Mikroelektronika

Prekursor i Współtwórca Przemysłu 4.0

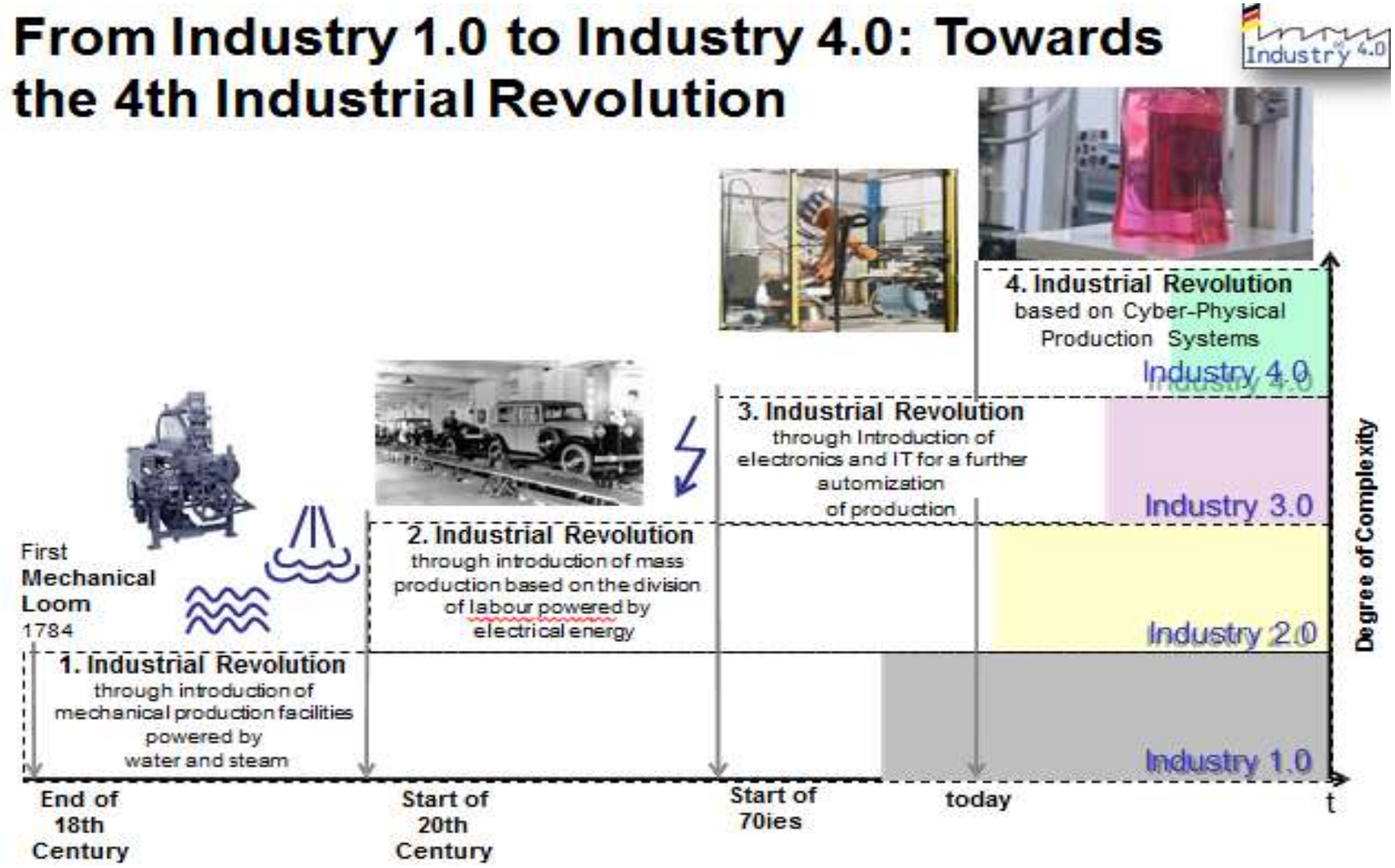
Piotr Grabiec grabiec@ite.waw.pl
Grzegorz Janczyk janczyk@ite.waw.pl

