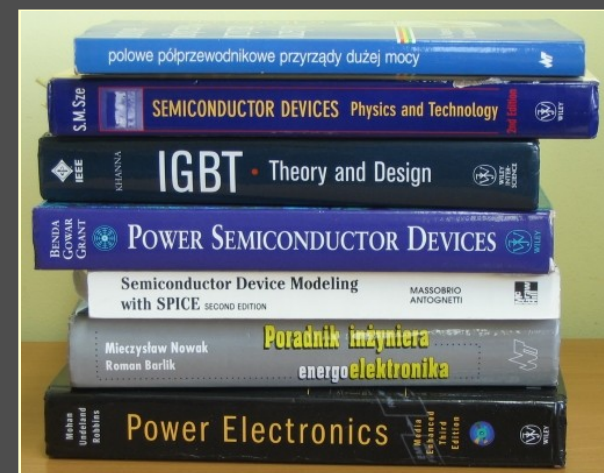
Ścieżki sem. IV

Układy elektroniki przemysłowej



Zagadnienia – rynek wiedzy

- Przyrządy dyskretnie i układy scalone
- Przekształtniki elektroniczne
- Bloki sterowania – elektronika analogowa i systemy mikroprocesorowe
- Akwizycja, transmisja i przetwarzanie danych
- Projektowanie, konstrukcja i uruchamianie układów – narzędzia komputerowe
- Sterowanie i nadzór nad procesami przemysłowymi
- Kompatybilność elektromagnetyczna



Zastosowania – rynek pracy

- Systemy przekształcania energii elektrycznej – zasilacze, baterie słoneczne, podtrzymanie zasilania...
- Przemysł samochodowy
- Przemysł elektroenergetyczny i elektromechaniczny – urządzenia produkcyjne, sprzęt AGD...
- Napęd elektryczny – bramy, windy, tramwaje, samochody...
- Oświetlenie i elektrotermia – wysoka sprawność i kompatybilność elektromagnetyczna
- Linie produkcyjne w każdej gałęzi przemysłu
- Laboratoria naukowe



Korzyści dla absolwenta

■ Znajomość

- współczesnych rozwiązań przekształtników elektronicznych
- działania i praktycznych zastosowań przyrządów półprzewodnikowych i układów scalonych mocy
- języków programowania i opisu układów cyfrowych

■ Umiejętność

- programowania mikrokontrolerów i sterowników przemysłowych
- projektowania i konstrukcji układów od schematu do działającego urządzenia
- korzystania ze sprzętu pomiarowego i narzędzi komputerowych
- samodzielnego rozwiązywania problemów inżynierskich



Blok

Komputerowe sterowanie w elektronice przemysłowej K25.6



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

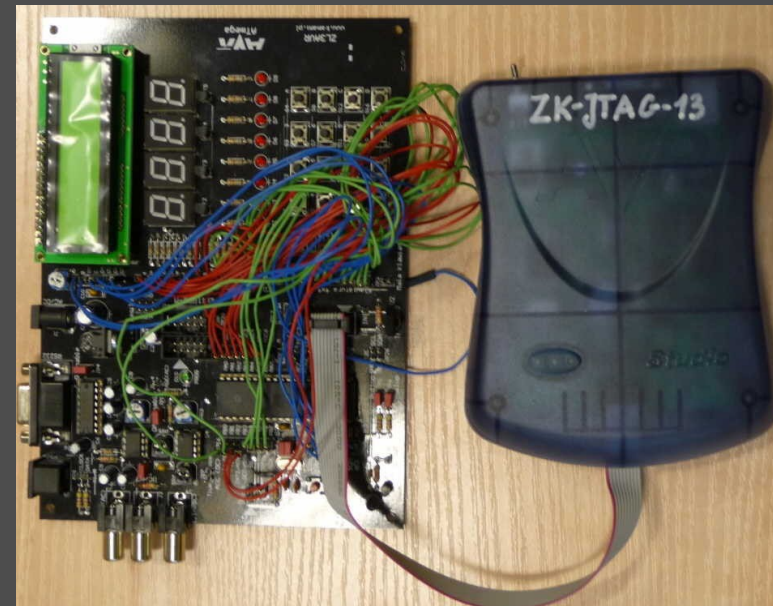
Komputerowe sterowanie w elektronice przemysłowej

Tematyka bloku:

- Mikrokontrolery w przemyśle. Systemy sterowania, kontroli, nadzoru, technika mikroprocesorowa i elektroniczne elementy mocy; Elementy czujnikowe i wykonawcze w przemyśle. Obsługa urządzeń peryferyjnych
- Metody sterowania procesów przemysłowych: zastosowanie sterowników PLC, komputerów oraz sieci przemysłowych
- Sterowanie i systemy pomiarowe. Układy przekształtników, nowoczesne układy zasilania, napędy elektryczne. Sterowanie systemów mocy

Nabyta wiedza i umiejętności:

- Znajomość algorytmów sterowania
- Umiejętność implementacji algorytmów w sprzęcie
- Umiejętność programowania niskopoziomowego (assembler) i w języku wyższego poziomu (język C)
- Umiejętność praktycznego projektowania sprzęgu między cyfrowymi systemami sterowania a urządzeniami



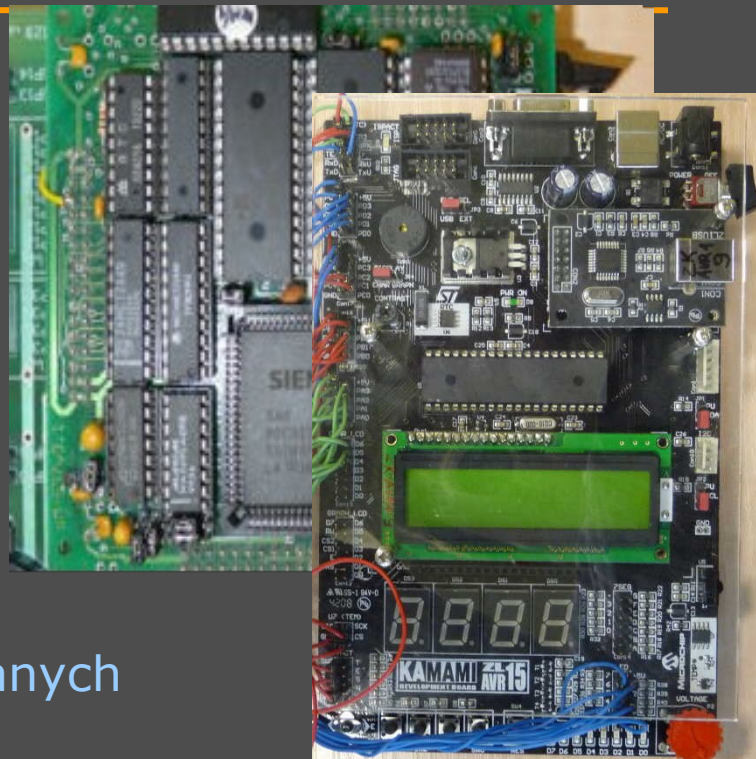
Komputerowe sterowanie w elektronice przemysłowej

Korzyści dla absolwenta - praca:

- Bardzo dobre przygotowanie do zatrudnienia w firmach potrzebujących pracowników projektujących systemy sterowania w przemyśle, a także w nadzorze oraz sekcjach utrzymania ruchu

Baza sprzętowa:

- Systemy dydaktyczne z procesorami AVR wraz ze zintegrowanym środowiskiem projektowym i sprzętowym debuggerem
- Możliwe wykorzystanie bardzo rozbudowanych wersji procesorów klasy Intel 51
- Zdjęcia pokazują faktycznie stosowany w trakcie zajęć sprzęt



Wykaz przedmiotów i szczegóły na temat bloku – na stronie bloki.dmcs.pl

Opiekun bloku:

mgr inż. Zbigniew Kulesza - kulesza@dmcs.p.lodz.pl

Blok

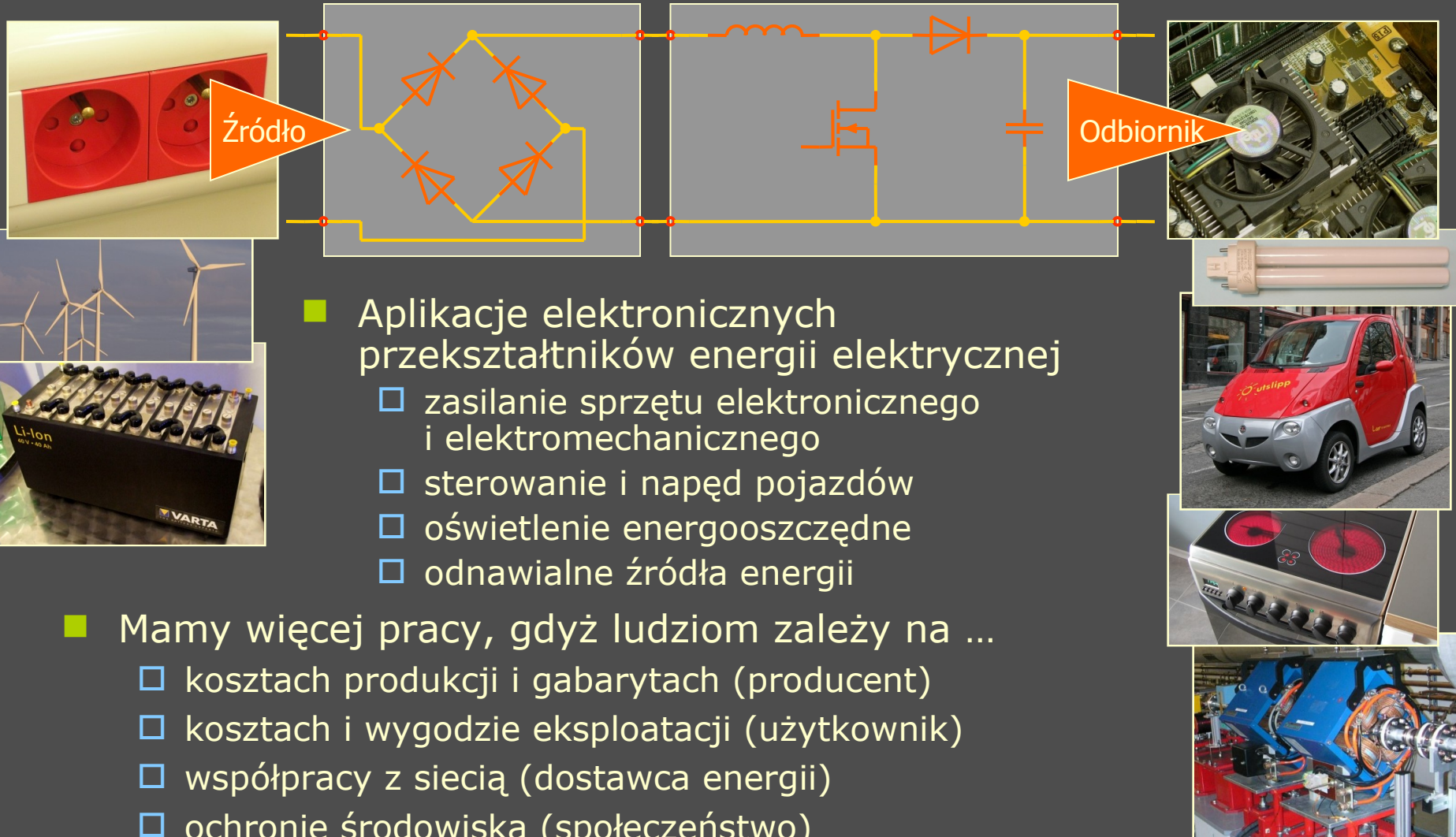
Układy elektroniki przemysłowej

K25.18



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Układy elektroniki przemysłowej



Ilustracje 2, 3: Olivier Tétard, Claus Ableiter (commons.wikimedia.org)

Układy elektroniki przemysłowej

■ Klasy

- prostowniki, przetwornice, falowniki, ...

■ Topologie

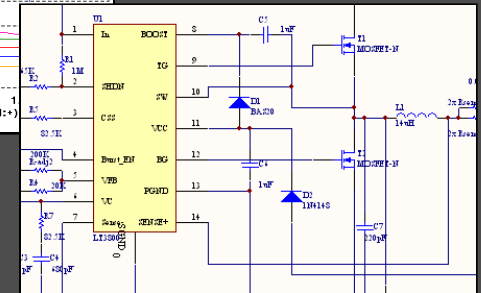
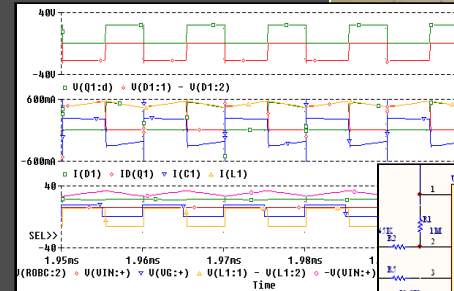
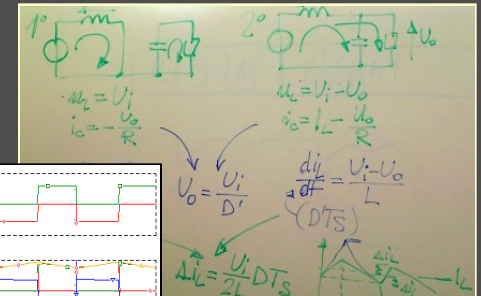
- *boost, flyback, mostek, ...*

■ Sterowanie

- *PWM, Critical Conduction, Constant Tolerance Band...*

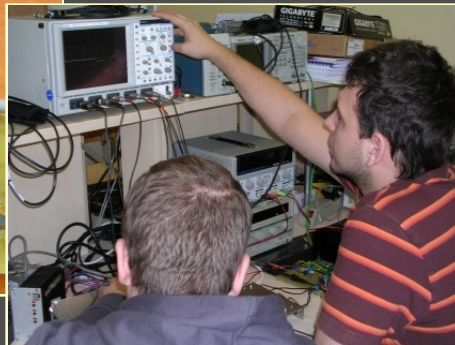
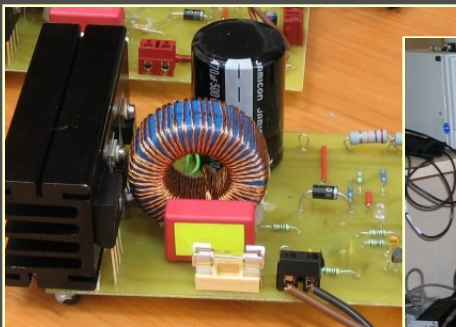
■ Parametry

- sprawność, współczynnik mocy, zniekształcenia, ...



