

Sensory w Aplikacjach Wbudowanych

Wstępne informacje

dr hab. inż. Cezary Worek, prof. AGH

(na bazie materiałów dra inż. Wojciech Maziarz)

Wydział IET, Instytut Elektroniki

Kontakt: worek@agh.edu.pl

Literatura, źródła

Czujniki:

- S.M. Sze, **Semiconductor Sensors**, John Wiley & Sons, Inc., 1994
- J.W. Gardner, V.K. Varadan, O.O. Awadelkarim, **Microsensors, MEMS and Smart Devices**, John Wiley & Sons, LTD, 2001
- W. Göpel, J. Hesse, J.N. Zemel, **Sensors – A Comprehensive Survey**, VCH Verlagsgesellschaft mbH, 1989
- Nadim Maluf, Kirt Williams, **An Introduction to Microelectromechanical Systems Engineering**, Second Edition, Artech House 2004

Jacob Fraden, **AIP Handbook of modern sensors: physics, design and applications**, AIP New York, 1993.

- T. Pisarkiewicz, **Mikrosensory gazów**, Wydawnictwa AGH, Kraków 2007
- **Wybrane sensory gazów. Przewodnik multimedialny:**
https://zasoby1.open.agh.edu.pl/dydaktyka/automatyka/c_sensory_gazu/pdf/rX.pdf
[gdzie **X** przyjmuje wartości od 0 do 6]
- Materiały na stronie www: <http://home.agh.edu.pl/~maziarz/>

Literatura, źródła

Systemy wbudowane:

- Ed. By Richard Zurawski, **Networked Embedded Systems**, CRC Press, 2nd edition, New York, London, Boca Raton , 2009
- Ed. By Richard Zurawski, **Embedded Systems Design and Verification**, CRC Press, 2nd edition, New York, London, Boca Raton , 2009

Wireless sensor networks:

Waltenegus Dargie, Christian Poellabauer, **Fundamentals of wireless sensor networks : theory and practice**, Wiley 2010



Czasopismo w internecie:

<https://www.embedded.com/category/technical-article/>

Przykład:

<https://www.embedded.com/optimizing-high-precision-tilt-angle-sensing-establishing-baseline-performance/>

WIET - Sensory w Aplikacjach Wbudowanych

Platforma TEAMS

<https://teams.microsoft.com/l/team/19%3AcQC7KMdgGkjMkSUbu5j2sXbHZcNctDc4webf99ic2u01%40thread.tacv2/conversations?groupId=be20a791-2290-47a7-9654-9dfb7140e6e2&tenantId=80b1033f-21e0-4a82-bbc0-f05fdccd3bc8>

Wykłady, Pliki:

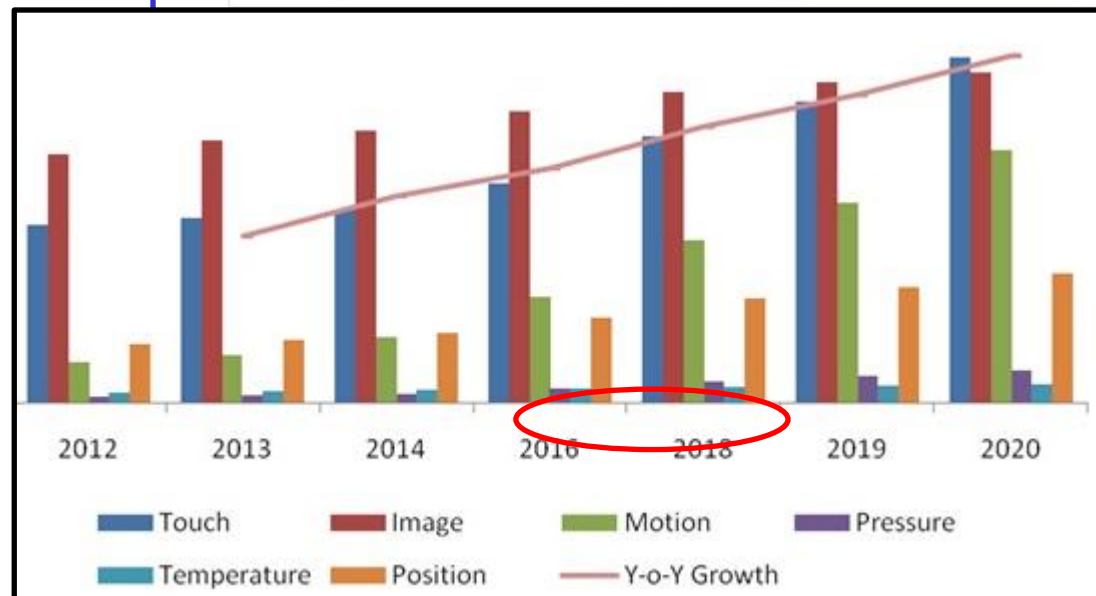
<https://teams.microsoft.com/l/team/19%3AcQC7KMdgGkjMkSUbu5j2sXbHZcNctDc4webf99ic2u01%40thread.tacv2/conversations?groupId=be20a791-2290-47a7-9654-9dfb7140e6e2&tenantId=80b1033f-21e0-4a82-bbc0-f05fdccd3bc8>

Kod dostępu: **n17h6p5**

Zastosowania czujników

Dziedziny, gdzie można znaleźć czujniki:

- rolnictwo
- budownictwo, inżynieria środowiska
- procesy przemysłowe
- zapewnienie jakości w produkcji (miernictwo)
- motoryzacja, transport
- lotnictwo i przestrzeń kosmiczna
- medycyna i ochrona zdrowia
- ochrona środowiska, meteorologia
- elektronika noszona i smart
- telekomunikacja, informatyka
- urządzenia domowe,
- przetwarzanie energii i jej odzysk
- gospodarka morska
- przestrzeń kosmiczna,
- badania naukowe