Instytut Technologii Elektronowej
al. Lotników 32/46 02-668 Warszawa

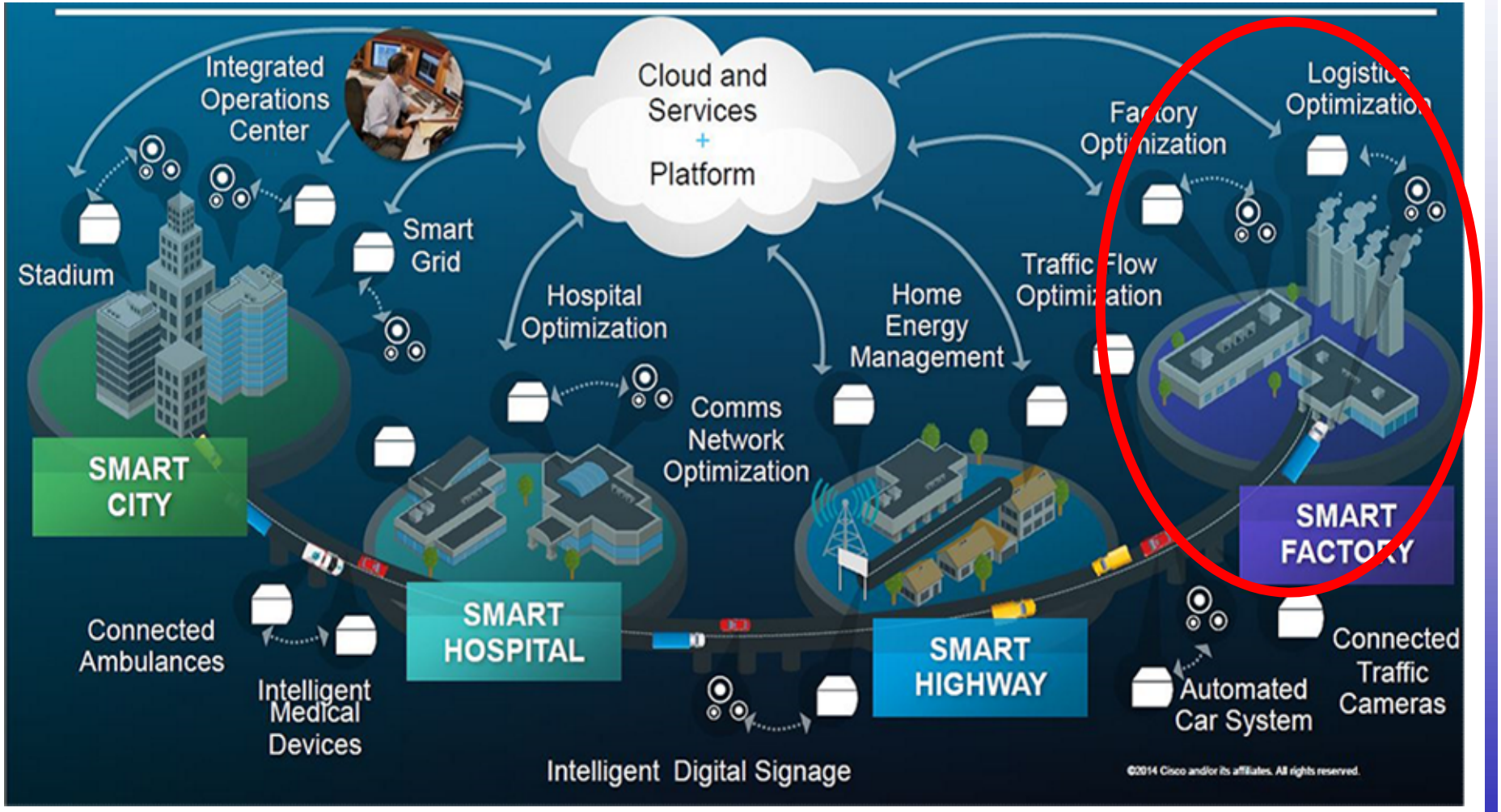
ITE

- **Mikroelektronika jako współtwórca Przemysłu 4.0**
- **Mikroelektronika jako prekursor Przemysłu 4.0**
- **Dostępny potencjał konstrukcyjny i technologiczny**
- **Potrzeba – Pomysł – Realizacja**
- **Sytuacja w Polsce, Fakty i Mity**
- **Oferta ITE**

Przemysł 4.0


From Industry 1.0 to Industry 4.0: Towards the 4th Industrial Revolution
Industry 4.0
4. Industrial Revolution
based on Cyber-Physical Production Systems
Industry 4.0
3. Industrial Revolution
through Introduction of electronics and IT for a further automization of production
Industry 3.0
2. Industrial Revolution
through introduction of mass production based on the division of labour powered by electrical energy
Industry 2.0
First Mechanical Loom
1784
1. Industrial Revolution
through introduction of mechanical production facilities powered by water and steam
Industry 1.0
Degree of Complexity
End of 18th Century
Start of 20th Century
Start of 70ies
today
t

Przemysł 4.0 a Internet Rzeczy



Podstawą jest cyfryzacja

Industrie 4.0

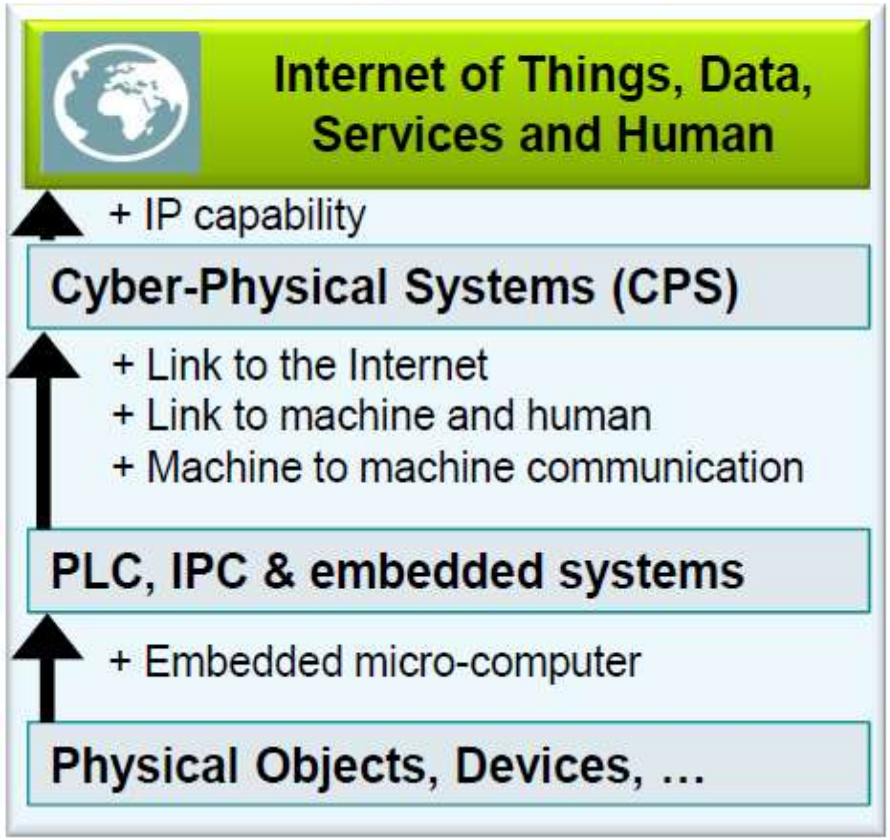
Digitalization is the basis ...