■ 5 filarów nauki

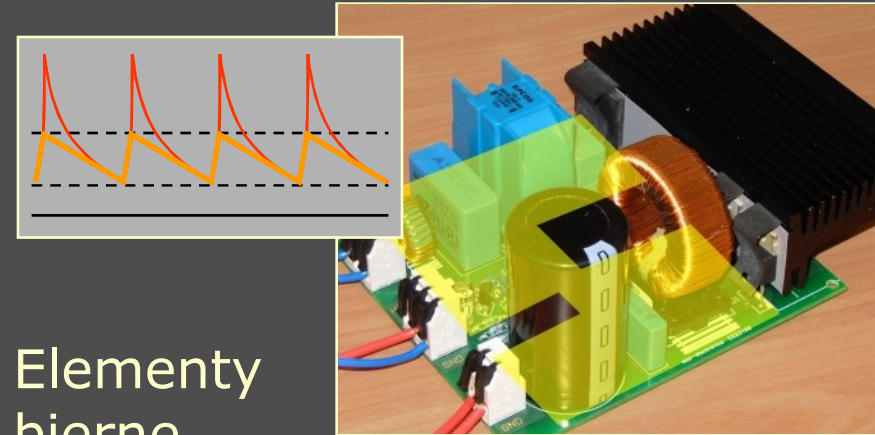
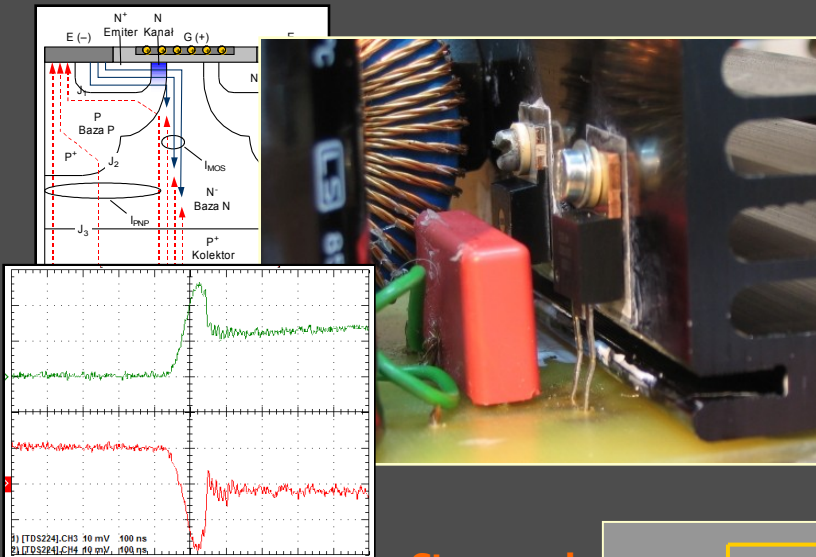
- analiza teoretyczna
- symulacja komputerowa
- pomiary układów
- samodzielne projektowanie
- wykonanie praktyczne



Układy elektroniki przemysłowej

■ Przyrządy półprzewodnikowe

- SJFET, IGBT, MCT
- zabezpieczenia i chłodzenie

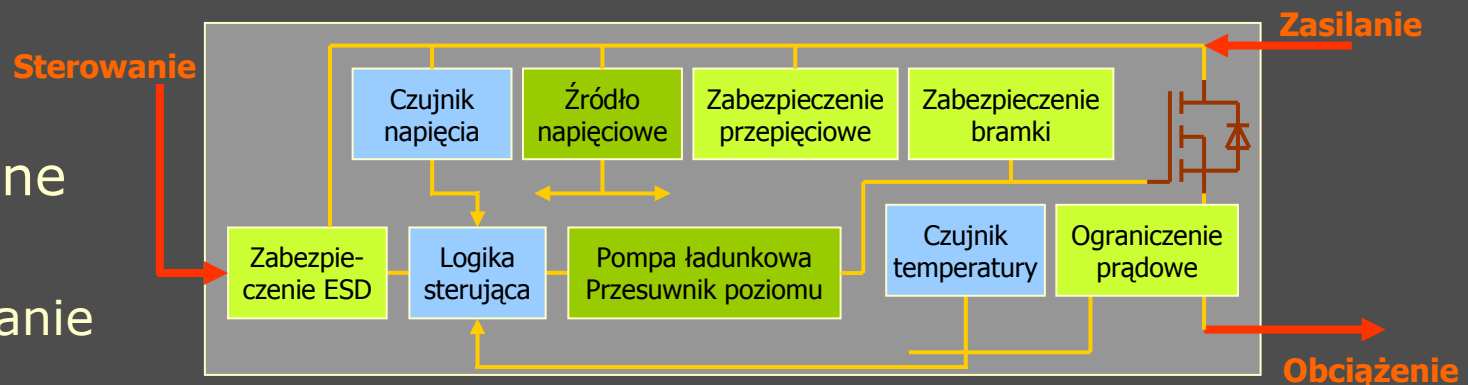


■ Elementy bierne

- konstrukcja dławików i transformatorów
- stosowanie kondensatorów

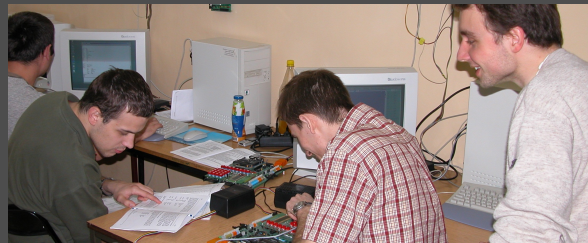
■ Układy scalone

- działanie
- wykorzystanie



Blok

Pakiety CAD/EDA w praktyce inżynierskiej K25.10

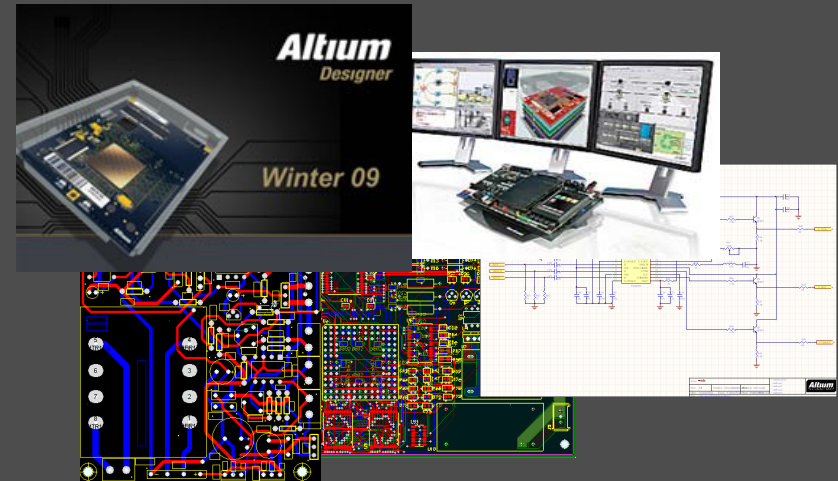


Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Pakiety CAD/EDA w praktyce inżynierskiej

Praktyczne aspekty projektowania i realizacji układów elektronicznych

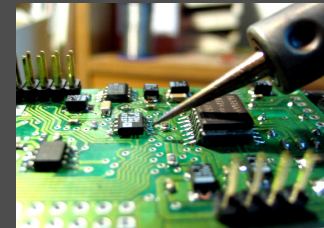
- Dobór elementów
- Realizacja schematu
- Realizacja projektu płytki obwodu drukowanego
- Montaż podzespołów
- Uruchomienie układu
- Opracowanie dokumentacji technicznej



Projekt

Montaż

Uruchomienie



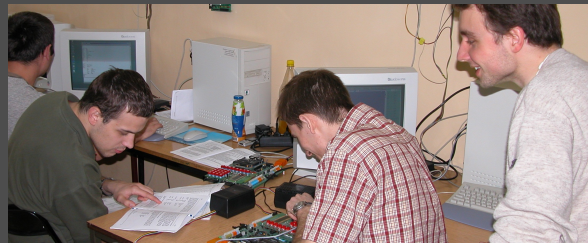
Pakiety CAD/EDA w praktyce inżynierskiej

- Nowoczesne podzespoły elektroniczne
 - wykład: 15 godzin
 - rodzaje podzespołów i ich parametry, dobór elementów do wymagań technicznych i warunków eksploatacyjnych, niezawodność podzespołów elektronicznych
- Obwody drukowane
 - wykład: 15 godzin, laboratorium: 30 godzin
 - dobór parametrów i technologii wytwarzania obwodów drukowanych, montaż podzespołów, uruchamianie i testowanie prototypów, dokumentacja techniczna,
- Pakiety CAD/EDA w praktyce inżynierskiej
 - wykład: 30 godzin, laboratorium: 30 godzin
 - metodologie projektowe, zastosowanie metod numerycznych i symulacyjnych, rozmieszczanie elementów, prowadzenie ścieżek sygnałowych, dokumentacja techniczna

Blok

Procesory ARM w systemach przemysłowych

K25.12



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

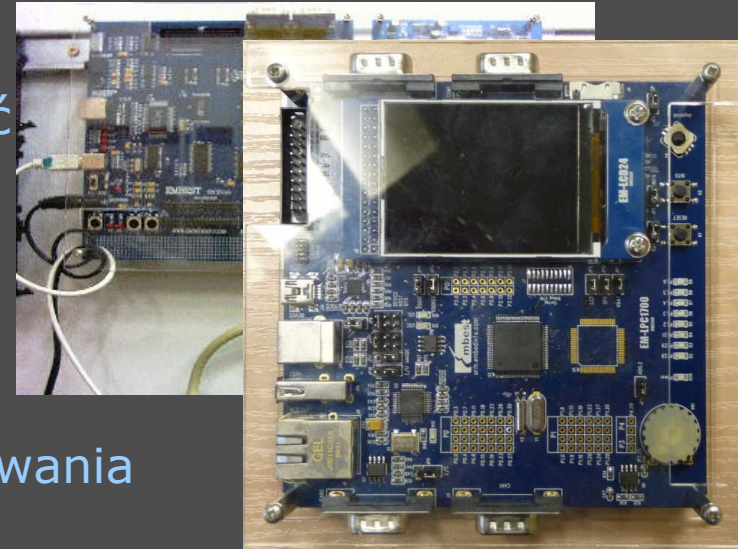
Procesory ARM w systemach przemysłowych

Tematyka bloku:

- Historia, budowa i architektura procesorów na przykładzie rdzenia ARM. Procesory RISC i CISC, architektura potokowa. Specyfika programowania w assemblerze ARM, instrukcje ARM i Thumb. Współczesne konstrukcje mikrokontrolerów ARM
- Elektroniczne systemy sterowania i nadzoru procesów przemysłowych na przykładzie komputerów z rdzeniem ARM: budowa, sposób działania, zasady opisu i projektowania. Wprowadzenie do sieci przemysłowych, komputery przemysłowe, sterowniki PLC oraz sieci przemysłowe. Praktyczne wykorzystanie i programowanie procesorów ARM

Nabyta wiedza i umiejętności:

- Znajomość architektury ARM - umiejętność programowania (assembler i język C), obsługa podstawowych peryferiów
- Znajomość metod wykorzystania techniki mikroprocesorowej w przemyśle - implementacja w systemach sterowania
- Znajomość pakietów, narzędzi do projektowania i opisu układów mikroprocesorowych



Procesory ARM w systemach przemysłowych

Korzyści dla absolwenta - praca:

- Bardzo dobre przygotowanie do zatrudnienia w firmach potrzebujących pracowników projektujących rozbudowane lub specyficzne (uzależnione od aplikacji) systemy mikroprocesorowe ze szczególnym uwzględnieniem procesorów 32 bitowych. Projektowanie i realizacja skomplikowanych urządzeń sterujących w przemyśle

Baza sprzętowa:

- Baza sprzętowa - rozbudowane systemy dydaktyczne z procesorami klasy ARM Cortex M wraz z pełną wersją zintegrowanego środowiska projektowego i debuggerem (m.in. Primer2 STM32F103VE i NXP LPC1766 ARM-CM3)
- Planowane rozszerzenie zajęć o konstrukcje ARM9/11
- Zdjęcia pokazują faktycznie stosowany w trakcie zajęć sprzęt

Wykaz przedmiotów i szczegóły na temat bloku
– na stronie bloki.dmcs.pl

Opiekun bloku:

mgr inż. Zbigniew Kulesza - kulesza@dmcs.p.lodz.pl



Blok

Komputery przemysłowe i pakiety HMI SCADA K25.7



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

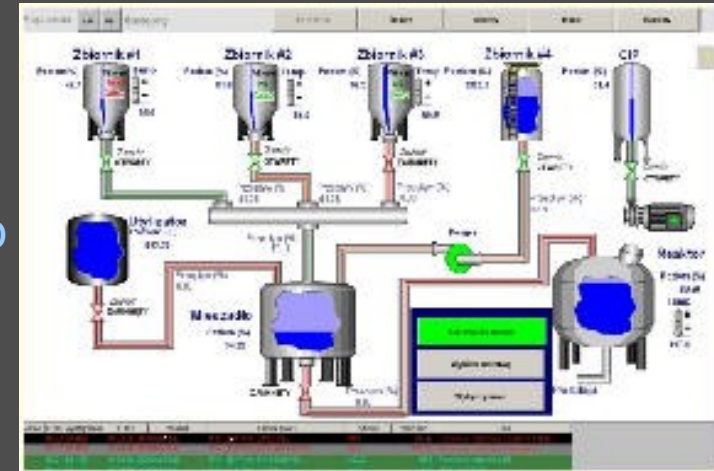
Komputery przemysłowe i pakiety HMI SCADA

Tematyka bloku:

- Elektroniczne sterowanie i nadzór procesów przemysłowych
- Sterowniki przemysłowe - budowa, działanie, programowanie
- Pakiety do nadrzędnego sterowania i wizualizacji SCADA
- Systemy zarządzania produkcją i jej przebiegiem MES

Nabyta wiedza i umiejętności:

- Znajomość budowy i działania komputerów i sterowników przemysłowych
- Umiejętność programowania sterowników PLC
- Znajomość pakietów SCADA - praktycznego ich wykorzystania i programowania
- Umiejętność wykorzystania języków skryptowych oraz obsługi baz danych przemysłowych
- Znajomość systemów zarządzania produkcją i systemów zarządzania przedsiębiorstwem



Komputery przemysłowe i pakiety HMI SCADA

Korzyści dla absolwenta - praca:

- Bardzo dobre przygotowanie do zatrudnienia w firmach potrzebujących pracowników projektujących systemy wizualizacji, baz danych przemysłowych, sterowania w przemyśle, a także w nadzorze oraz sekcjach zarządzania przedsiębiorstwem

Baza sprzętowa:

- Laboratorium sterowników przemysłowych ze sterownikami m.in. Siemens, Omron i PEP wraz ze zintegrowanymi środowiskami projektowymi
- Planowane jest unowocześnienie bazy sprzętowej z klasy PLC do klasy pełnowymiarowych komputerów przemysłowych
- Zdjęcia pokazują faktycznie stosowany w trakcie zajęć sprzęt



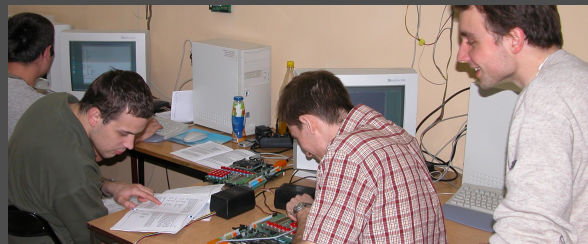
Wykaz przedmiotów i szczegóły na temat bloku – na stronie bloki.dmcs.pl

Opiekun bloku:

mgr inż. Zbigniew Kulesza - kulesza@dmcs.p.lodz.pl

Blok

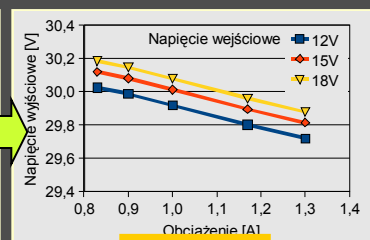
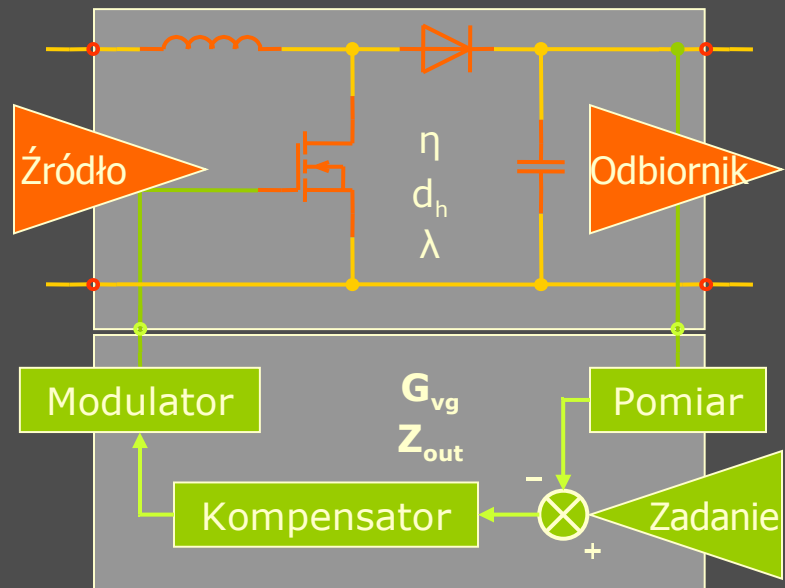
Układy sterowania w elektronice przemysłowej K25.20



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Układy sterowania w elektronice przemysłowej