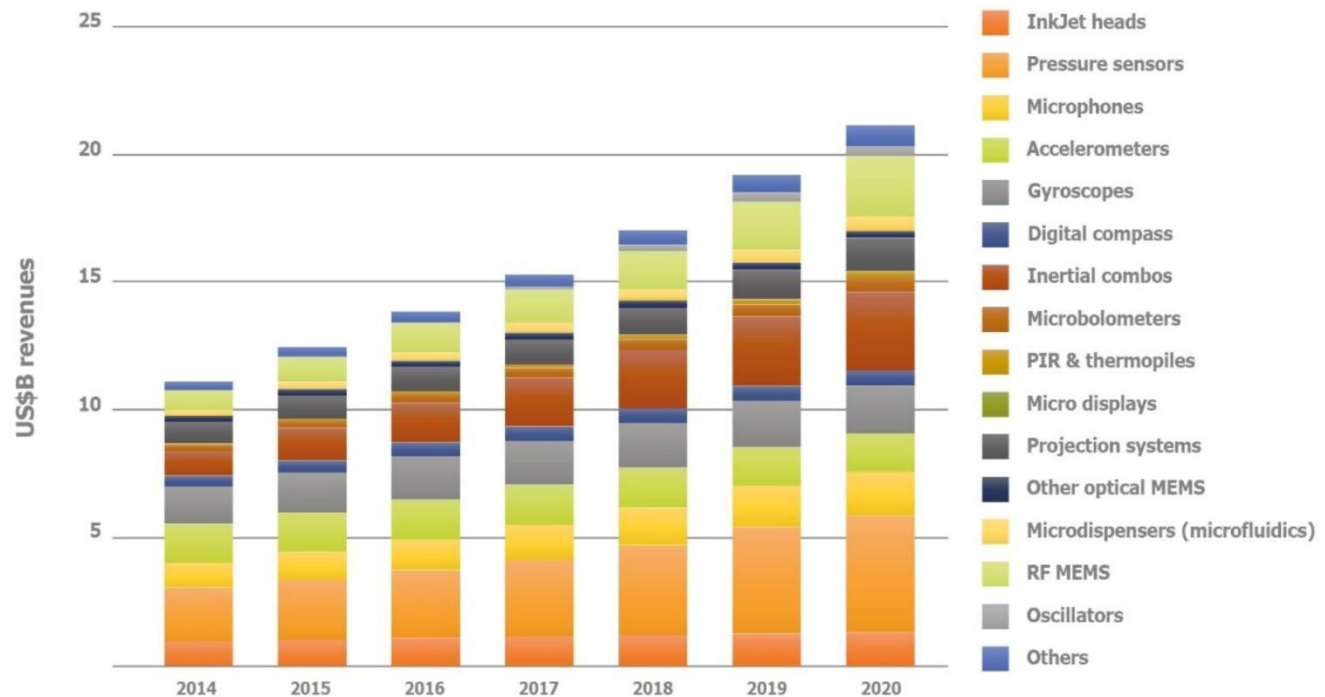


Czujniki MEMS – udział w rynku

MEMS MARKET FORECAST: 2014 – 2020 VALUE (IN B\$)

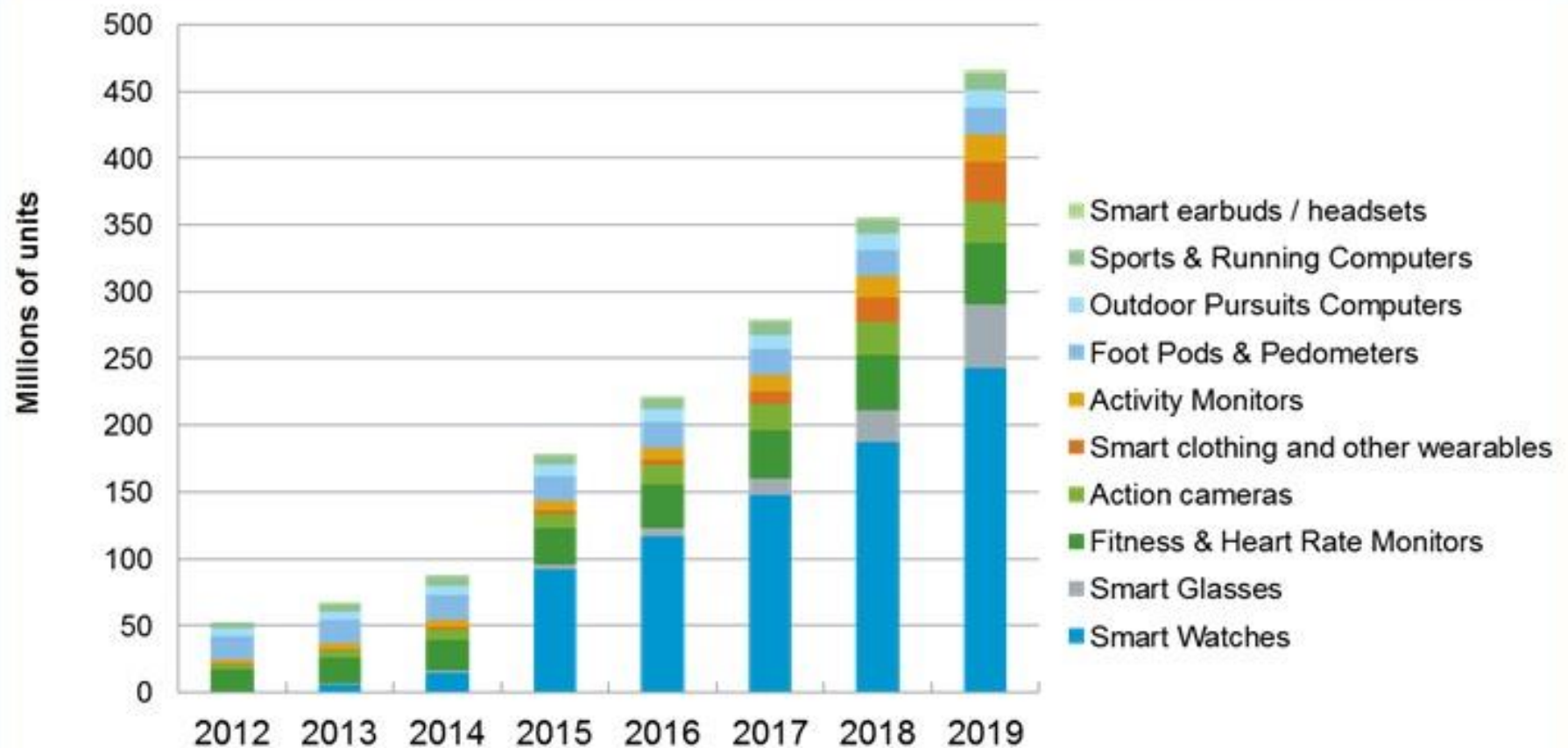
(Source: Status of the MEMS Industry, Yole Développement, May 2015)

In 2014, the MEMS sector represented an \$11.1B business for Si-based devices...
(Source: Yole Développement)



Elektronika noszona i „smart”

MEMS and sensor shipments for wearable device



Współczesne sensory - wymagania

Wymagania odnośnie współczesnych sensorów:

- niska cena
- odporność na uszkodzenia
- odporność na zakłócenia (EMC)
- małe rozmiary
- niezawodność
- możliwość produkcji wielkoseryjnej