... for the intelligent networking of business processes, things, plants, components and people and is the key to future success.

Systemy Cyber-Fizyczne – podstawa Przemysłu 4.0

Evolutionary Leap in Manufacturing

Cyber Physical Systems (CPS)



… worldwide use of data and services

… communicate via interfaces

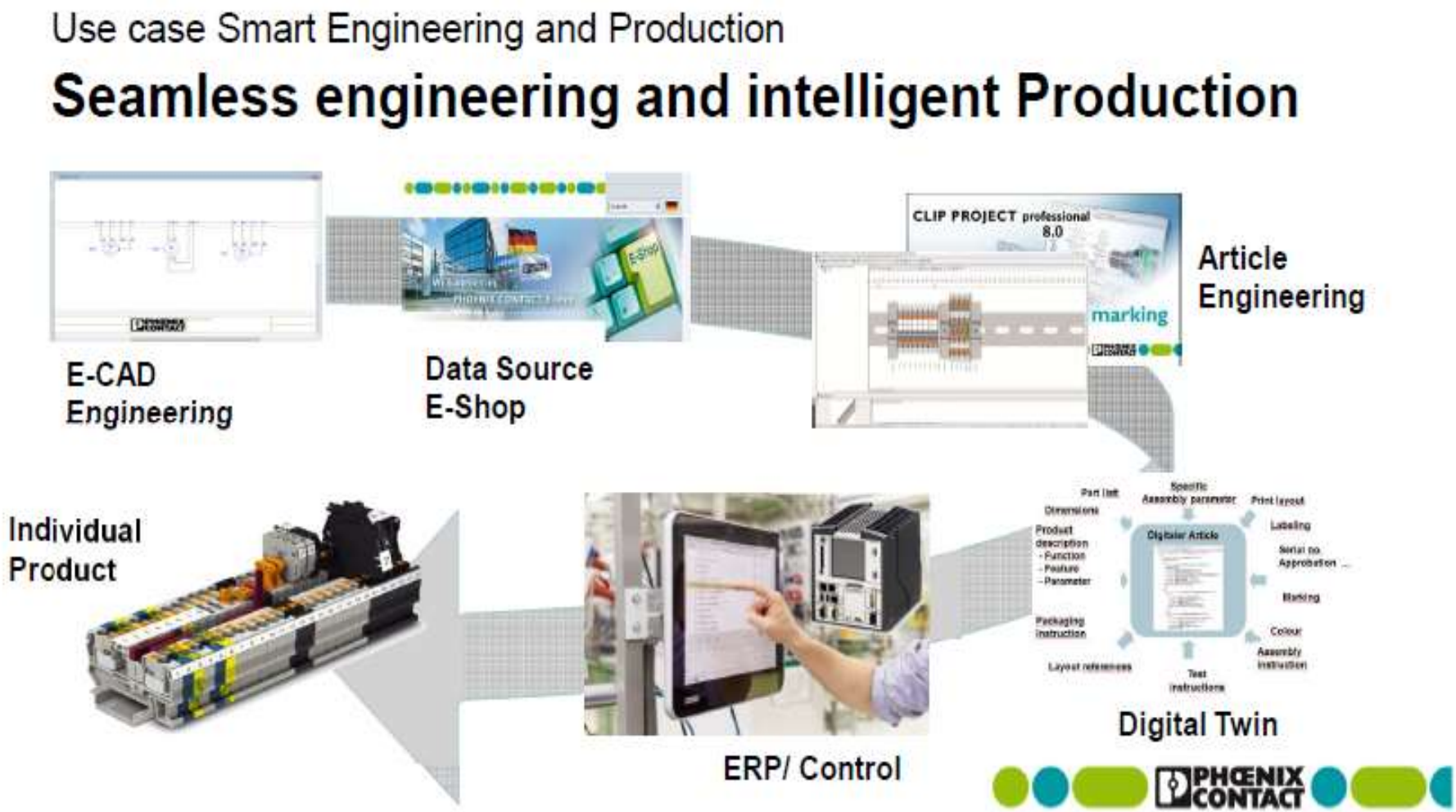
… interact via multi modal Human-Machine-Interfaces (HMI)