- Sprzężenia zwrotne w układach elektronicznych
 - zmienność zadań
 - zmienność warunków pracy
 - zmienność parametrów
- Stabilność układów automatycznej regulacji
 - transmitancja i zapas fazy
 - oraz inne podstawy teorii sterowania



pomiary

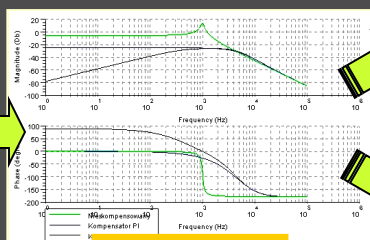
wykonanie



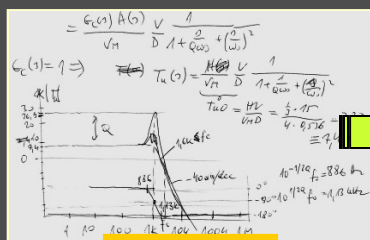
analogowa

implementacja

cyfrowa



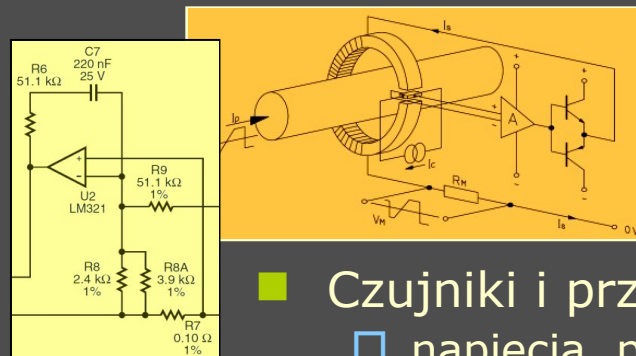
weryfikacja



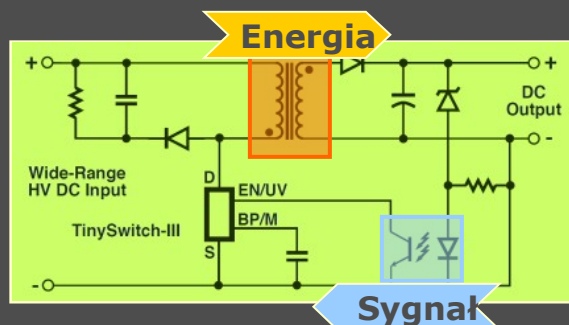
obliczenia

Układy sterowania w elektronice przemysłowej

- Zagadnienia szczególne
 - wpływ filtru wejściowego i wyjściowego
 - sterowanie prądowe
 - tryb nieciągłego prądu
- Implementacja
 - analogowa
wzmacniacze operacyjne
 - cyfrowa
mikrokontrolery, DSP
- Izolacja galwaniczna
 - transformatory
 - transoptory



- Czujniki i przetworniki
 - napięcia, prądu
 - temperatury, momentu obrotowego, ...
- Sygnały
 - kondycjonowanie
 - przetwarzanie
 - przesyłanie



- Przekształtniki dla typowych odbiorników

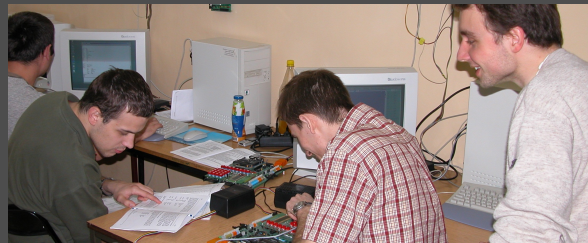


Ilustracje: Claus Ableiter (commons.wikimedia.org), Power Integrations, LEM

Blok

Wybrane zagadnienia analizy i syntezy impulsowych układów mocy

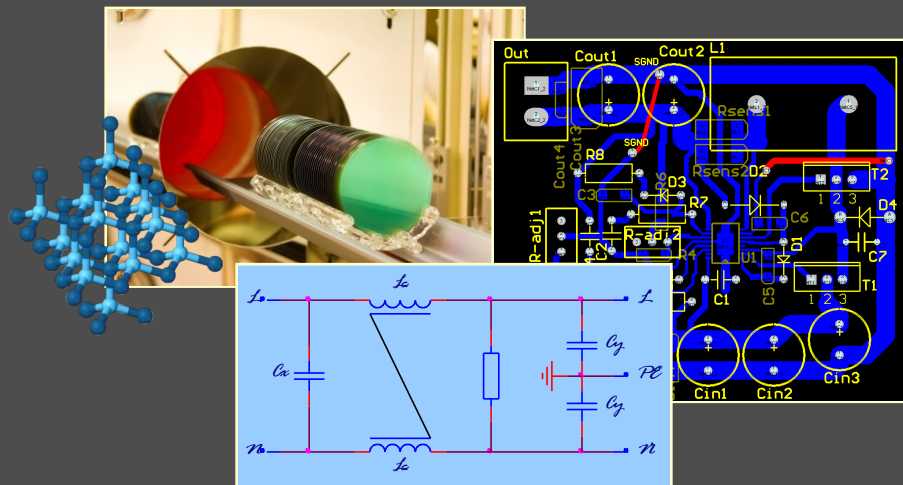
K25.22



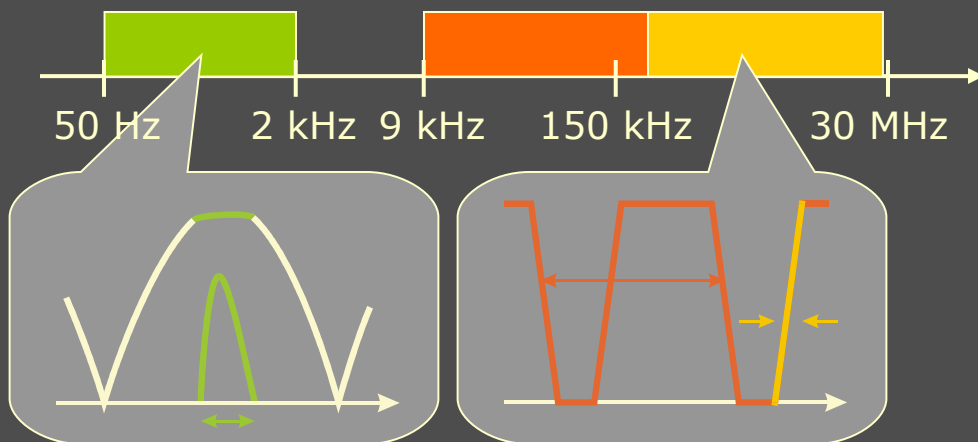
Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Wybrane zagadnienia analizy i syntezy impulsowych układów mocy

- Optymalizacja parametrów
 - sprawność
 - współczynnik mocy
 - zniekształcenia harmoniczne
- Kompatybilność elektromagnetyczna
 - emisja w 3 pasmach
 - zaburzenia przewodzone i promieniowane
 - kompatybilność wewnętrzna

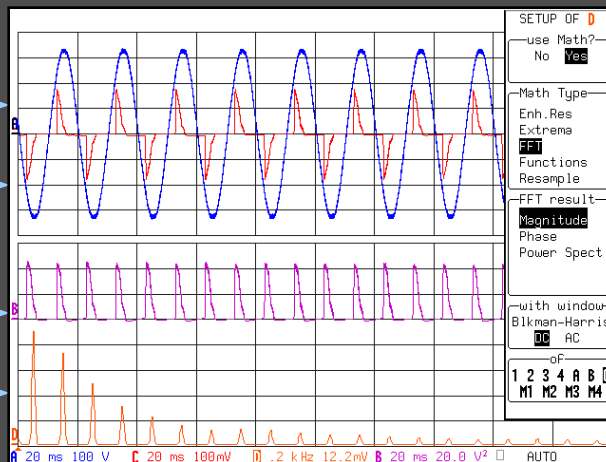
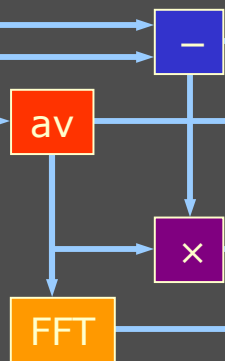
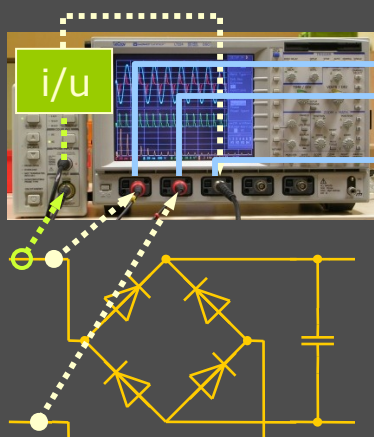


- Narzędzia i sposoby
 - nowe materiały
 - półprzewodnikowe
 - dielektryczne, magnetyczne
 - bierne i aktywne korektory współczynnika mocy
 - filtry wejściowe i wyjściowe
 - projektowanie obwodów drukowanych

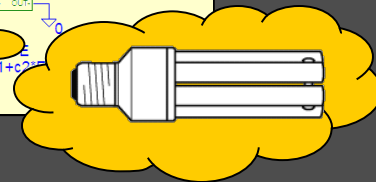
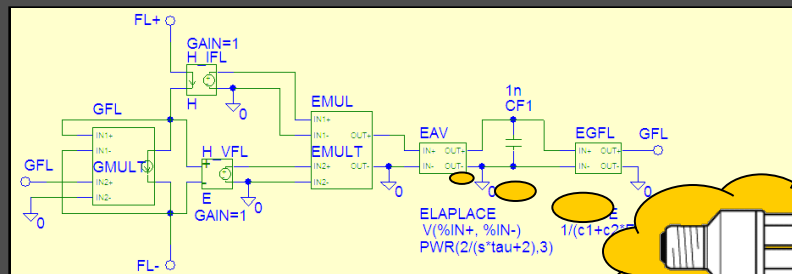
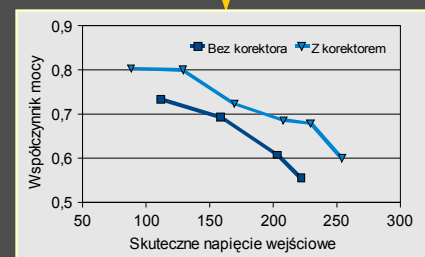


Wybrane zagadnienia analizy i syntezy impulsowych układów mocy

- Przyrządy pomiarowe
 - zasada działania
 - funkcje zaawansowane
- Przetwarzanie wyników
 - wbudowane funkcje sprzętu
 - pakiety biurowe
 - pakiety numeryczne
- Ta wiedza się opłaca
 - dobór sprzętu
 - interpretacja wyników
 - efektywność pracy



```
function p=p_fft(Uk,Ik)
    Uk_rms(1)=Uk(1,3)
    N=size(Uk,'r'), Uk_rms(2:N)=abs(Uk(2:N,3))/sqrt(2)
    Ik_rms(1)=Ik(1,3)
    Ik_rms(2:N)=abs(Ik(2:N,3))/sqrt(2)
    phik(2:N)=atan(imag(Uk(2:N,3)),real(Uk(2:N,3))) ...
    -atan(imag(Ik(2:N,3)),real(Ik(2:N,3)))
    pk=Uk_rms.*Ik_rms.*cos(phik), p=sum(pk)
endfunction
```



- Modelowanie
 - modele adekwatne do problemów
 - elementy przekształtników
 - źródła i odbiorniki
 - symulatory: Spice, Matlab/Simulink

Blok

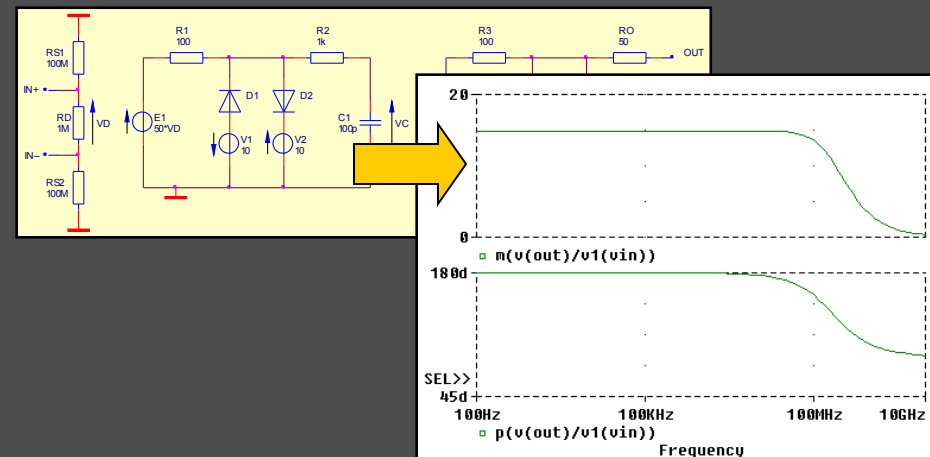
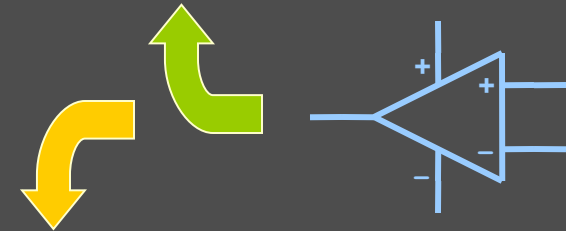
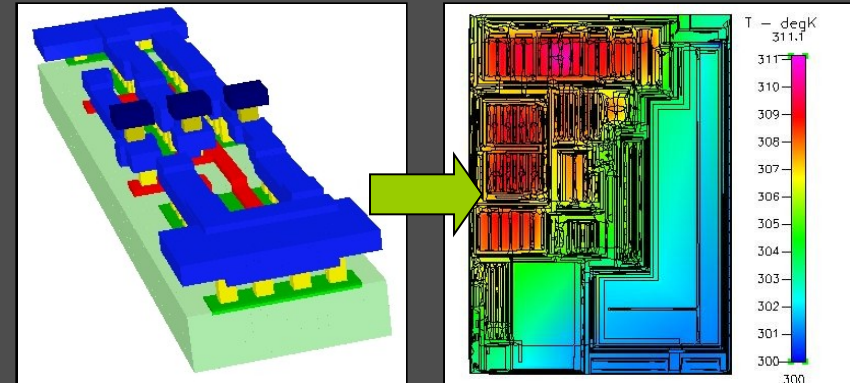
Modelowanie i symulacja
przyrządów
półprzewodnikowych i układów
elektronicznych
K25.8



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

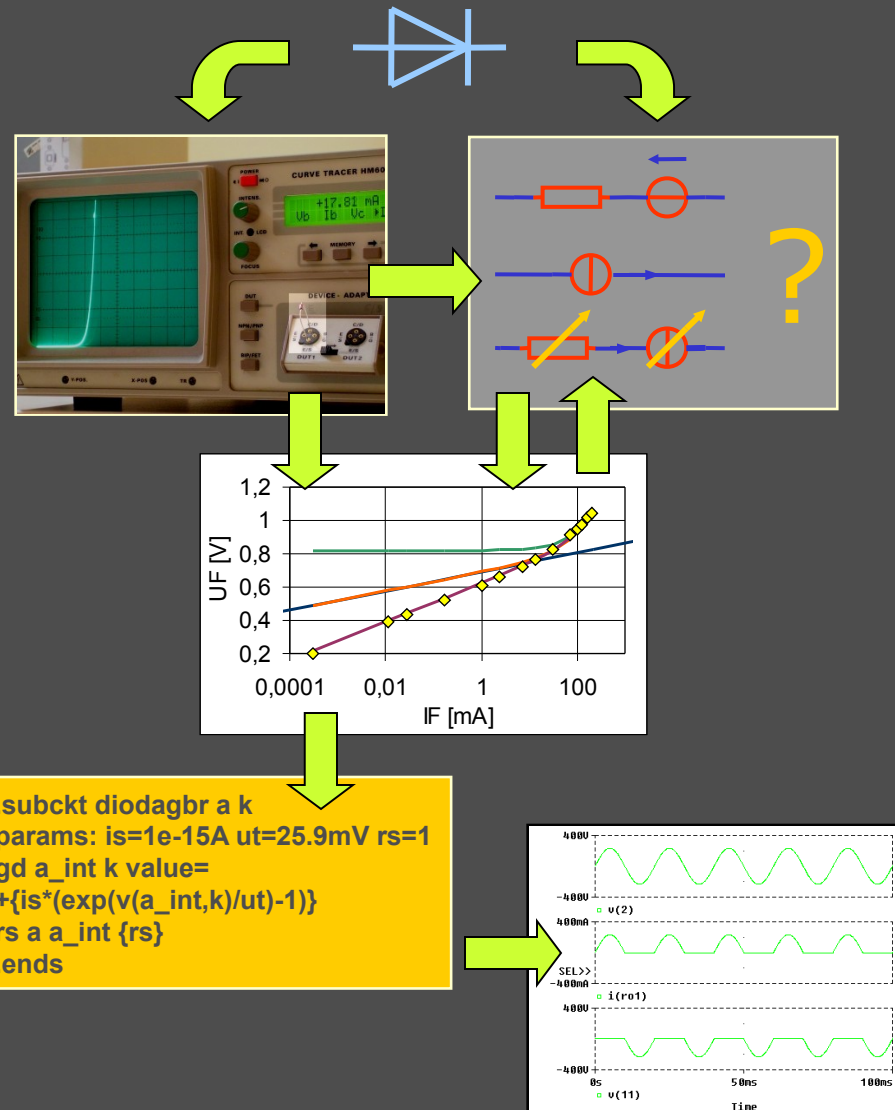
Modelowanie i symulacja przyrządów półprzewodnikowych i układów elektronicznych