Wymagania te spełniają technologie:

mikromechanika + mikroelektronika

Wytwarza się tzw. struktury

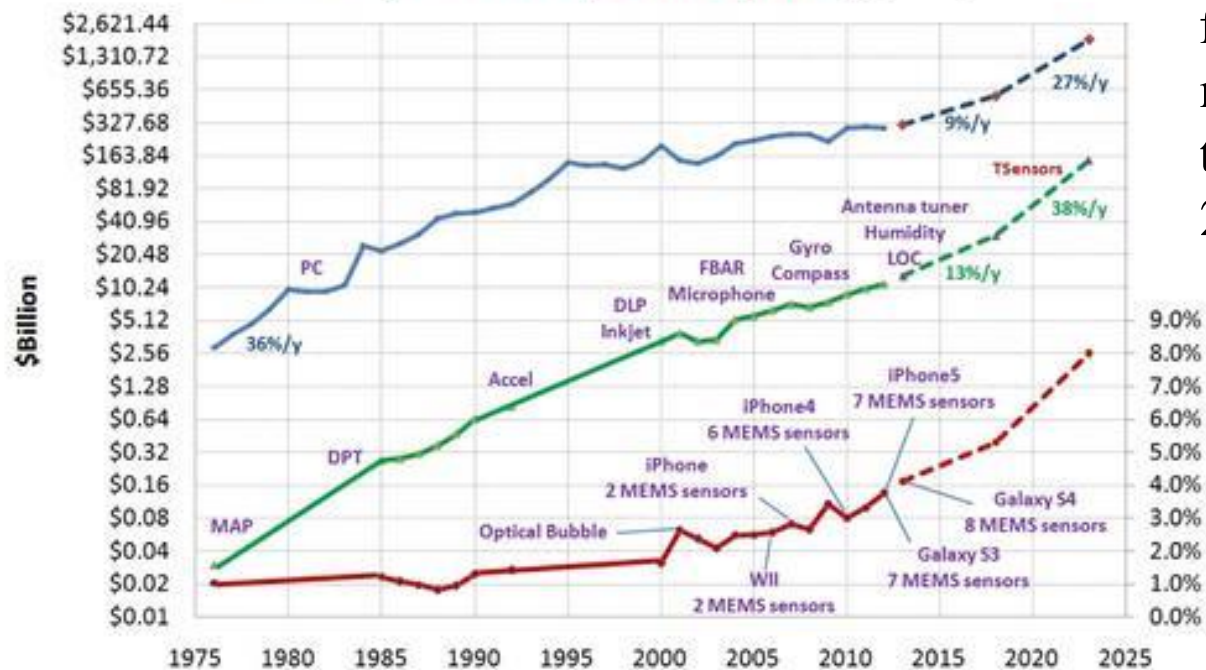
MEMS (*Micro-Electro-Mechanical Systems*)



Współczesna elektronika - MEMS

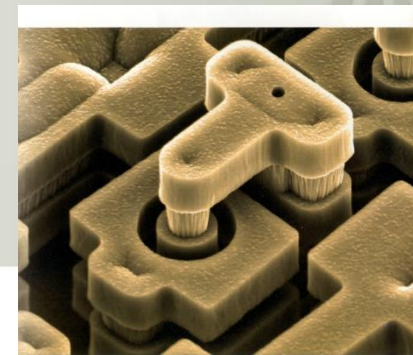
Global SEMI and MEMS (Component) Markets

Blue: SEMI, Green: MEMS, Red: MEMS/SEMI (right axis)

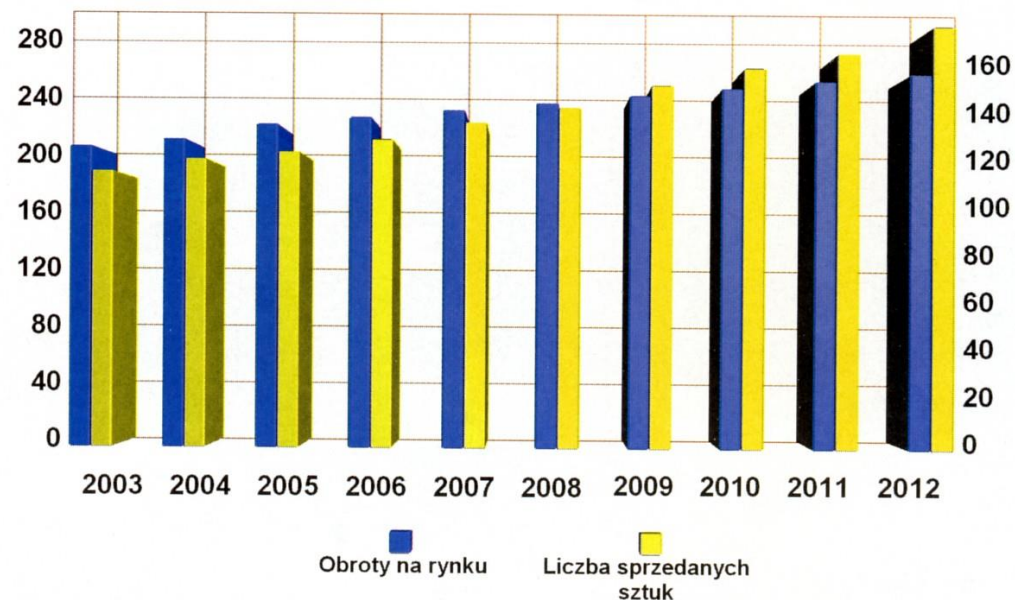
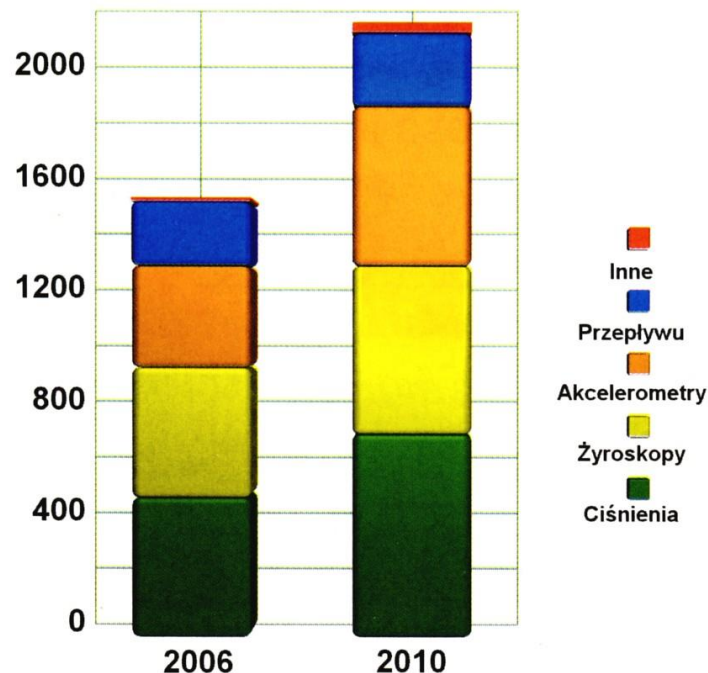


„The market for MEMS chips (green) is growing slightly faster than the semiconductor market (blue) and will reach the trillion unit mark circa 2023.”

Source: Janusz Bryzek, Fairchild Semiconductor



mln dol.