… control

… acting via actuators

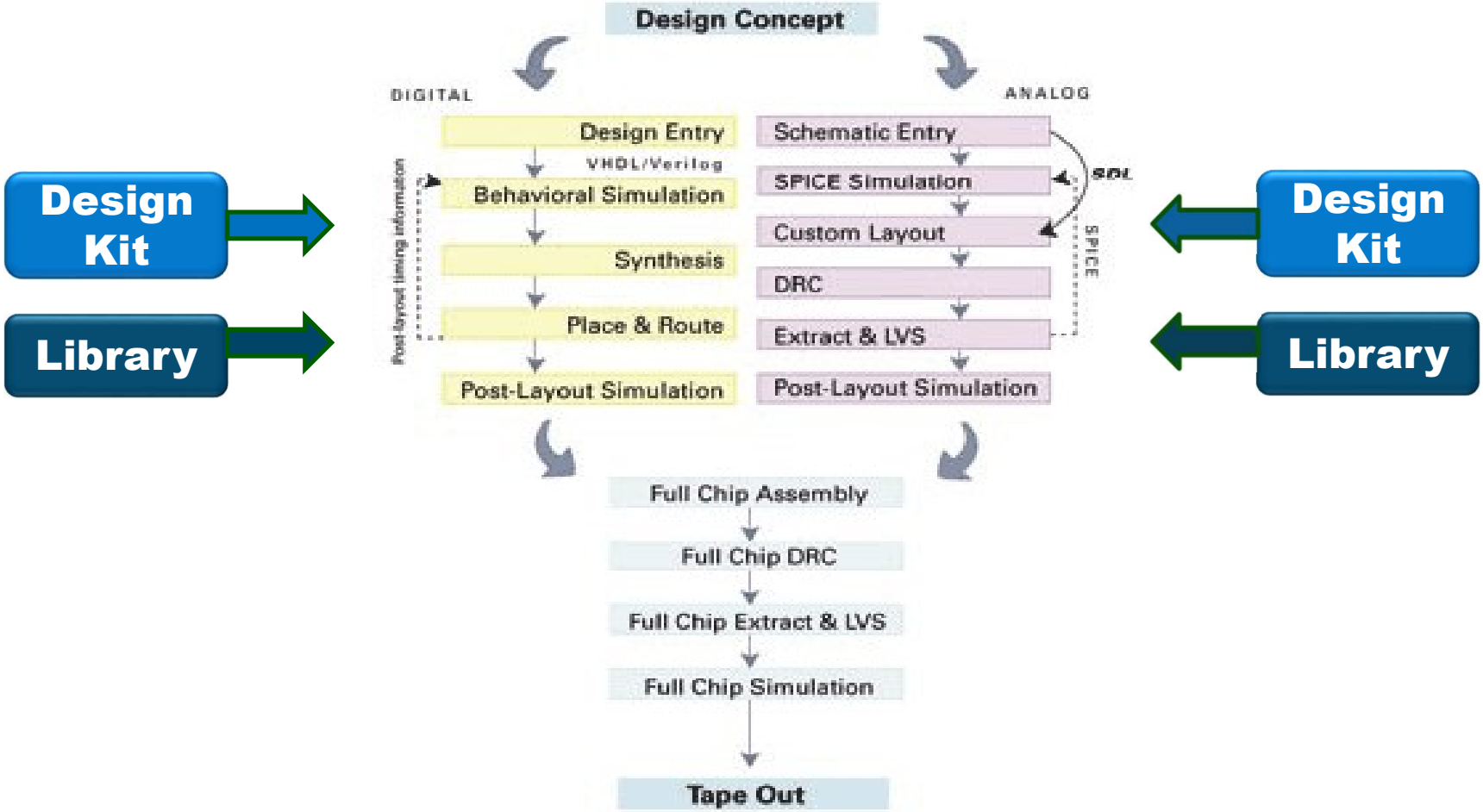
… sensing data via sensors

Projektowanie i produkcja w epoce Przemysłu 4.0



Mikroelektronika jako prekursor Przemysłu 4.0

Typowy przebieg procesu projektowania i przygotowywania produkcji złożonych układów scalonych



ITE - Centrum Innowacji Cyfrowych

ITE integruje działania dla upowszechnienia dostępu do nowoczesnych rozwiązań i technologii mikroelektronicznych i fotonicznych w ramach Centrum Innowacji Cyfrowych (Digital Innovation Hub – DIH), oferującego partnerom kompleksowy zestaw usług dostępu do najnowszej wiedzy, doświadczenia i technologii (również infrastruktury technologicznej, konstrukcyjnej i pomiarowej), umożliwiających im przetestowania i implementację innowacji cyfrowych odpowiednich dla ich produktów, procesów i modelu biznesowego.