- Modele elektryczne przyrządów półprzewodnikowych
 - modele fizyczne i behawioralne
- Ciepło
 - modele generacji ciepła
 - modele termiczne
 - modele elektro-termiczne
- Układy scalone
 - ekstrakcja schematu z topologii
 - elementy pasożytnicze
 - modele termiczne i elektro-termiczne
 - makromodele elektryczne



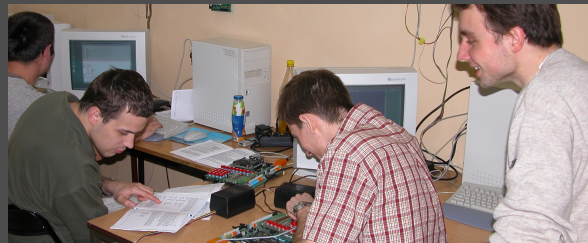
Modelowanie i symulacja przyrządów półprzewodnikowych i układów elektronicznych

- Przyrządy półprzewodnikowe niekrzemowe
- Elementy bierne
 - kondensatory, cewki
 - elementy pasytywne, zależność od częstotliwości
- Symulacja z użyciem modeli
 - algorytmy numeryczne
 - złożoność obliczeniowa
 - redukcja modeli
- Praktyka
 - tworzenie modeli
 - identyfikacja parametrów
 - rozwiązywanie problemów projektowych
 - symulatory: Spice, Ansys



Blok

Przemysłowe systemy komunikacji K25.14



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Przemysłowe systemy komunikacji

Tematyka bloku:

- Elektroniczne sterowanie i nadzór w warunkach przemysłowych - wykorzystanie nowoczesnych narzędzi w postaci sieci przemysłowej. Przykładowe sieci przemysłowe - procedura konfiguracji i metody wymiany danych w sieci
- Rozproszone systemy czasu rzeczywistego. Systemy rozproszone i centralizowane - cechy i porównanie oraz obszar zastosowań. Przykładowe sieci czasu rzeczywistego
- Zarządzanie sieciami rozległymi w przemyśle - łączenie, współpraca sieci o różnej architekturze i protokołach

Nabyta wiedza i umiejętności:

- Znajomość budowy i działania sieci przemysłowych oraz sieci czasu rzeczywistego
- Praktyczna umiejętność zaprojektowania, zbudowania i skonfigurowania sieci czasu rzeczywistego oraz opartego na niej systemu rozproszonego
- Znajomość zagadnień szczegółowych z zakresu budowy, modyfikacji, łączenia różnych typów sieci



Przemysłowe systemy komunikacji

Korzyści dla absolwenta - praca:

- Bardzo dobre przygotowanie do zatrudnienia w firmach potrzebujących pracowników projektujących systemy sieciowe, sieci czasu rzeczywistego oraz sieciowych systemów rozproszonych

Baza sprzętowa:

- Baza sprzętowa - systemy z siecią przemysłową Profibus i CAN wraz ze zintegrowanym środowiskiem projektowym
- Planowane rozszerzenie zajęć przez rozbudowę sieci i wykorzystanie wyższej klasy komputerów przemysłowych
- Zdjęcia pokazują faktycznie stosowany w trakcie zajęć sprzęt



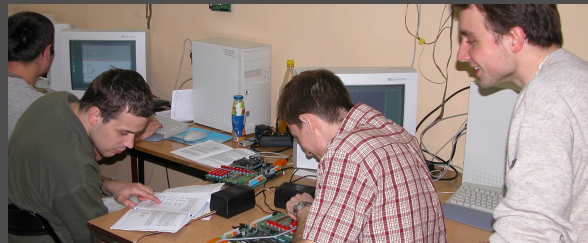
Wykaz przedmiotów i szczegóły na temat bloku – na stronie bloki.dmcs.pl

Opiekun bloku:

mgr inż. Zbigniew Kulesza - kulesza@dmcs.p.lodz.pl

Blok

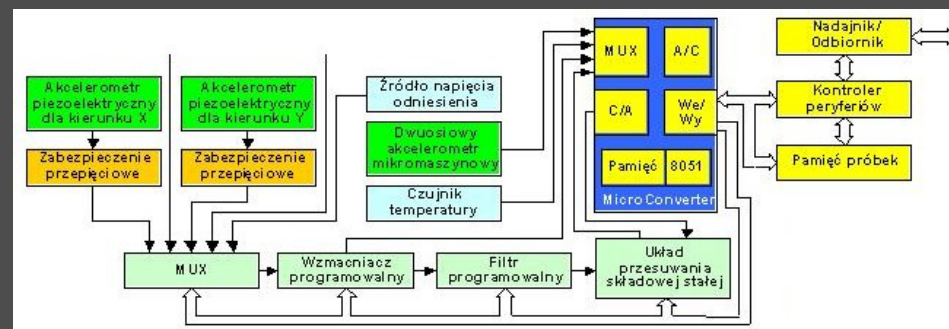
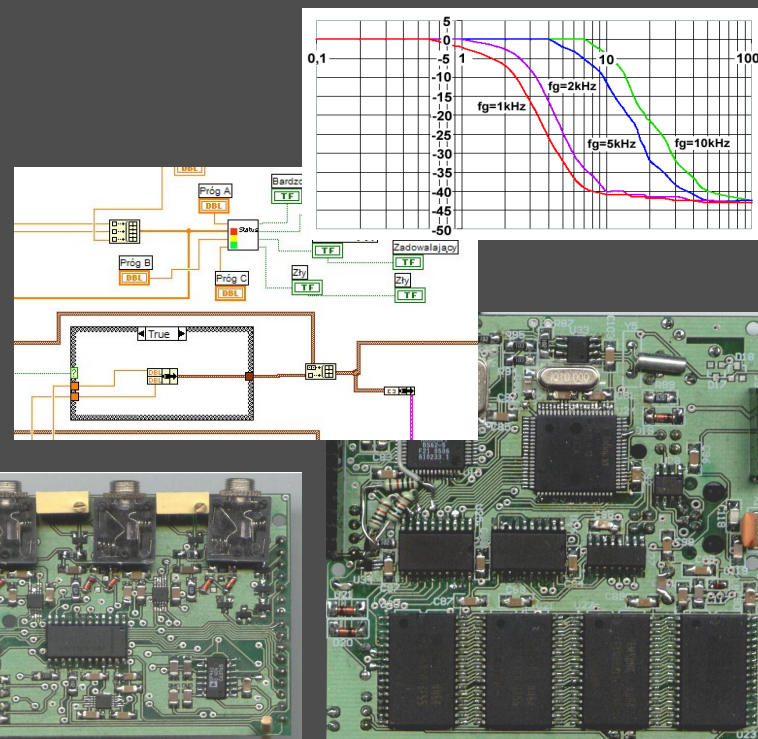
Akwizycja i przetwarzanie sygnałów w systemach przemysłowych K25.1



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Akwizycja i przetwarzanie sygnałów w systemach przemysłowych

- Struktura współczesnych systemów pomiarowych
- Realizacja poszczególnych bloków funkcjonalnych
- Komputerowe systemy akwizycji danych (bazy danych)
- Analiza sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości
- Modelowanie procesów rzeczywistych



Akwizycja i przetwarzanie sygnałów w systemach przemysłowych

- Akwizycja i przetwarzanie danych
 - wykład: 30 godzin, laboratorium: 30 godzin
 - akwizycja i przetwarzanie danych pomiarowych, pomiary i przetwarzanie sygnałów, elektroniczne układy kondycjonowania sygnałów, przetworniki analogowo-cyfrowe, analiza widmowa, bazy danych wyników
- Zaawansowane metody analizy sygnałów
 - wykład: 30 godzin, laboratorium: 30 godzin
 - analiza sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości, filtracja cyfrowa, modelowanie parametryczne AR, MA i ARMA, filtracja adaptacyjna, zaawansowane techniki próbkowania, szum i metody jego redukcji

Grupa bloków

Systemy

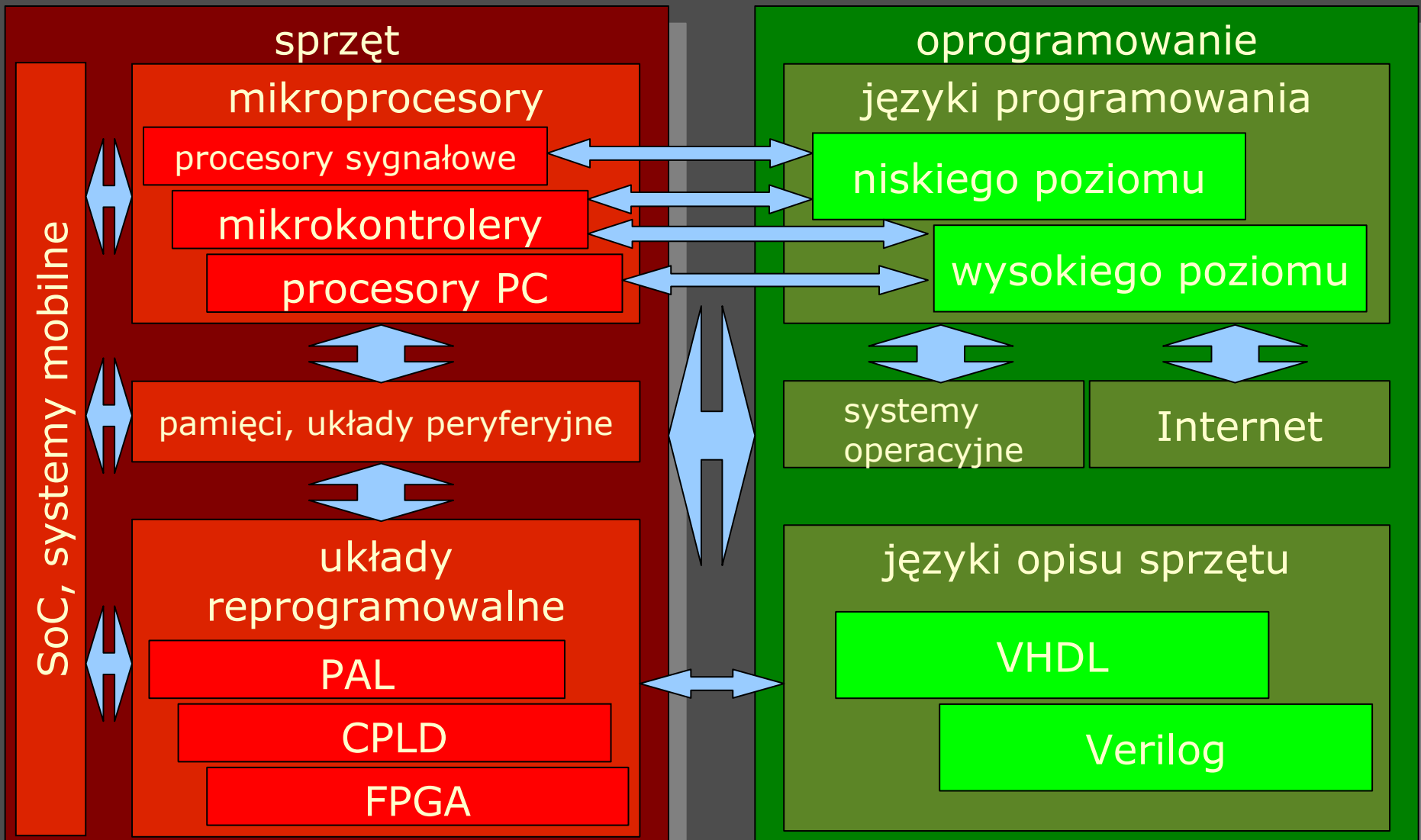
mikroprocesorowe

i układy programowalne



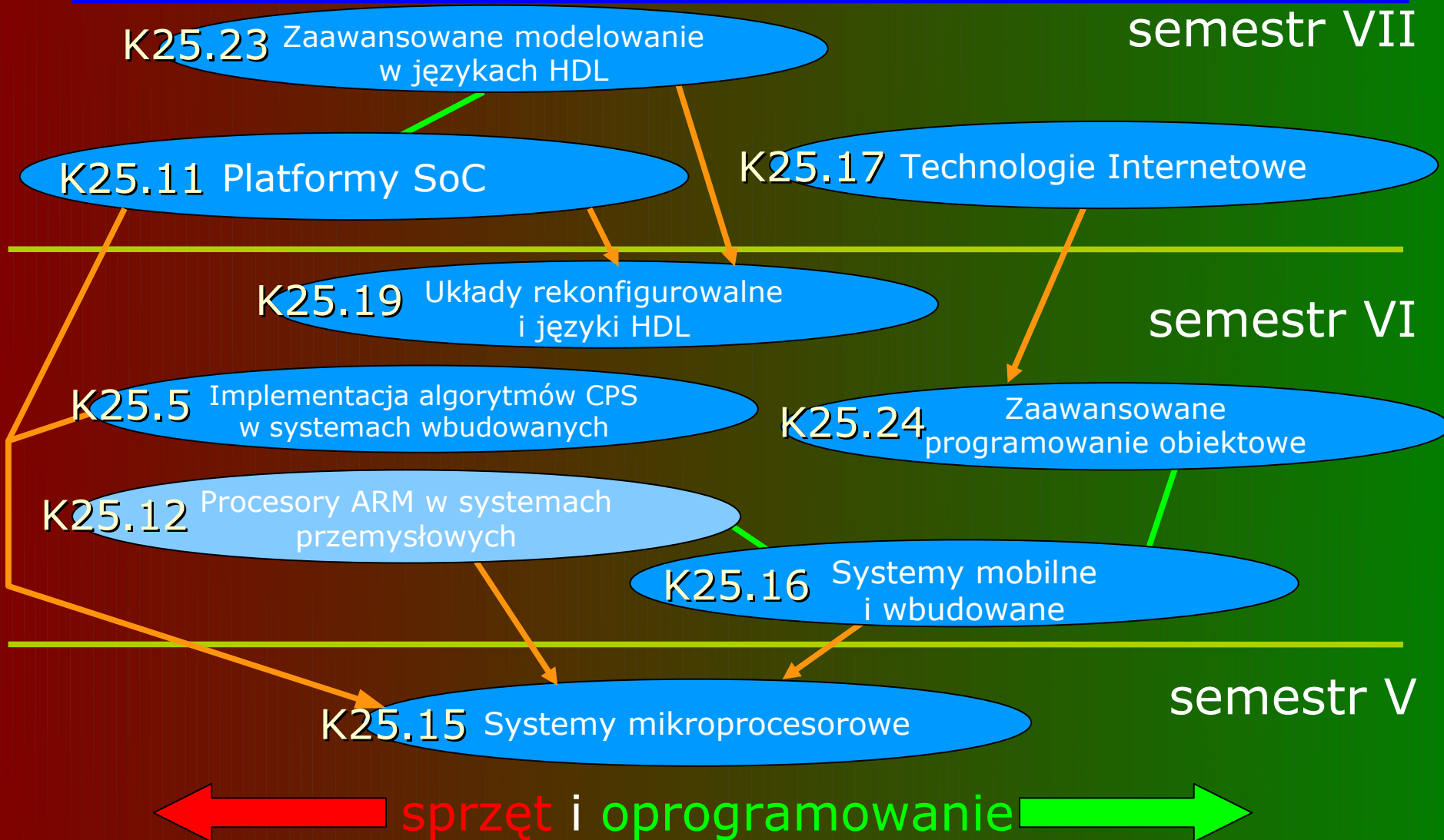
Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Obszar zagadnień