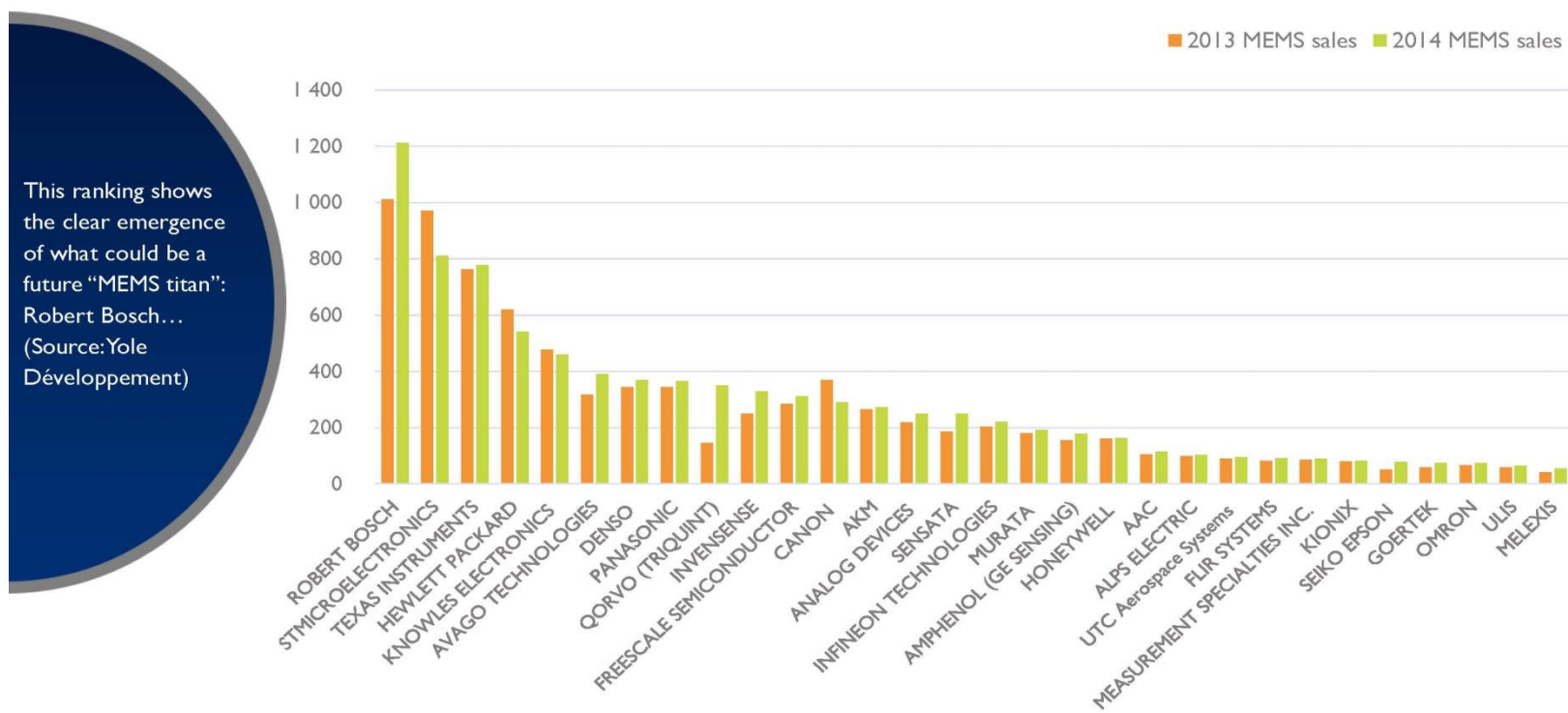
Rynek MEMS dla motoryzacji
(WTC report, 2007)

Obroty na rynku akcelerometrów MEMS
do poduszek powietrznych w mln dol.
i mln sztuk (Frost & Sullivan)

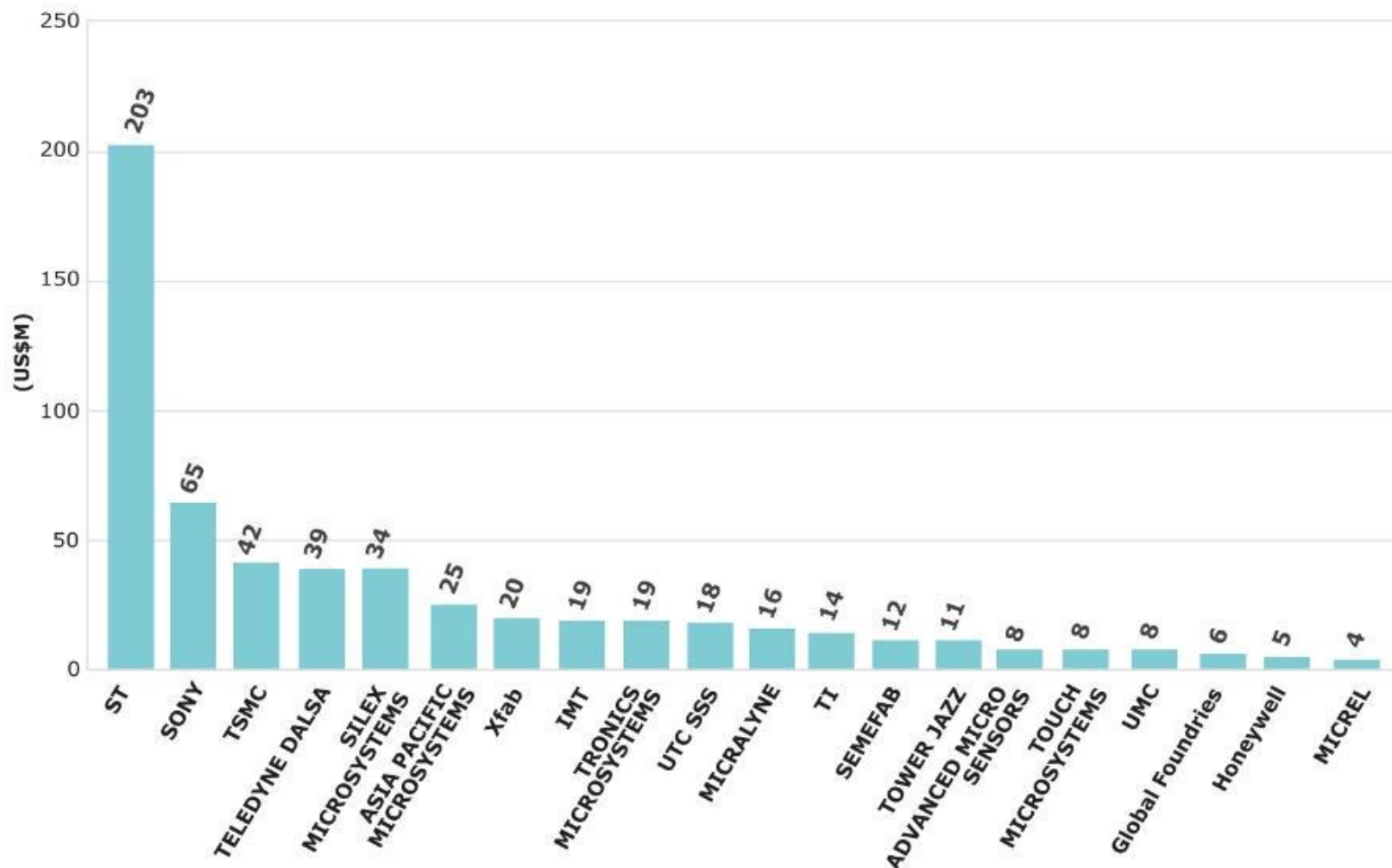
Producenci układów MEMS

2014 TOP 30 MEMS PLAYERS – IN US\$M

(Source: Status of the MEMS Industry report, Yole Développement - To be released in April 2015)