DIH-ITE jest jednym z czterech centrów DIH w Polsce zarejestrowanych na europejskiej platformie Smart Specialisation S3

http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/digital-innovation-hubs-tool

ITE - Centrum Innowacji Cyfrowych

Funkcje DIH-ITE obejmują działalność Innowacyjną:

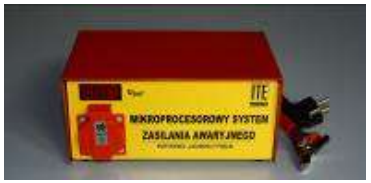
- Kreowanie świadomości o dostępnych potencjalnie rozwiązaniach,
- Ocena potrzeb i dojrzałości implementacji rozwiązań opartych o mikroelektronikę i fotonikę,
- Poszukiwania innowacji (*Scouting*),
- Dostęp do specjalistycznej wiedzy w dziedzinie mikroelektroniki i fotoniki półprzewodnikowej,
- Dostęp do platform i infrastruktury technologicznej i konstrukcyjnej w kraju i za granicą, w tym:
  - ✓ Wspólne prace badawcze,
  - ✓ Opracowywanie koncepcji i demonstratorów
  - ✓ Projektowanie przyrządów półprzewodnikowych, układów i systemów ASIC,
  - ✓ Opracowywanie i testowanie prototypów,
  - ✓ Inicjowanie i wsparcie/realizacja produkcji pilotażowej,
  - ✓ Badania i certyfikacja produktów.
  - ✓ Pomoc we wprowadzaniu na rynek wyrobów wykorzystujących technologie cyfrowe.
- Wspólne z partnerami DIH wspieranie rozwoju przedsiębiorczości oraz umiejętności.

ITE – Dostępne środki realizacji

Technologia ITE - o. Kraków

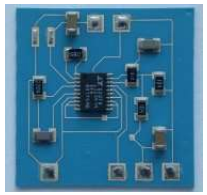
- Elementy rezystywne i podgrzewacze na podłożach ceramicznych i polimerowych

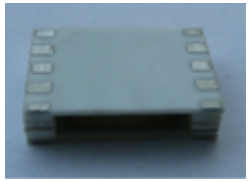
- Systemy zasilania awaryjnego i regulatory ładowania akumulatorów do systemów fotowoltaicznych



- Badania niezawodności podzespołów i urządzeń elektronicznych

- Obudowy i podłoża do detektorów





- Technologia LTCC
- Elektronika drukowana

ITE – Dostępne środki realizacji

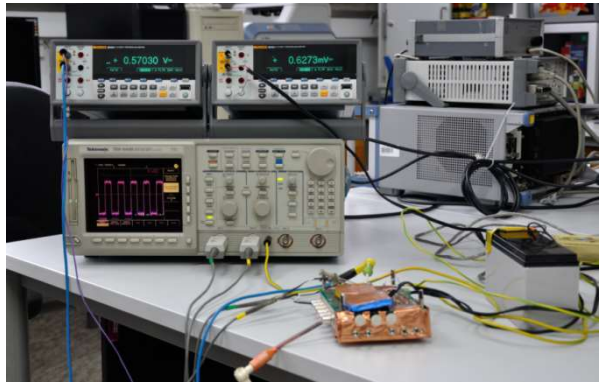
Linia technologiczna ITE – o. Piaseczno

- 1200 m^2 laboratorium czystego
- Klasa 4-6 (ISO 14644–1)
- Przygotowanie podłoży
- Wytwarzanie masek fotolitograficznych
- Żółta fotolitografia / EBL
- Front-End
  - utleniania i osadzania cienkich warstw (azotki, polikrzemy)
  - Trawienia mokre i plazmowe
  - Implantacja jonów
  - Metalizacja
  - Planaryzacja (współpraca z Fraunhofer ISIT)
- Back-End
  - Końcowy mikromontaż

ITE – Dostępne środki realizacji

Projektowanie Układów Scalonych i Systemów – Warszawa

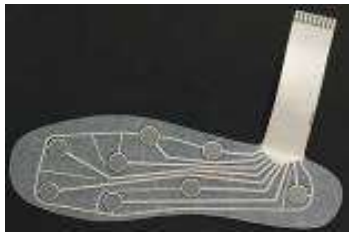
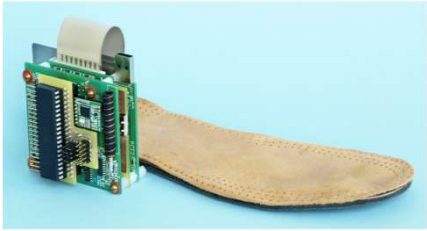
- Pracownia projektowa układów scalonych
- Licencje na produkcyjne narzędzia projektowe układów scalonych
- Laboratorium pomiarowe
- Montaż SMD
- Półautomatyczne testowanie układów i systemów
- Testy środowiskowe/starzeniowe



Potrzeba – Pomysł – Realizacja

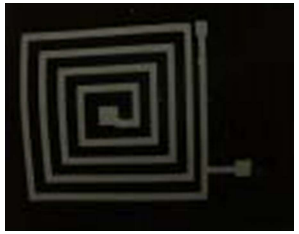
ITE – o. Kraków

- Czujniki piezoelektryczne

- Czujniki pH, przewodności wody oraz gazów

- Wielowarstwowe elementy bierne

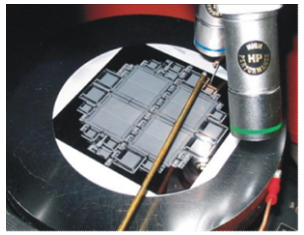


- Kontroler procesu ładowania

Potrzeba – Pomysł – Realizacja

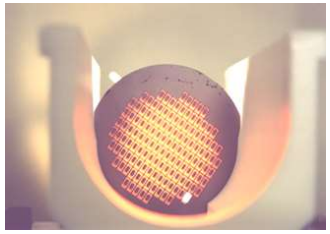
ITE-Z02 – o. Piaseczno

- Detektory promieniowania jonizującego na wysokorezystywnych podłożach krzemowych typu n (pozycyjne, dozymetryczne, chromatograficzne)