Ścieżki sem. IV

Systemy mikroprocesorowe i układy programowalne



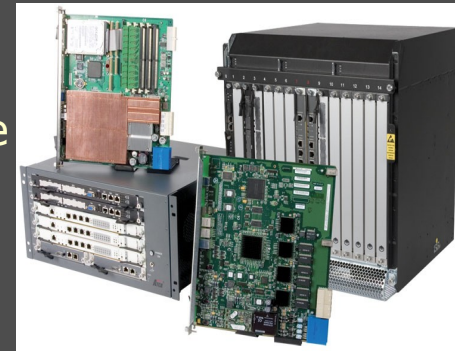
Korzyści dla absolwenta

■ Umiejętności

- Dogłębna znajomość systemów mikroprocesorowych
- Znajomość i umiejętność korzystania z układów peryferyjnych
- Umiejętność stosowania programowalnych układów logicznych
- Wiedza związana z różnorodnymi technikami programowania
- Umiejętność stosowania zdobytej wiedzy w konstrukcji złożonych systemów, od strony **sprzętowej** i **programowej**

■ Perspektywy zatrudnienia

- Wszystkie nowoczesne systemy cyfrowe
- Projektant nowoczesnych systemów cyfrowych i cyfrowo-analogowych, w tym wbudowanych i mobilnych, programista C++/Java/.NET
- Każda firma wykorzystująca systemy akwizycji, transmisji, przetwarzania danych, sterowania
- Każda firma rozwijająca te aplikacje, w tym firmy:
 - telekomunikacyjne
 - elektroenergetyczne
 - motoryzacyjne
- Możliwość kariery naukowej w kraju bądź za granicą (patrz projekty naukowe)



Blok

Systemy

mikroprocesorowe

K25.15



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

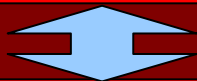
Systemy mikroprocesorowe

- Prognozowana liczba wyprodukowanych w 2009r mikrokontrolerów przekracza **10 miliardów**
- Wartość rynku mikrokontrolerów rośnie w tempie 8% rocznie, mikrokontrolerów 32-bitowych – 16%
- Wartość rynku mikrokontrolerów 8-bitowych w 2004 była o 66% większa niż 32-bitowych



sprzęt

mikrokontrolery



pamięci, układy peryferyjne



języki programowania

niskiego poziomu

wysokiego poziomu

Systemy mikroprocesorowe

■ Zagadnienia

- architektura mikrokontrolerów
- obsługa urządzeń peryferyjnych, w tym pamięci
- programowanie nisko- i wysokopoziomowe (język assemblera i język C)
- projektowanie systemów mikroprocesorowych

zrozumienie zasady działania mikrokontrolera, jego elementów, możliwości i ograniczeń

konieczne do komunikacji ze światem zewnętrznym i konstruowania złożonych systemów

w przemyśle większość osób pracujących z mikroprocesorami to programiści

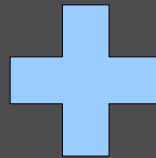
umiejętność zastosowania przekazanej wiedzy w konstruowaniu rzeczywistych, kompletnych systemów



kompletna i niezbędna podstawa

Systemy mikroprocesorowe

- Możliwość dalszego oboru ścieżek z naciskiem na stronę sprzętową bądź programową
- Połączenie zagadnień sprzętowych i programistycznych
- Pomyślane w celu wprowadzenia w tematykę mikrokontrolerów, nie zakłada uprzedniej wiedzy specjalistycznej
- Praca na rzeczywistych układach, wykorzystywanych w przemyśle



```
546 vector matrix::solve( const vector& v_other ) const
547 {
548     if( rows != columns || rows != v_other.elements )
549         throw matrix_error(this, INVALID_DIMS, v_other.elements, 1);
550
551     int base, k;
552     matrix m_this = *this;
553     vector v_result = v_other;
554     m_this.detach(1);
555     v_result.detach(1);
556     int *ix = new int[rows];
557     for(k=0; k<rows; ++k)
558         ix[k] = k;
559
560     for(base=0; base<rows; ++base)
561     {
562         int max_index = m_this.pivot(base, ix);
563         if( ! max_index )
564         {
565             delete [] ix;
566             throw matrix_error(this, NO_SOLUTION, 0, 0);
567         }
568         if( base != max_index )
```


Blok

Systemy mobilne i wbudowane K25.16



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

A cartoon illustration of a computer monitor with a face. The monitor has a large blue eye with a black pupil, a small nose, and a winking eye. It is holding a computer mouse in its right hand. The monitor is grey and has a small speaker on the right side. The base of the monitor is also grey and has a small slot for a floppy disk. The background is white.

75 % systemów
wbudowanych opartych
jest na procesorach **ARM**



Systemy mobilne i wbudowane

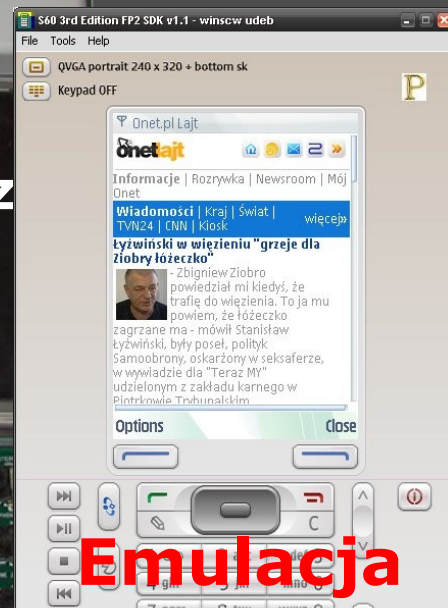
Procesor z rdzeniem
ARM9TDMI firmy
ATMEL: AT91SAM9263

Systemy
Operacyjne:
RTEMS,
LINUX,
Symbian OS
Android



USB, Ethernet,
Audio, GPIO

Dotykowy
wyświetlacz



Emulacja

Symbian OS:
S60v3 FP2
S60v5

Carbide.C++

Kodowanie



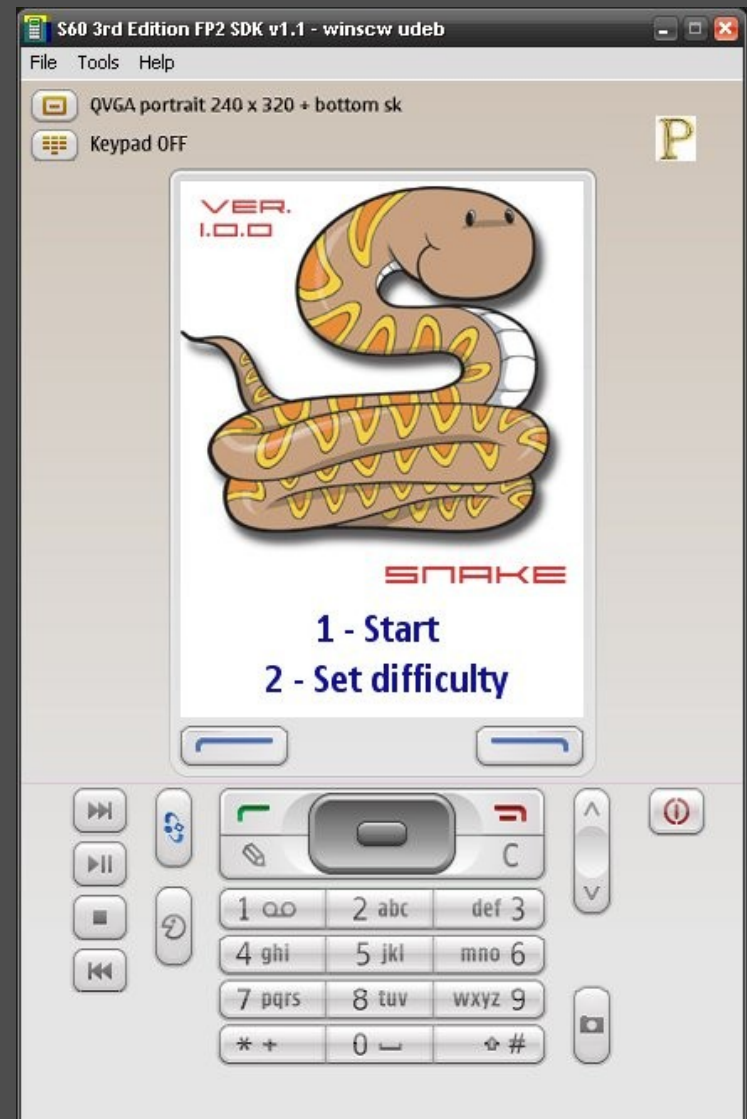
Uruchamianie

Systemy mobilne i wbudowane

Umowa z **Symbian Academy** dotycząca prowadzenia zajęć z Symbian OS przy użyciu certyfikowanych materiałów dydaktycznych



Współpraca z firmą **Teleca Poland** w ramach której studenci mają możliwość odbycia płatnych praktyk wakacyjnych



Blok

Układy rekonfigurowalne i języki

HDL

K25.19



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Układy rekonfigurowalne i języki HDL

Nabyta wiedza i umiejętności:

- Znajomość języków opisu sprzętu VHDL i Verilog
- Znajomość budowy i działania układów reprogramowalnych i rekonfigurowalnych
- Znajomość pakietów, narzędzi do projektowania i opisu układów reprogramowalnych
- Umiejętność praktycznego wykorzystania specyficznych właściwości i zastosowania układów reprogramowalnych



Tematyka bloku:

- Podstawowe pojęcia w językach HDL. Modelowanie w języku VHDL i Verilog. Konstrukcje sekwencyjnych i współbieżnych. Projektowanie automatów stanowych. Optymalizacja i implementacja projektu
- Budowa i działanie układów reprogramowalnych i rekonfigurowalnych - CPLD, FPGA. Analogowe układy reprogramowalne, układy hybrydowe oraz SoC. Elementy konstrukcyjne układów reprogramowalnych, interfejsy programujące

Układy rekonfigurowalne i języki HDL

Korzyści dla absolwenta - praca:

- Bardzo dobre przygotowanie do zatrudnienia w firmach potrzebujących pracowników projektujących rozbudowane lub specyficzne (uzależnione od aplikacji) systemy cyfrowe, skomplikowane urządzenia sterujące, wysokoczęstotliwościowe obwody.
- Przygotowanie do projektowania układów ASIC



Baza sprzętowa:

- Systemy dydaktyczne z układami Xilinx wraz z pełną wersją zintegrowanego środowiska projektowego
- Planowane rozszerzenie zajęć o najnowsze konstrukcje Xilinx
- Zdjęcia pokazują faktycznie stosowany w trakcie zajęć sprzęt

Wykaz przedmiotów i szczegóły na temat bloku – na stronie bloki.dmcs.pl

Opiekun bloku:

mgr inż. Zbigniew Kulesza - kulesza@dmcs.p.lodz.pl

Blok

Zaawansowane programowanie

obiektowe

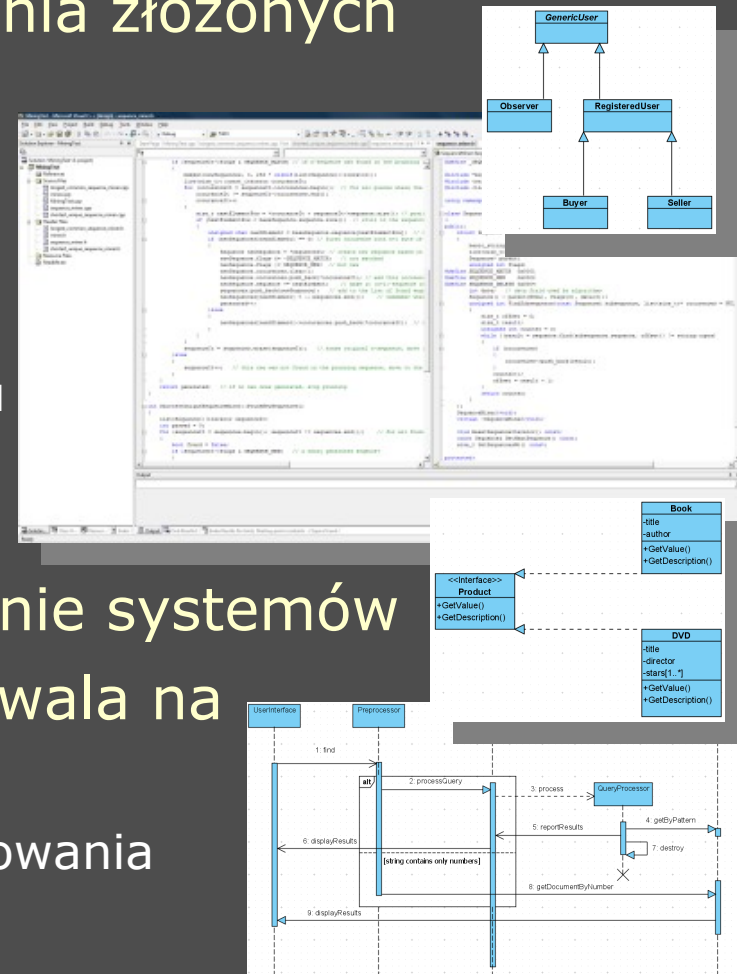
K25.24



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Zaawansowane programowanie obiektowe

- Języki zorientowane obiektowo mają ugruntowaną pozycję jako doskonałe narzędzie do tworzenia złożonych systemów programowych
- Nowe rozwiązania umożliwiają programowanie
 - szybsze
 - ułatwiające uzyskanie poprawnego kodu
 - lepiej odzwierciedlające rzeczywistość
 - lepiej dostosowane do pracy zespołowej
- Istotnym aspektem jest projektowanie systemów
- Stosuje się modelowanie, które pozwala na
 - zrozumienie działania systemu
 - specyfikację pożądanego struktury i zachowania
 - opis architektury i możliwość jej zmiany



Zaawansowane programowanie obiektowe

■ Zagadnienia

- nowoczesne środowiska programistyczne (IDE)
- platforma .NET
- język C#
- tworzenie interfejsów użytkownika
- język UML - modelowanie przy użyciu nowoczesnych narzędzi

■ Umiejętności

- umiejętność wykorzystania potencjału platformy .NET przy pomocy języka C#
- umiejętność projektowania systemów informatycznych z wykorzystaniem języka UML
- umiejętność korzystania z nowoczesnych środowisk projektowo-programistycznych

■ Perspektywy zatrudnienia

- programiści .NET są poszukiwanymi specjalistami
- znajomość języka UML jest wymagana przy pracy nad większymi projektami, nie tylko informatycznymi



Blok

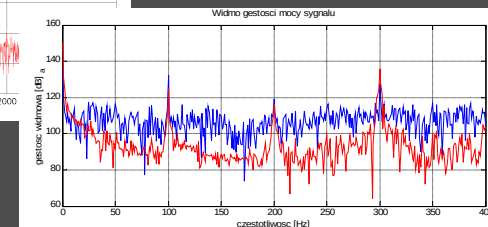
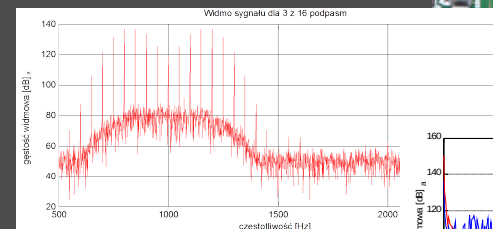
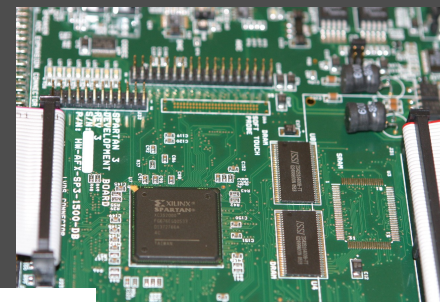
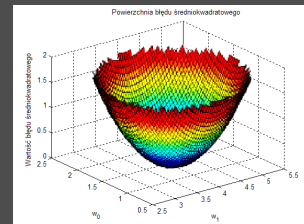
Implementacja algorytmów CPS w systemach wbudowanych K25.5