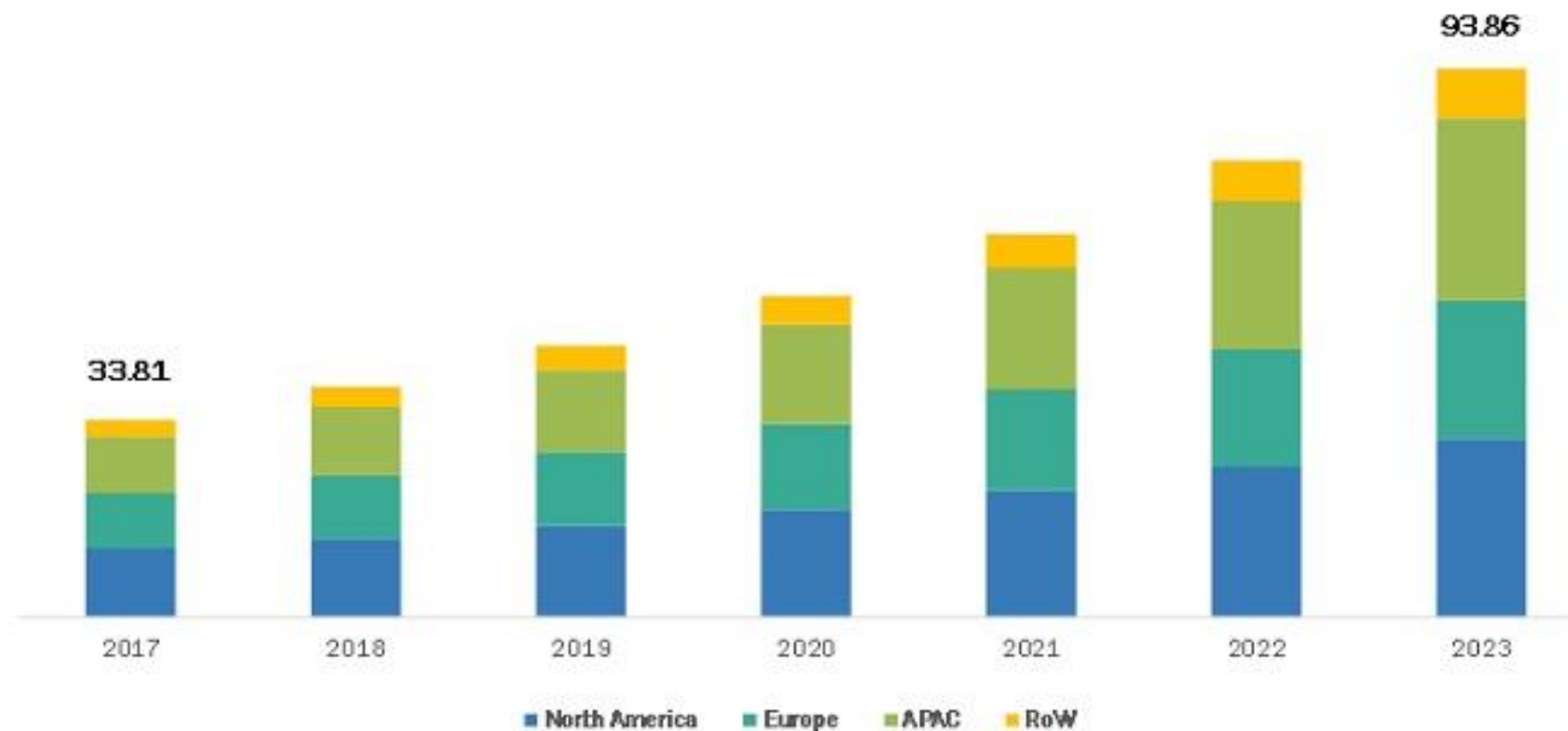


Fabryki układów MEMS



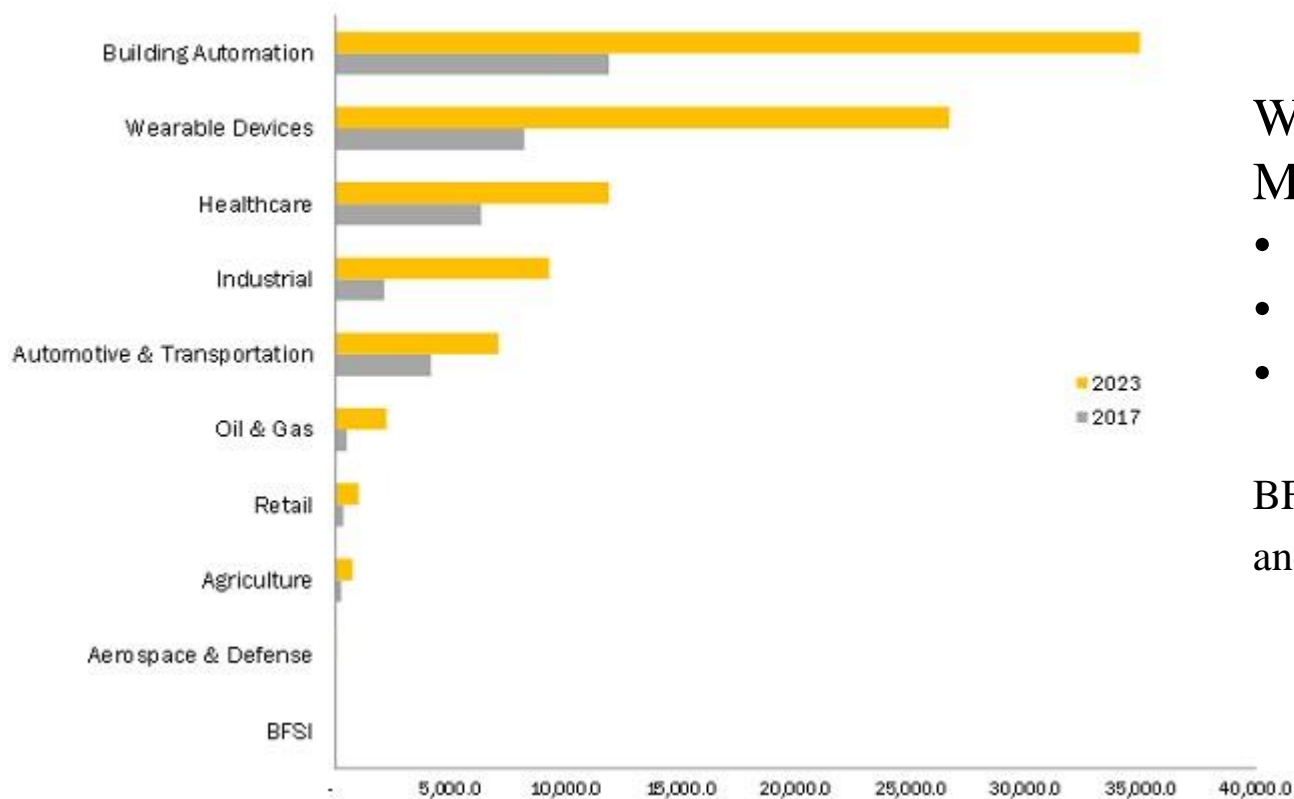
Wireless Sensor Networks Market

WIRELESS SENSOR NETWORK MARKET, BY REGION (USD BILLION)