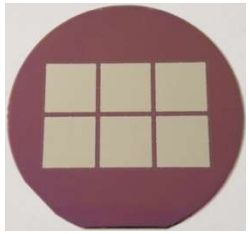
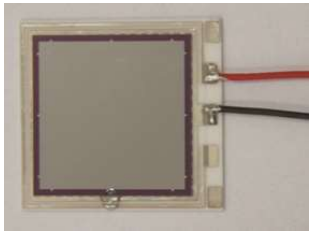
- Detektory promieniowania THz oparte o tranzystory nMOS zintegrowane z antenami wąsko- bądź szerokopasmowymi. Możliwy montaż na soczewce krzemowej

- Technologia sensorów i układów aktywnych wytwarzanych na cienkich membranach krzemowych

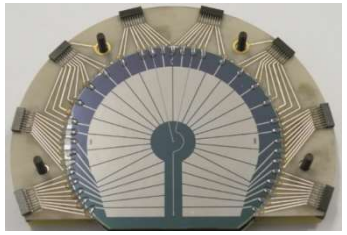
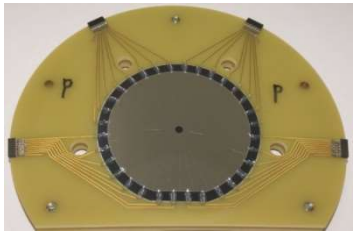


Potrzeba – Pomysł – Realizacja

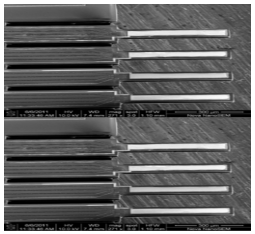
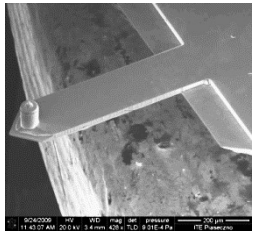
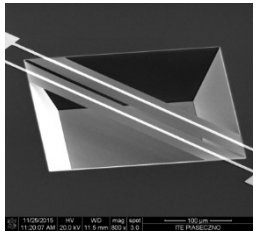
- Wielkopowierzchniowe krzemowe detektory promieniowania i fotodiody

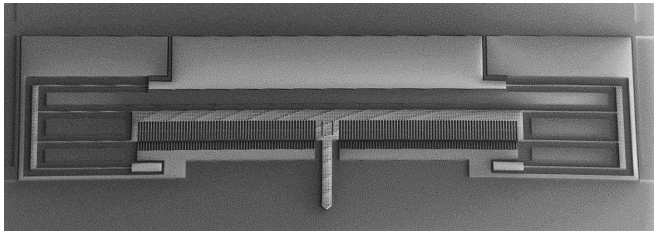
- Specjalizowane matryce detektorowe oraz ich montaż zgodnie z indywidualnymi potrzebami zamawiającego

- Opracowanie i produkcja sond dla mikroskopii AFM, czujników grawimetrycznych oraz SThM w oparciu o struktury belkowe

- Opracowanie i produkcja różnego typu czujników wykorzystujące struktury termokonduktometryczne oraz zmodyfikowane powierzchniowo struktury rezonansowe (np. dla aplikacji biochemicznych)



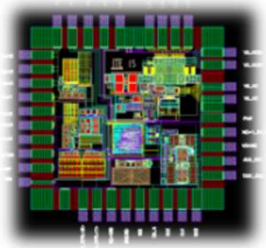
Potrzeba – Pomysł – Realizacja

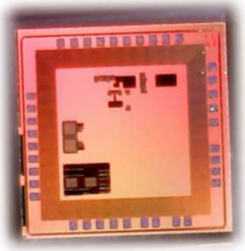
ITE – Warszawa

- System monitorowania warunków eksploatacji budynków EeB (temperatura i wilgotności w elementach elewacyjnych budynków. System kompatybilny ze standardem LonWorks firmy Echelon.

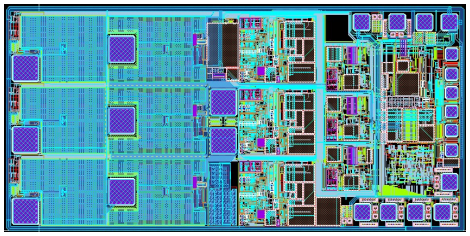
- Adaptacyjny sterowany obecnością zintegrowany system oświetlenia opracowany we współpracy z firmą LARS. System adaptacyjnie steruje intensywnością i temperaturą barwową strumienia świetlnego.