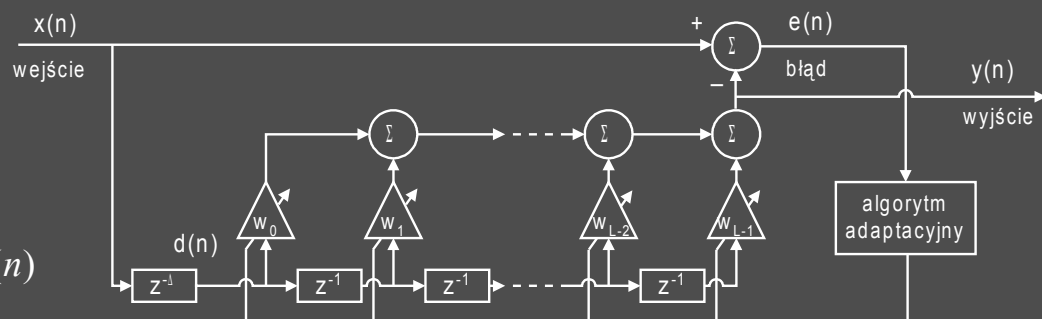
Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Implementacja algorytmów CPS w systemach wbudowanych

- Procesory sygnałowe: budowa i działanie
- Platformy sprzętowe systemów wbudowanych
- Algorytmy przetwarzania sygnałów graficznych i akustycznych
- Determinizm czasowy
- Programowanie procesorów sygnałowych



$$y(n) = \sum_{k=0}^{L-1} w_k x(n-k) = \mathbf{w}^T \mathbf{x}(n)$$



Implementacja algorytmów CPS w systemach wbudowanych

- Budowa i programowanie DSP
 - wykład: 30 godzin, laboratorium: 30 godzin
 - arytmetyka w układach cyfrowych, procesory sygnałowe i ich otoczenie, programowanie i języki programowania DSP, wybrane algorytmy przetwarzania sygnałów
- Metody przetwarzania sygnałów graficznych i akustycznych
 - wykład: 15 godzin, laboratorium: 30 godzin
 - metody i algorytmy przetwarzania sygnałów akustycznych, podstawowe i zaawansowane metody oraz algorytmy przetwarzania obrazów
- Platformy sprzętowe systemów wbudowanych
 - wykład: 15 godzin
 - Systemy wbudowane, Hardware-Software Co-Design, platformy sprzętowe dla systemów wbudowanych, interfejsy, determinizm czasowy, dokładność i niezawodność systemów wbudowanych

Blok

Technologie internetowe

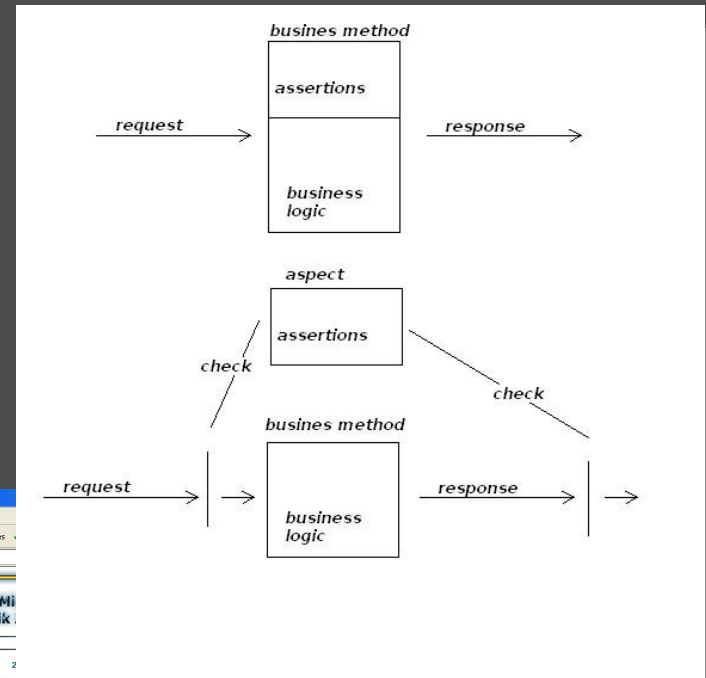
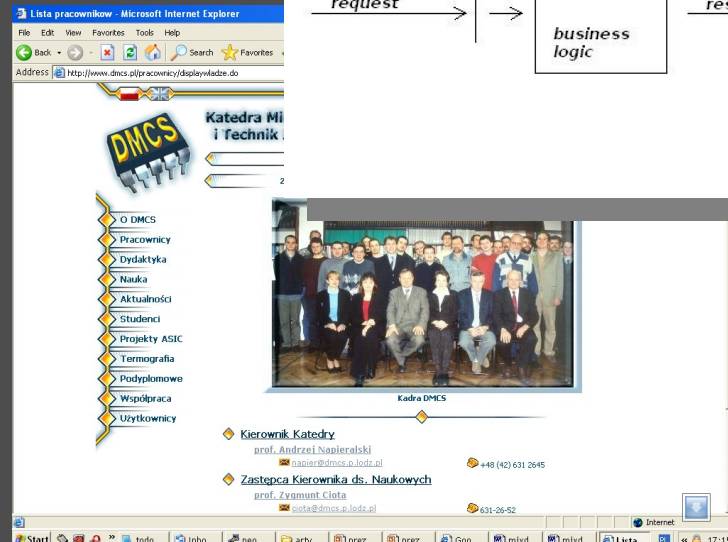
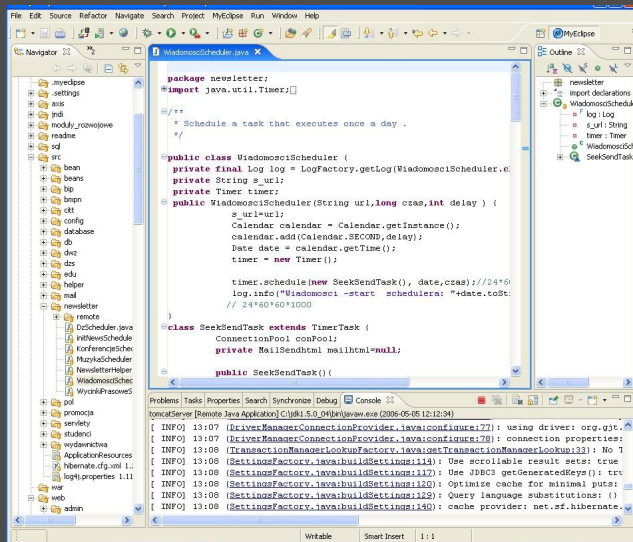
K25.17



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Technologie internetowe

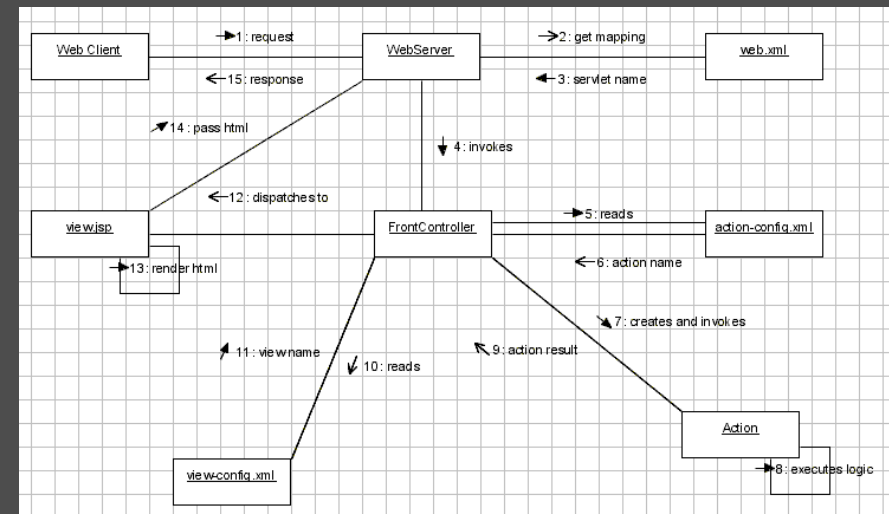
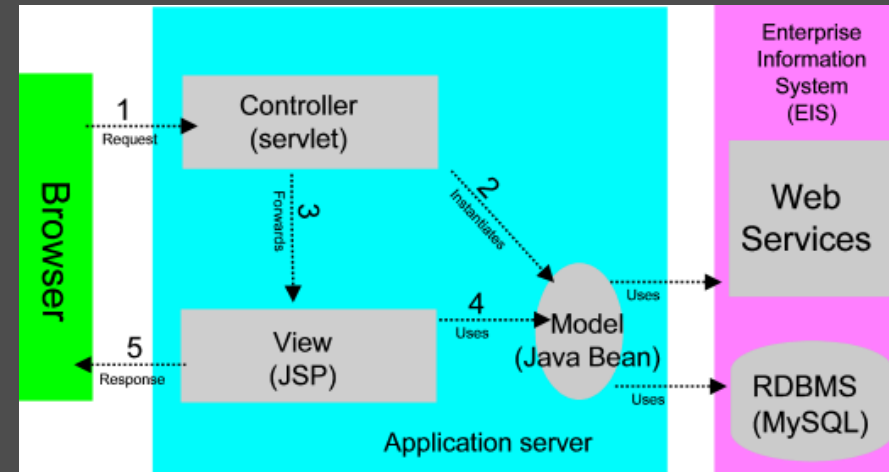
- Java (Java Enterprise Edition)
- Spring, Struts2, JSF
- Hibernate
- XML i technologie pokrewne
- Bazy danych (Oracle)



Technologie internetowe

- Serwery aplikacji
 - Oracle Application Server
 - Apache Tomcat
 - JBoss
- Wzorce projektowe
- Programowanie sieciowe
- Handel elektroniczny
- Bankowość elektroniczna
- B2B, B2C

```
import java.util.logging.*;
public class Foo {
    private static Logger log =
        Logger.getLogger("log");
    private String bar;
    // some methods here
    // business method
    public String getBar(){
        // using Logger
        // to trace an application
        log.logp(Level.INFO, "Returning: " + bar);
        return bar;
    }
}
```



Blok

Platformy SoC

K25.11



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Platformy SoC

Tematyka bloku:

- Klasyfikacja, budowa i działanie elementów typu system w jednym układzie (System on Chip)
- Modelowanie układów analogowych i cyfrowych. Języki modelowania i opisu układów analogowych i cyfrowych. Środowiska symulacyjne i symulatory analogowe. Modelowanie systemów analogowo-cyfrowych zawierających systemy mikroprocesorowe (symulatory: VHDL-AMS, Proteus, procesory 8051, ARM, PIC, AVR)

Nabyta wiedza i umiejętności:

- Znajomość budowy i działania elementów system w jednym układzie (SoC) - wykorzystanie w zastosowaniach analogowych, cyfrowych i hybrydowych
- Umiejętność opisu w językach opisu sprzętu - modelowania, symulacji
- Znajomość pakietów do projektowania i opisu układów SoC
- Umiejętność praktycznego wykorzystania specyficznych właściwości i zastosowania układów SoC



Platformy SoC

Korzyści dla absolwenta - praca:

- Bardzo dobre przygotowanie do zatrudnienia w firmach potrzebujących pracowników projektujących rozbudowane lub specyficzne (uzależnione od aplikacji) systemy analogowe i cyfrowe, skomplikowane urządzenia wymagające przetwarzania sygnałów z wykorzystaniem wielofunkcyjnych układów analogowych i cyfrowych

Baza sprzętowa:

- Baza sprzętowa - systemy dydaktyczne z układami Xilinx wraz z pełną wersją zintegrowanego środowiska projektowego
- Planowane rozszerzenie zajęć o najnowsze konstrukcje Xilinx i układy reprogramowalne analogowe
- Zdjęcia pokazują faktycznie stosowany w trakcie zajęć sprzęt



Wykaz przedmiotów i szczegóły na temat bloku – na stronie bloki.dmcs.pl

Opiekun bloku:

mgr inż. Zbigniew Kulesza - kulesza@dmcs.p.lodz.pl

Blok

Zaawansowane modelowanie w językach HDL K25.23



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Zaawansowane modelowanie w językach HDL

Nabyta wiedza i umiejętności:

- Znajomość języków opisu sprzętu w zastosowaniach analogowych - umiejętność programowania i modelowania
- Znajomość budowy i działania układów reprogramowalnych i rekonfigurowalnych - oraz stosowania metod opisu w postaci współbieżnej lub właściwości dynamicznej rekonfigurowalności
- Umiejętność praktycznego wykorzystania specyficznych właściwości i zastosowania układów reprogramowalnych

Tematyka bloku:

- Modelowanie układów analogowych. Języki modelowania i opisu układów analogowych. Sposoby modelowania mieszanego, modelowania w dziedzinie czasu i częstotliwości
- Metody realizacji przetwarzania współbieżnego: metody programowe i sprzętowe. Metody realizacji współbieżności i równoległości w układach rekonfigurowalnych
- Dynamiczne rekonfiguracja w układach rekonfigurowalnych. Algorytmy automatycznego podziału zadań realizowanych z wykorzystaniem dynamicznej rekonfigurowalności



Zaawansowane modelowanie w językach HDL

Korzyści dla absolwenta - praca:

- Bardzo dobre przygotowanie do zatrudnienia w firmach potrzebujących pracowników projektujących rozbudowane lub specyficzne (uzależnione od aplikacji) systemy analogowe i cyfrowe, skomplikowane urządzenia wymagające przetwarzania współbieżnego lub dynamicznej rekonfigurowalności. Przygotowanie do projektowania ASIC



Baza sprzętowa:

- Systemy dydaktyczne z układami Xilinx wraz z pełną wersją zintegrowanego środowiska projektowego
- Planowane rozszerzenie zajęć o najnowsze konstrukcje Xilinx
- Zdjęcia pokazują faktycznie stosowany w trakcie zajęć sprzęt

Wykaz przedmiotów i szczegóły na temat bloku – na stronie bloki.dmcs.pl

Opiekun bloku:

mgr inż. Zbigniew Kulesza - kulesza@dmcs.p.lodz.pl

Grupa bloków

Układy i systemy scalone



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Wprowadzenie

Najważniejsze zagadnienia

Analogowe i cyfrowe układy scalone

Mikroczipy półprzewodnikowe

Mikrosystemy

Termika

Profesjonalne środowiska projektowe

CADENCE

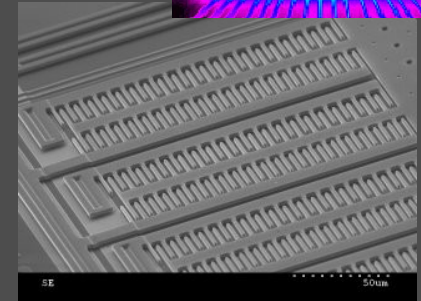
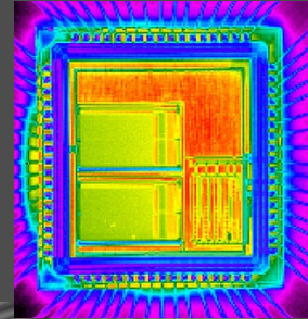
Mentor Graphics