Wireless Sensor Networks Market

Wireless Sensor Network Market, BY End-user Industry, (USD Million)



Wireless Sensor Networks Market, by Offering:

- Hardware
- Software
- Services

BFSI - Banking, financial services and insurance

Wireless Sensor Networks Market

Wireless Sensor Networks Market, by Sensor Type:

- Ambient Light Sensors
- Motion & Position Sensors
- Temperature Sensors
- Heart Rate Sensors
- Pressure Sensors
- IMUs (6-Axis, 9-Axis)
- Accelerometers (3-Axis)
- Blood Glucose Sensors
- Image Sensors
- Humidity Sensors
- Carbon Monoxide Sensors
- Blood Oxygen Sensors
- Flow Sensors
- Level Sensors
- Chemical Sensors
- ECG Sensors
- Others (MRR, Ultrasonic Sensors, Vehicle Detection Sensors, Pedestrian Presence Sensors, Speed Sensors, Soil Moisture Sensors)

Wireless Sensor Networks Market

Wireless Sensor Networks Market, by Sensor Type:

- Ambient Light Sensors
- Motion & Position Sensors
- Temperature Sensors
- Heart Rate Sensors
- Pressure Sensors
- IMUs (6-Axis, 9-Axis)
- Accelerometers (3-Axis)
- Blood Glucose Sensors
- Image Sensors
- Humidity Sensors
- Carbon Monoxide Sensors
- Blood Oxygen Sensors
- Flow Sensors
- Level Sensors
- Chemical Sensors
- ECG Sensors
- Others (MRR, Ultrasonic Sensors, Vehicle Detection Sensors, Pedestrian Presence Sensors, Speed Sensors, Soil Moisture Sensors)

Wireless Sensor Networks Market

Wireless Sensor Networks Market, by Connectivity Type:

- Wi-Fi
- Bluetooth
- Bluetooth/WLAN
- Cellular Network
- GPS/GNSS Module
- Bluetooth Smart/BLE
- ZigBee
- NFC
- WHART
- ISA100
- ANT+
- 6TiSCH
- Thread
- Other

Transducer - definicje...

- **Transducer** (łac. *transducere*) - urządzenie, które przekazuje energię z jednego układu do drugiego w tej samej lub innej formie.
- Również: urządzenie, które przekształca wielkość fizyczną w wielkość elektryczną.
- Urządzenie, którego zasadą pomiaru jest przekształcenie wielkość fizycznej w elektryczną, a relacje między jego we/wy oraz wy/we są przewidywalne z określoną dokładnością w określonych warunkach środowiskowych.

Przykłady: termopara, tr. piezoelektryczny, magnetostrykcyjny, pojemnościowy, indukcyjny, LDR (Light Dependent Resistor), LVDT (Linear Variable Differential Transformer)

Czujnik - definicja...

Sensor (czujnik) - urządzenie, które odpowiada na fizyczny lub chemiczny czynnik pobudzający (np. ciepło, światło, dźwięk, ciśnienie, pole magnetyczne, wilgotność, związki chemiczne, itp.) i przekazuje wynikający z tego oddziaływania sygnał. Sygnał ten może być zmierzony lub użyty do sterowania.

Sensor odbiera sygnał wejściowy i zamienia go na sygnał wyjściowy, przetwarza jeden rodzaj energii w drugi.

Przykłady:

czujnik rezystancyjny,
optyczny, fizyczny,
chemiczny, bioczujnik itd.



Czujnik
przyśpieszenia



Czujnik tlenu – samochodowa sonda lambda

Aktuator

Urządzenie wykonawcze, element wykonawczy (ang. *actuator*) – w technice, określenie urządzenia mechanicznego, występującego w układach regulacji, które na podstawie sygnału sterującego wypracowuje sygnał wejściowy do obiektu regulacji.

W automatyce budynków:

aktuator lub *wyrobnik* (zgodnie ze standardem KNX) lub siłownik elektryczny (np. liniowy) lub silnik (np. krokowy, z przekładnią).

Przykłady aktuatorów:

w mechanice – siłowniki pneumatyczne, hydrauliczne, silniki, dźwignie hydrauliczne, wzmacniacze elektrohydrauliczne, serwomechanizmy, (również ręce, dłonie, nogi, palce człowieka).²⁰



Sensor czy Transducer?

Oba określenie używane często synonimicznie, ale...

Każdy czujnik jest transducerem
(przetwornikiem)

ale

Nie każdy transducer jest czujnikiem.

System wbudowany (SW)

System wbudowany (ang. *embedded system*) – dedykowany system komputerowy (specjalnego przeznaczenia), który staje się integralną częścią obsługiwanego przez niego sprzętu komputerowego (*hardware*).

- Spełnia określone wymagania, zdefiniowane do zadań, które ma wykonywać.
- Zawsze oparty na mikroprocesorze (lub mikrokontrolerze), ew. układzie specjalizowanym (ASIC).
- Zaprogramowany do wykonywania skończonej ilości zadań lub nawet tylko do jednego.

Komputer PC NIE JEST systemem wbudowanym (jest uniwersalny).
Co nim jest?

System wbudowany

Przykłady SW:



Klimatyzatory i termostaty



Sterowniki PLC



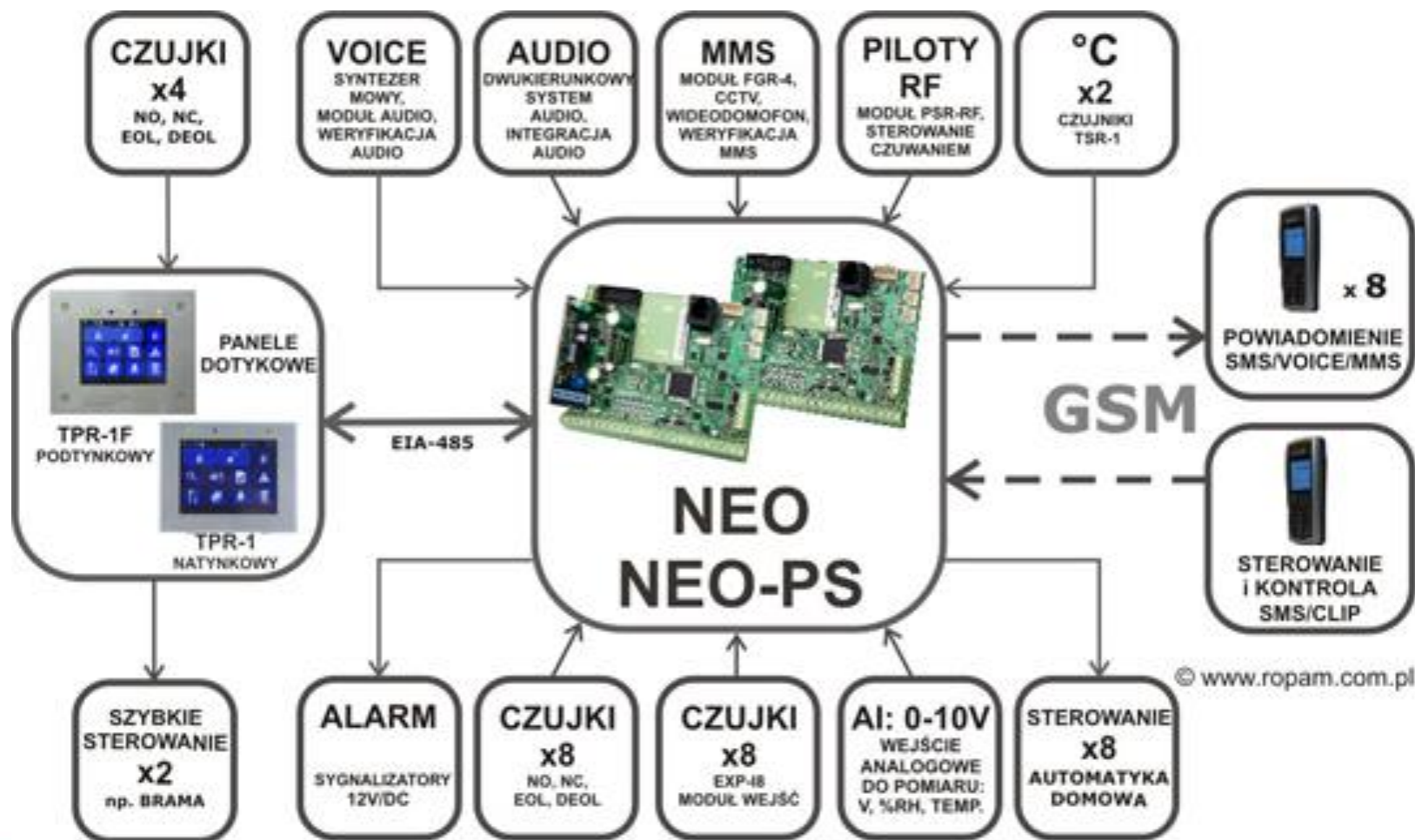
centrale telefoniczne



Bankomaty

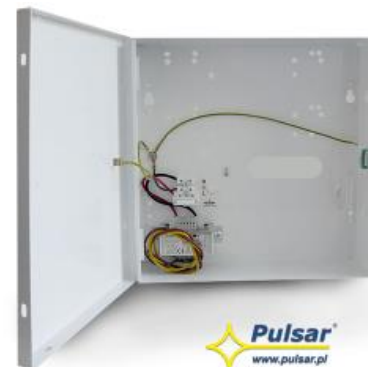
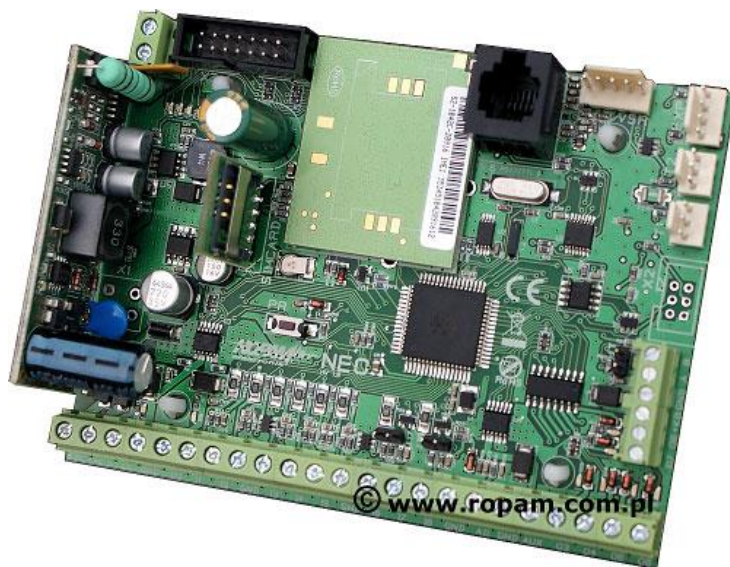
System wbudowany

Przykłady SW: centrala alarmowa



System wbudowany

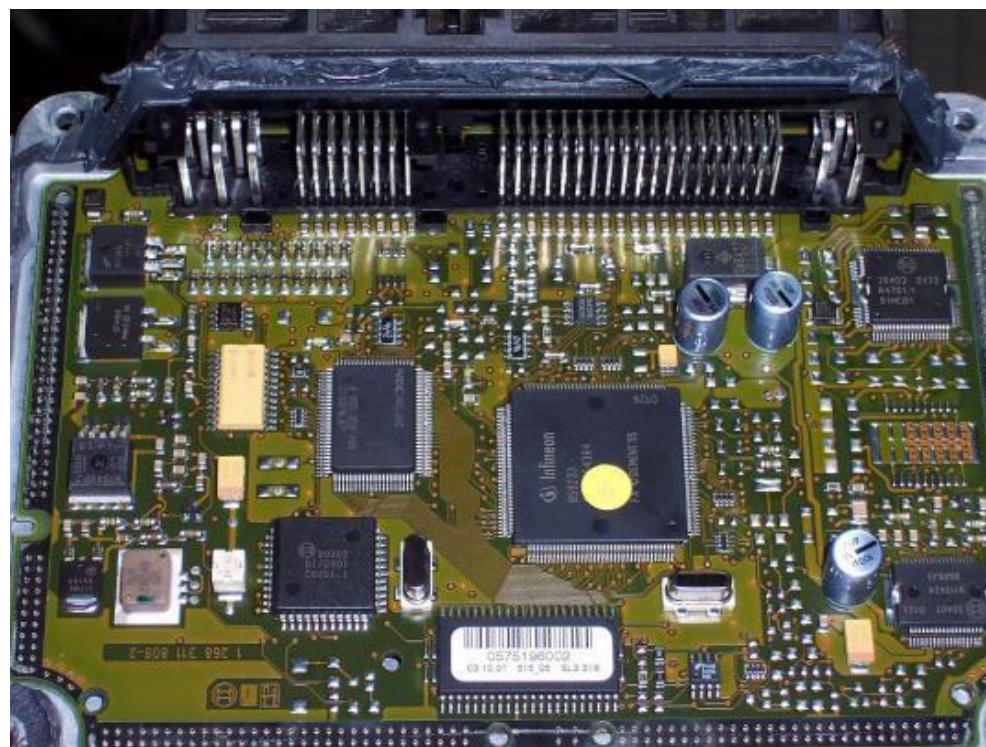
Przykłady SW: centrala alarmowa – elementy składowe

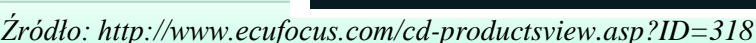


System wbudowany

Przykłady SW:

komputery, moduły pokładowe w samochodach (BSI, BSM, ECU/ECM itd.), np. wtrysku, poduszek powietrznych, klimatyzacji, cofania, świateł itd.