- SPO2 specjalizowany układ scalony ASIC wykonany w technologii 130 nm przeznaczony do nieinwazyjnego pomiaru nasycenia krwi tlenem





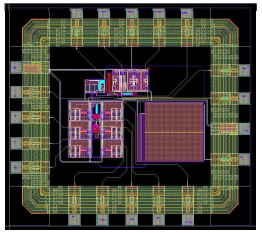
- Specjalizowany mieszany układ scalony ASIC (800 nm) przeznaczony dla motoryzacji opracowany dla klienta przemysłowego. Dostępny na rynku.



Potrzeba – Pomysł – Realizacja

- Niskoszumny, wielokanałowy system odczytowy detektorów THz wykonany w technologii 350 nm, dedykowany do współpracy z tranzystorowymi detektorami THz. Umożliwia rejestrację oraz przetwarzanie słabych, **stałych** sygnałów napięciowych.

- Procesor kryptograficzny układ scalony ASIC wykonany w technologii 800 nm, przeznaczony do szyfrowania i deszyfrowania w czasie rzeczywistym strumienia danych dysków twardych komputerów PC. Produkt wprowadzony na rynek (MCY74C069)



- Neuroimplant nerwu błędnego specjalizowany układ scalony ASIC (AMS C35) do prowadzenia in-vivo pomiarów aktywności nerwu błędnego w celu wyznaczenia optymalnych parametrów pracy dla neurostymulatora nerwu błędnego

Fakty / Mity / Stereotypy

Fakty: zapotrzebowanie na **dedykowane rozwiązania scalone** klasy ASIC/ASSP w skali światowej dynamicznie rośnie (obecnie 58 producentów, kilkaset technologii, niektóre procesy w wariantowanych przebiegach)

Mity: jedyne opłacalne rozwiązania w obszarze technologii to zakup gotowego przyrządu albo wykorzystanie do realizacji nowego urządzenia standardowych, dobrze przetestowanych, relatywnie tanich i dostępnych na rynku podzespołów.

Stereotypy: w polskim przemyśle obecnie pokutują szkodliwe stereotypy które wynikają głównie z nieświadomości faktów:

- opracowanie dedykowanych rozwiązań IC jest nierealne z uwagi na wysoki koszt opracowania,
- brak możliwości realizacji,
- długi czas do uzyskania pierwszych rezultatów,
- niepewność uzyskania założonych parametrów końcowych,
- niepewność uzyskania odpowiednio wysokiej niezawodności.

Możliwości wytwórcze w Polsce

- 1972 – Polsce pojawiły się licencyjne japońskie technologie bipolarne 7-10μm.

- 70'/80' – w ITE powstaje własna, samodzielna 5μm technologia MOS/CMOS. **Opóźnienie technologiczne Polski** względem światowej czołówki: 5 lat.

- 1989 – **Tajwan zaczyna skutecznie budować** swój potencjał przemysłowy. **Opóźnienie technologiczne Tajwanu** względem światowej czołówki: 20 lat.

- 1989 – **Polska zaczyna skutecznie niszczyć** wszystko to, co funkcjonując za żelazną kurtyną z takim trudem zgromadziła w obszarze technologii produkcji i projektowania układów półprzewodnikowych przez poprzednie dwie dekady.

Możliwości wytwórcze w Polsce

- 1990 – kilkanaście typów polskich układów scalonych w wymiarze 3µm w produkcji seryjnej.
- 2018 – **jedyna** w Polsce linia półprzewodnikowa układów scalonych CMOS funkcjonuje w ITE w wymiarze charakterystycznym 3µm
  Opóźnienie technologiczne Polski względem światowej czołówki: **35 lat**
- 2018 – (Taiwan) TSMC@7nm
- 2019 – (Taiwan) TSMC@5nm
- 2022 – (Taiwan) TSMC@2nm.

W Polsce można jednak realizować produkcję w modelu biznesowym FABLESS
opracowując w kraju konstrukcje układów scalonych
i produkując je w oparciu o dostęp do linii technologicznych
czołowych producentów światowych.

Microchip
Intel
TowerJazz (former Maxim)
Apple (formerly Maxim, formerly Samsung)
Maxim
Micron
GlobalFoundries
TSMC WaferTech
IM Flash
NXP Semiconductors
SUNY Poly CNSE
TSI Semiconductors
Cypress Semiconductor
ON Semiconductor
ON Semiconductor (former AMI Semiconductor)
Texas Instruments (former National Semiconductor)
Samsung
TowerJazz
Texas Instruments
General Motors Components Holdings
Analog Devices
Analog Devices (formerly Linear Technology)
X-Fab
Diodes Incorporated
Polar Semiconductor
Cree Inc.
Renesas(Former NEC Electronics)
Rigetti Computing
NORTHERN TELECOM SEMICONDUCTOR
Oki Electric Industry
Optek Technology
Orbit Semiconductor
OLEDWorks
APT Electronics
Aqualite
Arima Optoelectronics
AWSC
BAE Systems
Entrepix
CSTG
Episil Semiconductor
CGS
Medtronic
MIMOS Semiconductor
Novati
Panjit
Photonix
Plessey
SensFab
Silanna
Silex Microsystems
Technologies and Devices International
Win Semiconductor
Xiamen Jaysun Semiconductor Manufacturing
Xiyue Electronics Technology
XMC
DongbuHiTek