Synopsys

Silvaco

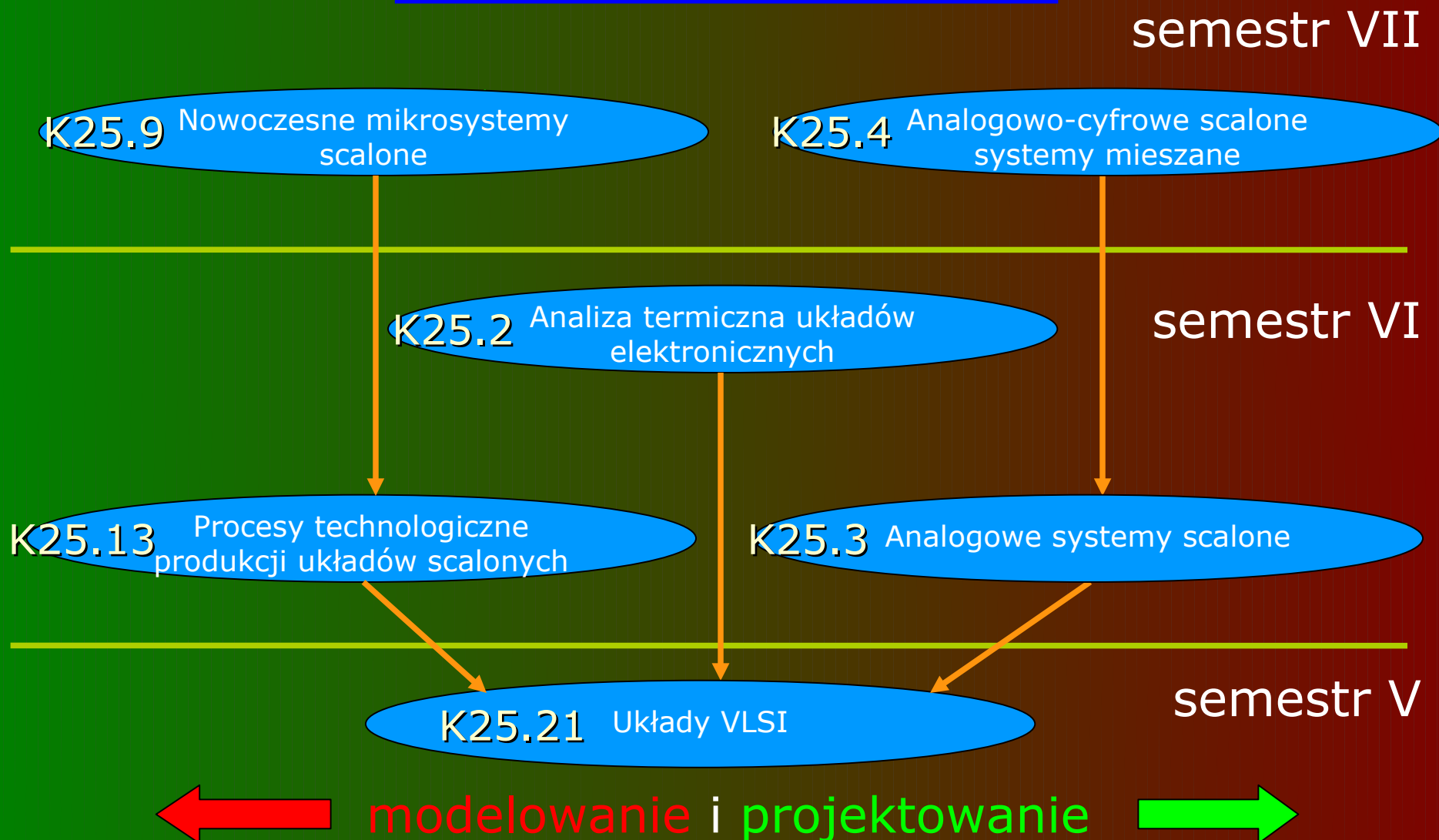
ANSYS

Dostęp do nowoczesnych technologii



Ścieżki sem. IV

Układy i systemy scalone



Korzyści dla absolwenta

- Znajomość najnowocześniejszych metod projektowania:
 - układów scalonych analogowych i cyfrowych
 - układów programowalnych
 - czujników i mikromaszyn
- Możliwości zatrudnienia
 - centra projektowe firm zachodnich powstające w krajach Europy Środkowej
 - polskie firmy wdrażające układy ASIC we własnych produktach
 - ośrodki projektowe i technologiczne w krajach Unii Europejskiej



Blok

Układy VLSI

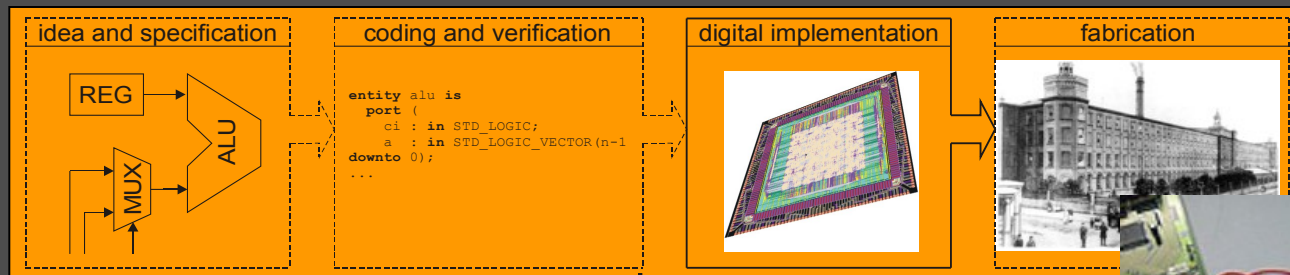
K25.21



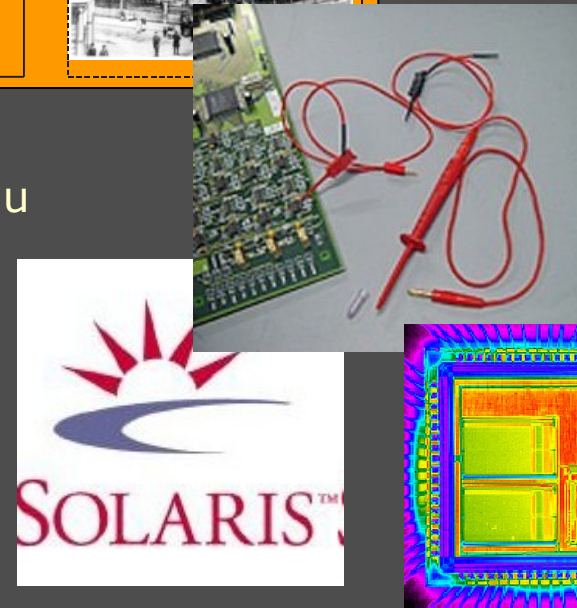
Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Co po ukończeniu bloku?

- Umiejętność projektowania układów (od pomysłu do masek układu)



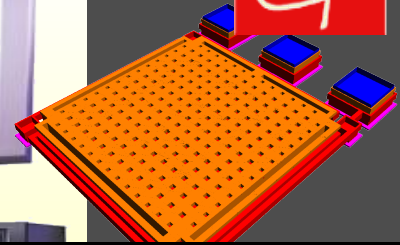
- Wykorzystanie profesjonalnego oprogramowania CAD-EDA w projektowaniu
- Realizacje własnych pomysłów w tym w ramach prac dyplomowych
- Praca w systemie UNIX
- Teoria i praktyka testowania układów w systemie elektronicznym
- Posługiwanie się językami HDL (VHDL i Verilog)



Układy VLSI

Co oferujemy?

- Laboratoria wyposażone w nowoczesny sprzęt pomiarowy i badawczy
- Dostęp do oprogramowania CAD-EDA największych firm światowych
- Współprace z wiodącymi dostawcami technologii, oprogramowania i firmami projektowymi
- Wymianę, współpracę i praktykę w ramach projektów badawczych Unii Europejskiej
- Doświadczenie prowadzących poparte praktyką badawczą i komercyjną



Blok

Analogowe systemy scalone

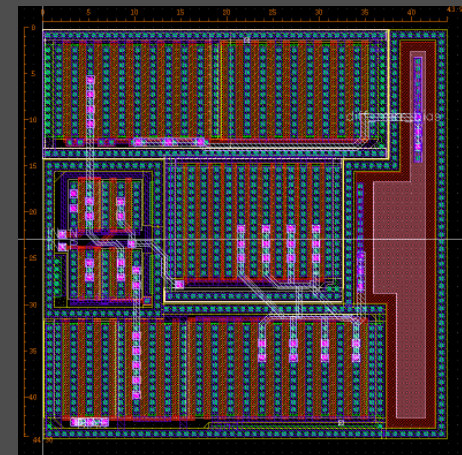
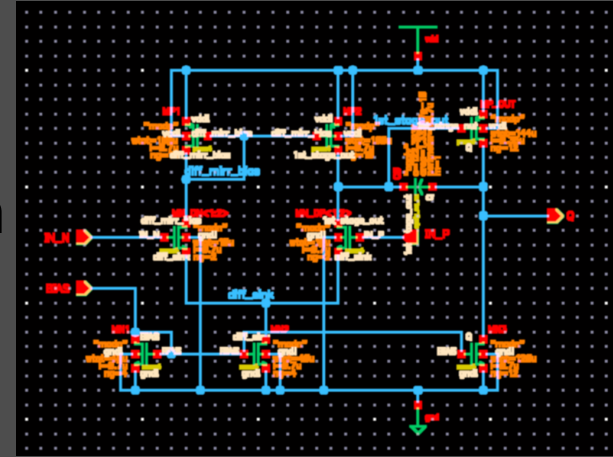
K25.3



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Analogowe systemy scalone

- Umiejętność projektowania schematu i topografii układów analogowych
- Znajomość ograniczeń wprowadzanych przez proces technologiczny
- Opanowanie strategii planowania umieszczania modułów w scalonych układach analogowych
- Umiejętność projektowania struktur scalonych z uwzględnieniem ograniczeń ze strony procesów technologicznych
- Wprowadzenie do opisu zjawisk elektromagnetycznych i termicznych towarzyszących pracy struktur scalonych



Analogowe systemy scalone

■ Omówienie struktury systemów analogowych oraz ich typowych elementów składowych

- komparatory prądu i napięcia
- wzmacniacze operacyjne
- przetworniki A/C i C/A, U/I i I/U
- źródła napięcia oraz prądu odniesienia
- generatory i układy obróbki sygnałów
- układy z przełączanymi pojemnościami

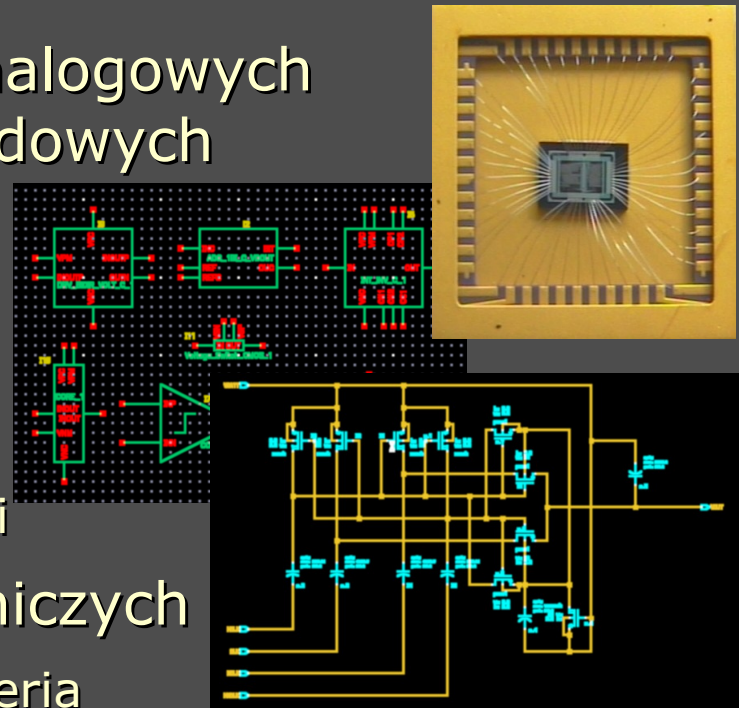
■ Wprowadzenie do struktur pomocniczych

- monitorowanie, zabezpieczenia i peryferia

■ Zajęcia z osobą mającą staż w przemyśle

■ Praca z oprogramowaniem stanowiącym standard w przemyśle mikroelektronicznym

■ Podsumowanie zajęć własnym projektem



Blok

Analogowo-cyfrowe scalone systemy mieszane

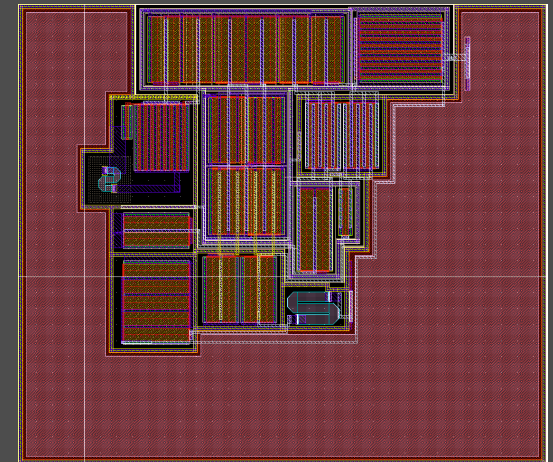
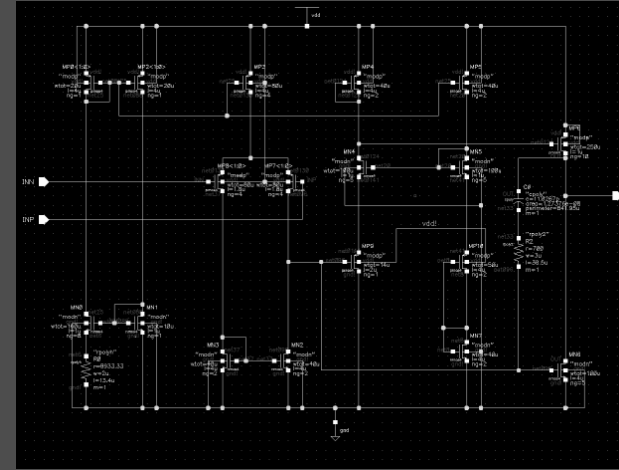
K25.4



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

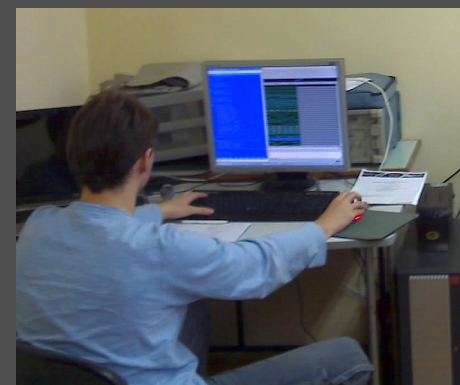
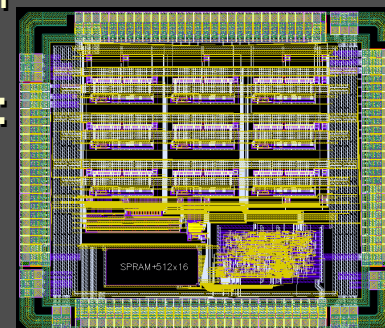
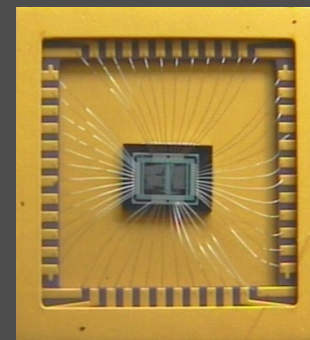
Analogowo-cyfrowe scalone systemy mieszane

- Poznanie pogranicza analogowego i cyfrowego przetwarzania sygnałów
- Przekazanie wiedzy umożliwiającej efektywne projektowanie scalonych systemów analogowo-cyfrowych
- Nabycie umiejętności uwzględniania i minimalizacji skutków ograniczeń procesów technologicznych w procesie projektowania układów mieszanych
- Umiejętność płynnego posługiwania się zaawansowanym profesjonalnym oprogramowaniem projektanckim



Analogowo-cyfrowe scalone systemy mieszane

- Poznanie podukładów zawierających elementy przetwarzania analogowego i cyfrowego
 - stopnie wyjściowe komparatorów napięcia i prądu
 - przetworniki A/C i C/A
 - struktury cyfrowe sterujące elementami analogowymi
 - analogowe sterowanie elementami cyfrowymi
 - systemy przetwarzania sygnału w czasie dyskretnym: układy z przełączanymi pojemnościami i prądami
 - filtry analogowe z czasem dyskretnym
 - generatory analogowo-cyfrowe
- Zajęcia z osobą mającą staż w przemyśle
- Praca z oprogramowaniem stanowiącym standard w przemyśle mikroelektronicznym
- Podsumowanie zajęć własnym projektem



Blok

Nowoczesne mikrosystemy scalone

K25.9



Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Nowoczesne mikrosystemy scalone

Projektowanie i symulacja mikrosystemów

■ Przedmioty:

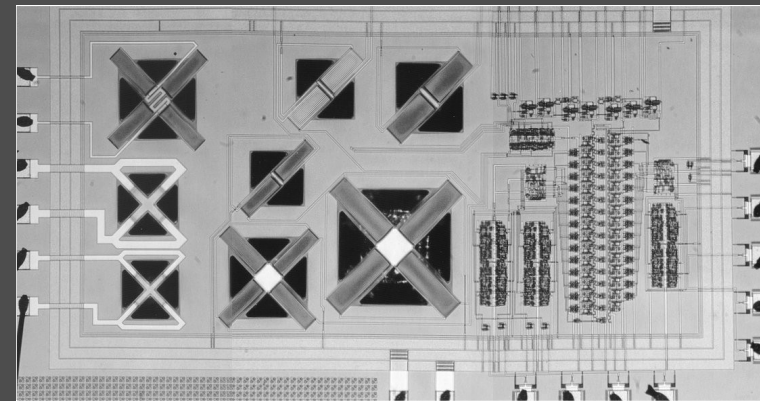
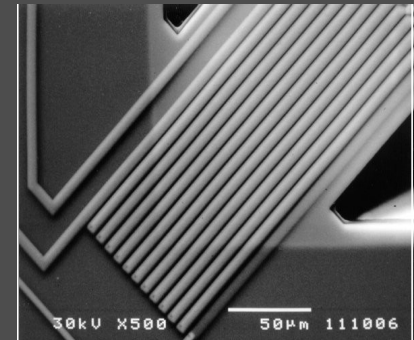
- Mikromaszyny i mikrosystemy scalone
- Modelowanie i testowanie układów scalonych i mikrosystemów

■ Zagadnienia dotyczące projektowanych współcześnie mikrosystemów scalonych

■ Układy mikromaszynowe

■ Czujniki i sensory półprzewodnikowe

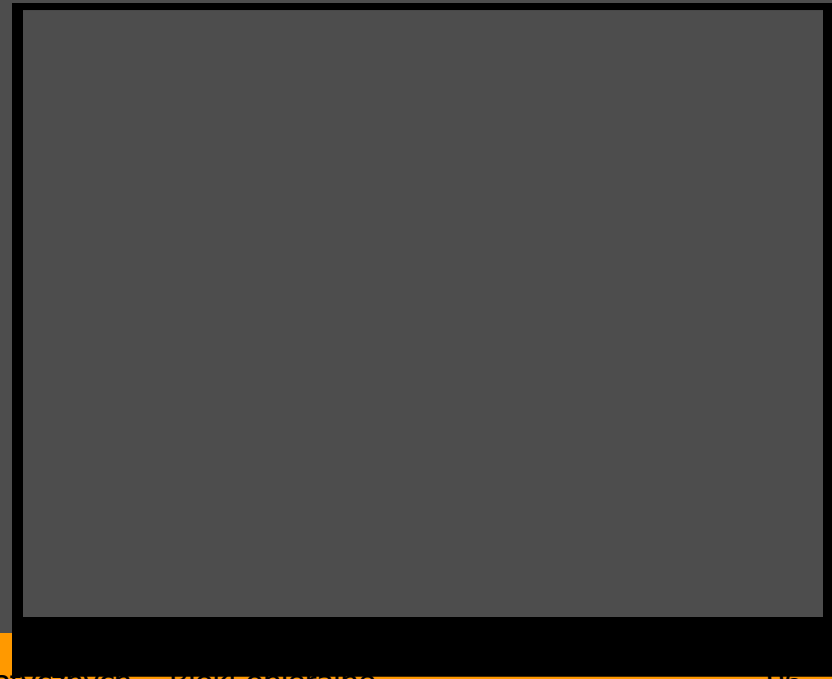
■ Technologie wytwarzania mikrosystemów



Nowoczesne mikrosystemy scalone

Modelowanie wielodomenowe mikrosystemów

- Modelowanie i symulacja układów MEMS (ang. Micro-Electro-Mechanical Systems)
- Wielodomenowe symulacje układów mikromaszynowych z wykorzystaniem wiodących producentów oprogramowania takich jak ANSYS, Mentor Graphics
- Przeprowadzanie wielu analiz takich jak rozkład temperatury, odporności układu na zakłócenia elektromagnetyczne itp.



Blok

Procesy technologiczne produkcji układów scalonych K25.13

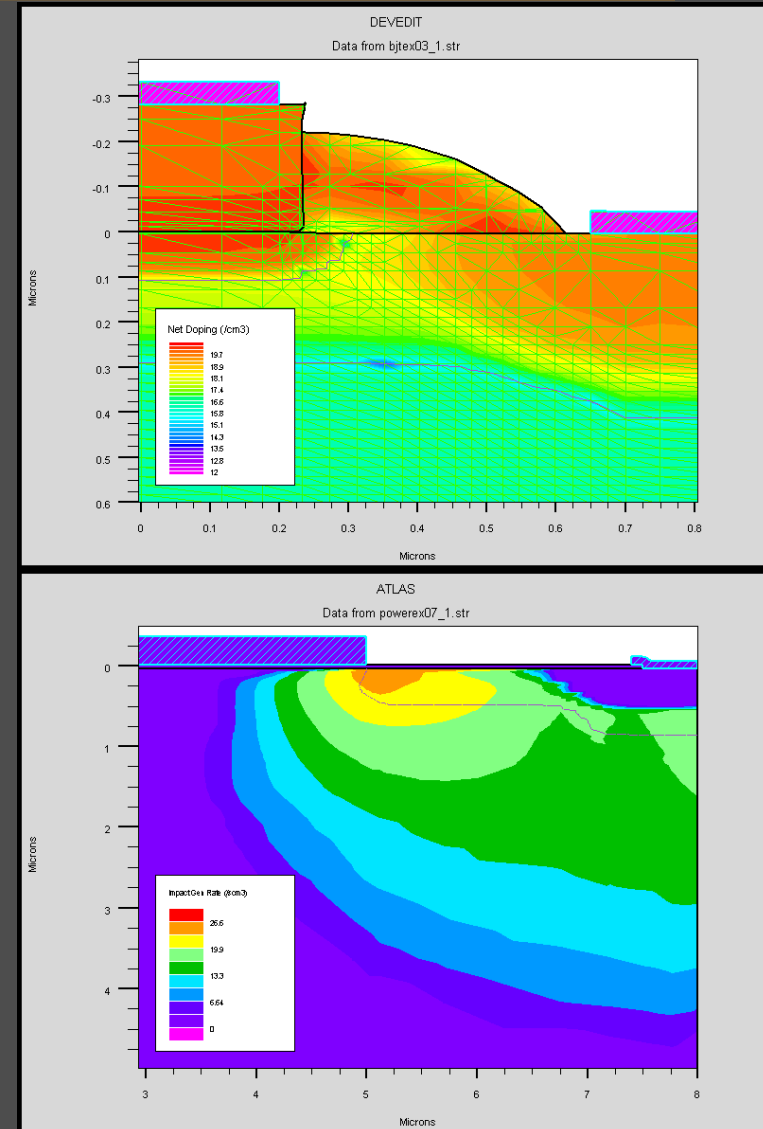


Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Procesy technologiczne produkcji układów scalonych

Technologia układów scalonych

- Organizacja cleanroom'u
- Procesy technologiczne
- Integracja procesów
- Profile domieszkowania
- Charakterystyki elektryczne
- Oprogramowanie Silvaco ATHENA/ATLAS



Procesy technologiczne produkcji układów scalonych

Scalone mikroczujniki

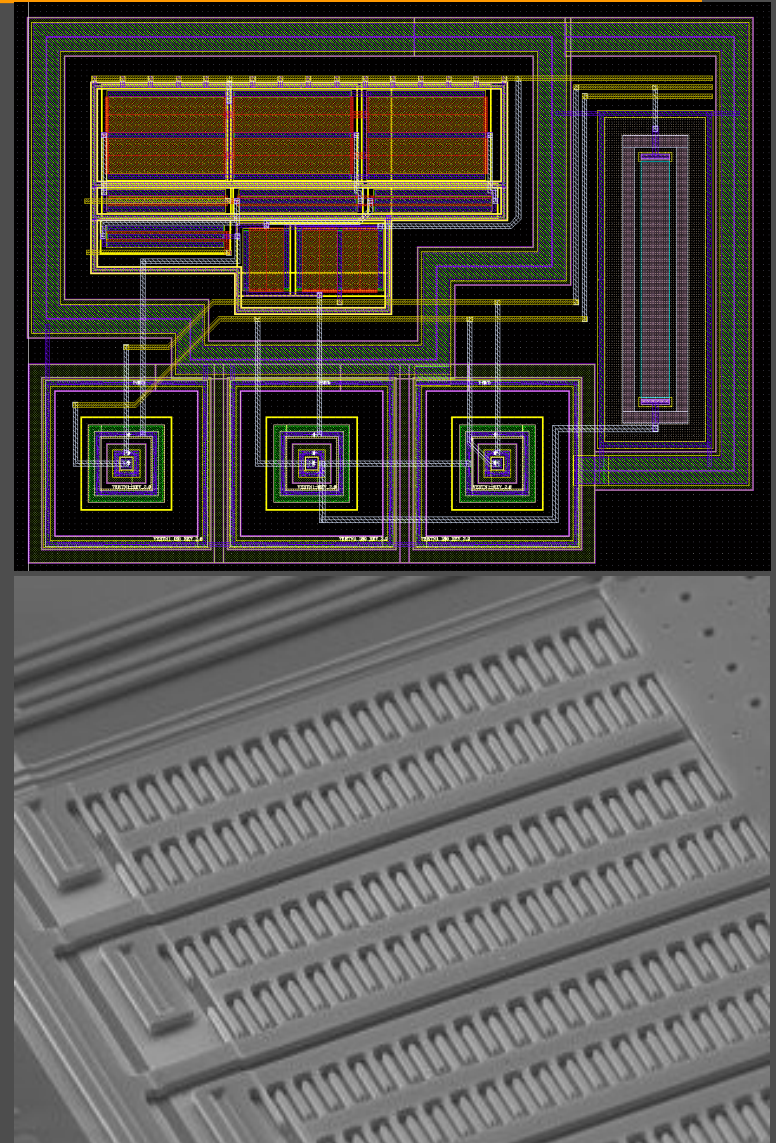
■ Czujniki:

- Temperatury
- Promieniowania
- Przyspieszenia
- Ciśnienia

■ Zasada działania

■ Technologia wytwarzania

■ Symulator wielodomenowy VHDL-AMS Mentor Graphics System Vision



Blok

Analiza termiczna układów elektronicznych K25.2

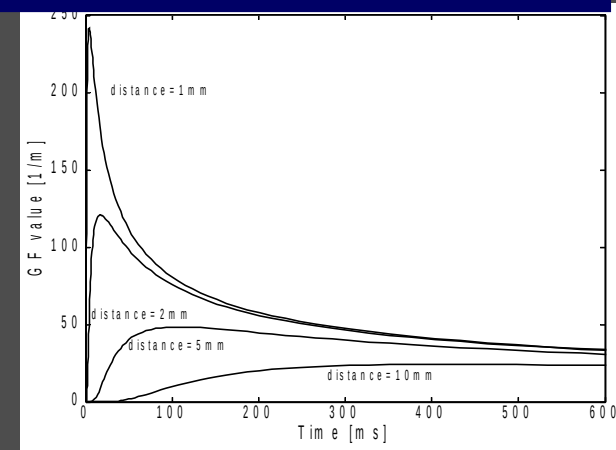
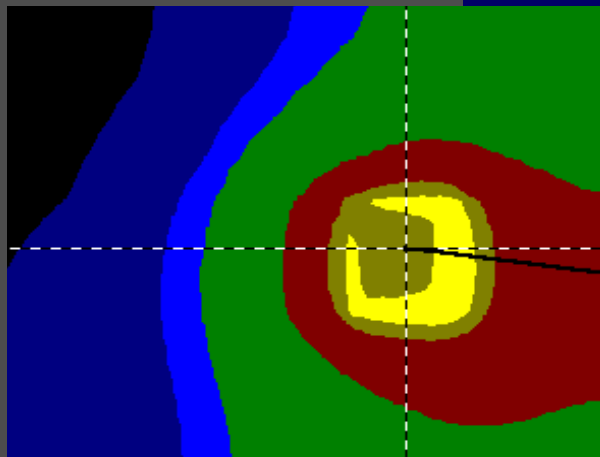
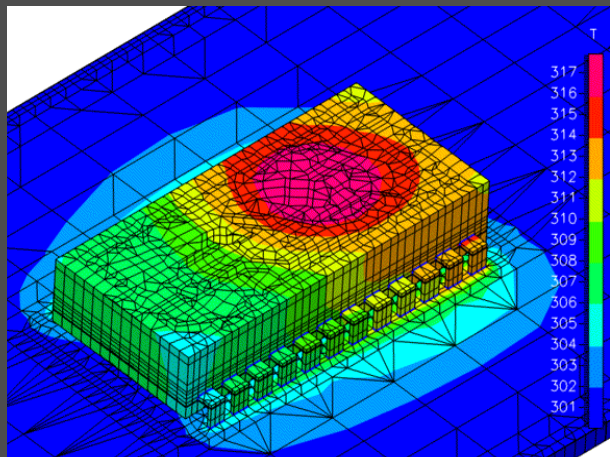


Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Analiza termiczna układów elektronicznych

Zjawiska cieplne w elektronice

- Opis matematyczny
- Modele termiczne układów elektronicznych
- Metody rozwiązywania:
 - analityczne
 - numeryczne



Analiza termiczna układów elektronicznych

Diagnostyka termiczna układów elektronicznych

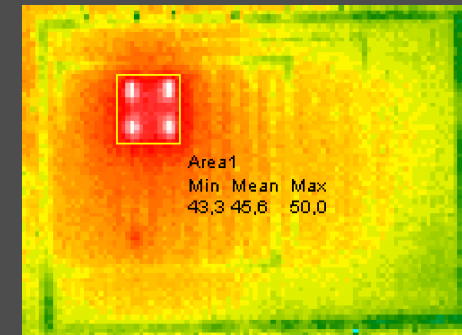
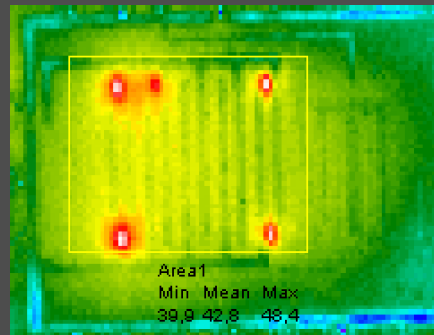
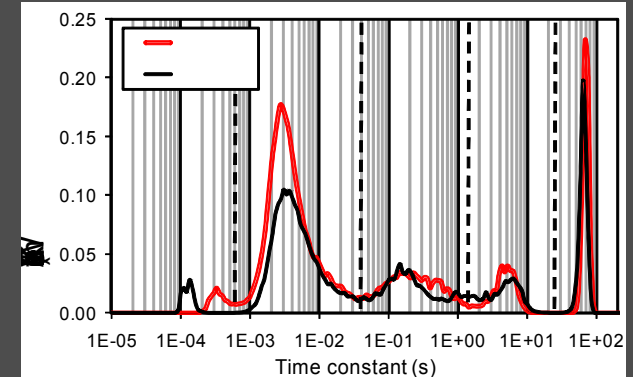
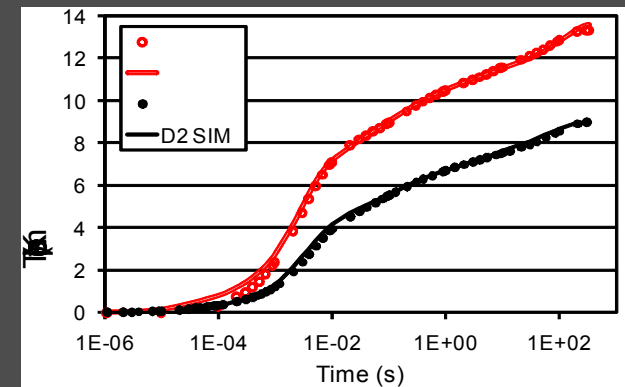
■ Pomiar temperatury:

- złącza p-n
- termopary
- Termografia

■ Analiza odpowiedzi temperaturowej:

- widmo częstotliwościowe
- funkcje strukturalne
- drabinki RC

■ Analiza zdjęć termograficznych



Zapraszamy na spotkanie

Zapraszamy także do zwiedzania Katedry

(prosimy się zgłaszać do koordynatorów bloków)

Dziękujemy za uwagę

Informacje w Internecie:
bloki.dmcs.p.lodz.pl

Koordynatorzy grup bloków:

SMiUP dr inż. Wojciech Tylman
tyl@dmcs.p.lodz.pl

UEP mgr inż. Zbigniew Kulesza
kulesza@dmcs.p.lodz.pl

UiSS dr inż. Adrian Romiński
rominski@dmcs.p.lodz.pl