Możliwości projektowe w Polsce

Możliwości projektowe: Zakład Projektowania Układów Scalonych i Systemów (ITE-Z09) jest jednym z nielicznych w Polsce zespołów badawczych i projektowych, który działa w systemie FABLESS i świadczy kompleksowe usługi projektowania układów scalonych i systemów:

- Ustalenie specyfikacji (*krytyczne znaczenie uzgodnień projektant – zleceniodawca*)
- Wybór technologii (*technologia dopasowana do zastosowania*)
- Projekt układu (*synteza/projekt układu, symulacje elektryczne, statystyczne)*
- Prototypowanie (serwis MPW – kilkadziesiąt chipów)
- Serię próbną (układ po weryfikacji i ewentualnych poprawkach)
- Produkcja docelowa (wolumin zależny od zapotrzebowania rynku)

Możliwości wytwórcze: ITE-Z09 działa w systemie FABLESS i korzysta z dostępu do światowych technologii produkcji:

- Technologie europejskie / amerykańskie / dalekowschodnie
- Produkcja od pojedynczych sztuk, po wielomilionowe serie
- Niskokosztowe prototypowanie MPW (Multiple Project Wafer)
- Ograniczenie do zastosowań humanitarnych, nie-militarnych, nie-terrorystycznych.

Poszukiwanie rozwiązań

Wybór rozwiązania jest wynikiem wielokryterialnej analizy wykonalności i opłacalności przeprowadzonej dla konkretnego zapytania Klienta i zależy od wielu czynników technicznych i ekonomicznych oraz priorytetów Klienta:

Kryteria techniczne:

- Uzyskanie pozakatalogowych parametrów elektrycznych i właściwości funkcjonalnych (wymiary, masa, pobór energii, stabilność parametrów, powtarzalność parametrów…),
- Przesunięcie fizycznych ograniczeń zastosowania przyrządu (zakres temperatur, odporność na promieniowanie, starzenie, wibracje, ciśnienie…)

Kryteria ekonomiczne:

- Cena i czas realizacji zamówienia także przewidywana liczba urządzeń, które mają zostać wytworzone. Inna sytuacja dotyczy produkcji jednostkowej (badania naukowe), małoseryjnej (ograniczone zapotrzebowanie), a inna wielomilionowych serii produkcyjnych.

Możliwości realizacji

- Opracowanie przy 100% wykorzystaniu podzespołów dostępnych komercyjnie:
  - Rozwiązanie niskonakładowe na etapie prototypu, wdrożenia, rozwiązań standardowych.
  - Krótki czas realizacji
  - Rozwiązania dobrze przetestowane, dostępne na rynku
  - Układy powszechnie dostępne.
  - Bez gwarancji dostępności i dostaw krytycznych podzespołów
  - Bez gwarancji że zastosowane układy nie realizują niepożądanych działań lub nie mają takiej funkcjonalności ukrytej i niewykrywalnej aż do czasu nieprzypadkowej aktywacji.
  - Cybersecurity poza kontrolą w warstwie sprzętowej.

- Opracowanie przy wykorzystaniu układów programowalnych typu FPGA, PSOC:
  - Programowanie u nabywcy/użytkownika.
  - Krótki czas realizacji
  - Podzespoły są kosztowne,
  - Łatwa rekonfiguracja rozwiązania
  - Rozwiązania przydatne w przypadku niewielkich serii produkcyjnych.
  - Ograniczona kontrola cybersecurity

Możliwości realizacji

- Opracowanie własne w postaci dedykowanych układów ASIC.
  - Opracowanie realizowane jest przez specjalizowany zespół projektantów biuro projektowe, design house.
  - Układy do konkretnego sprzętu i produkowane dla konkretnego odbiorcy, niedostępne na wolnym rynku, z ochroną patentową.
  - Daleko posunięta miniaturyzacja, obniżenie zużycia mocy, wyższa niezawodność
  - Wyższy poziom bezpieczeństwa (cybersecurity) (*).

*) *jeżeli produkcja na liniach zagranicznych to nigdy nie ma pewności*

Podsumowanie

- Światowe koncerny, swoje oferty kształtują na podstawie specjalistycznych analiz prowadzonych w perspektywie co najmniej dekady
- Opracowanie dedykowanych rozwiązań polskich układów scalonych ASIC jest dostępne przy wsparciu ITE
- Uzyskanie założonych realnie parametrów końcowych jest pewne
- Opracowanie dedykowanych rozwiązań scalonych ASIC jest opłacalne zwłaszcza w przypadku produkcji na dużą skalę, gdy zależy nam na ochronie własności intelektualnej, na niezawodności i na miniaturyzacji
- Układy są wytwarzane w bardzo stabilnych, wysoce zaawansowanych procesach technologicznych.

W obszarze projektowania układów scalonych (i systemów)
ITE posiada i stawia do dyspozycji partnerów przemysłowych istotny potencjał projektowy, obecnie w znacznym stopniu wykorzystywany dla potrzeb projektów badawczych i na rzecz zagranicznych zleceniodawców.

DZIĘKUJĘ
ZA
UWAGĘ

Kontakt:

G. Janczyk	janczyk@ite.waw.pl	Projektowanie ASIC
D. Szmigiel	szmigiel@ite.waw.pl	Technologia MEMS, Detektorów i Sensorów
P. Grabiec	grabiec@ite.waw.pl	Digital Innovation Hub