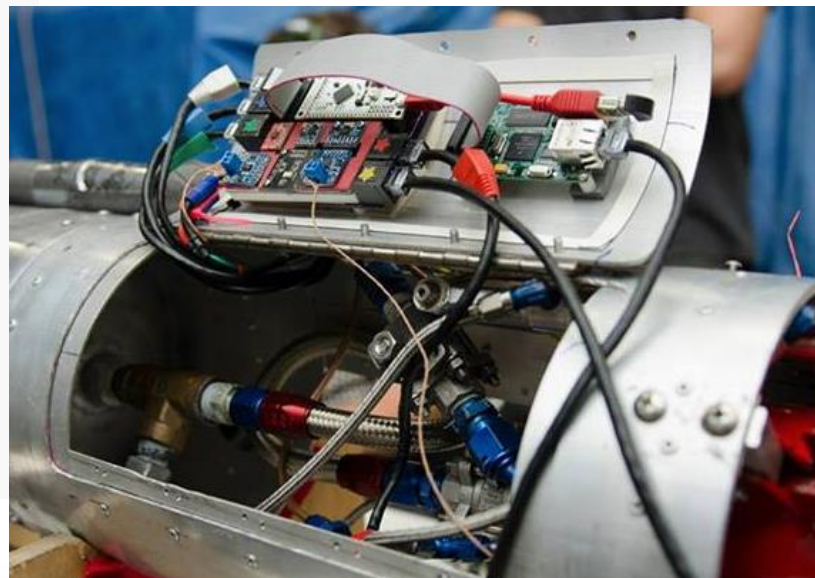
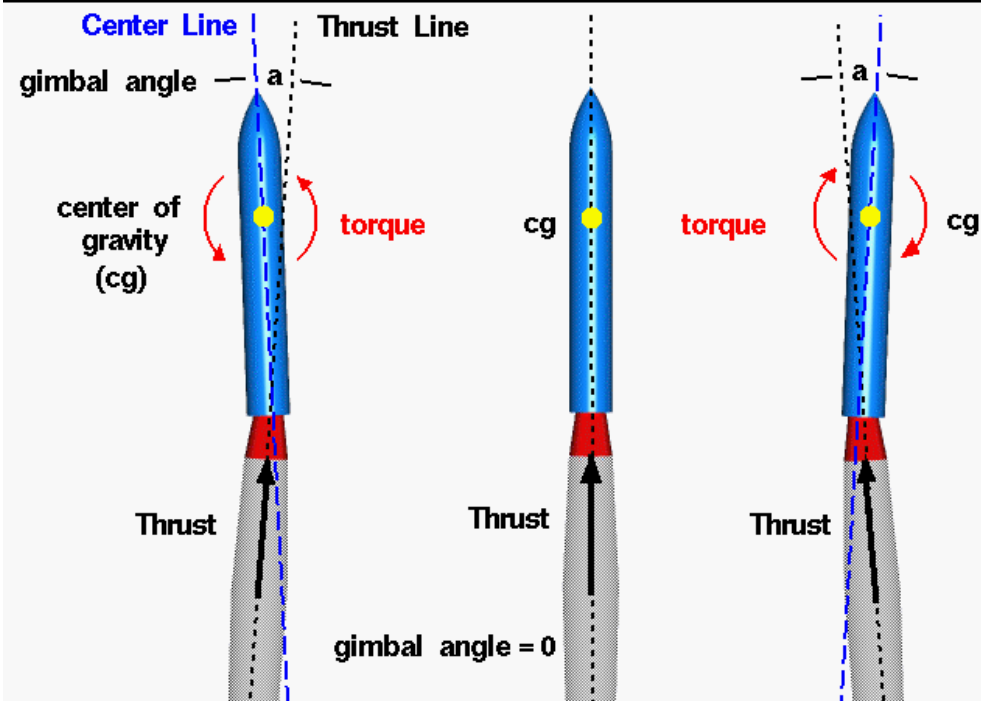


System wbudowany

Przykłady SW: Sprzęt sterujący raketami, samolotami, pociskami



Gimbaled Thrust

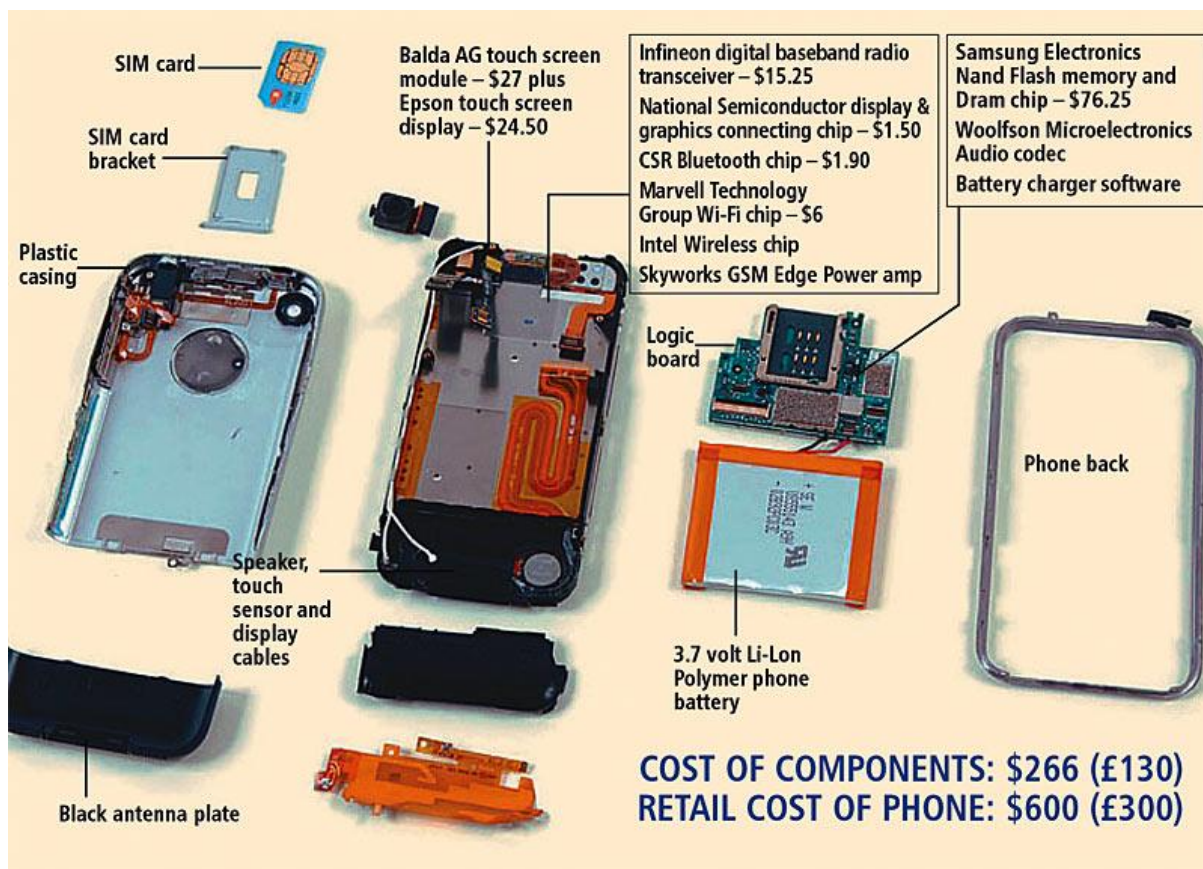


Sterowanie rakiet księżycowych Space Shuttle, Saturn V

System wbudowany



Przykłady SW:



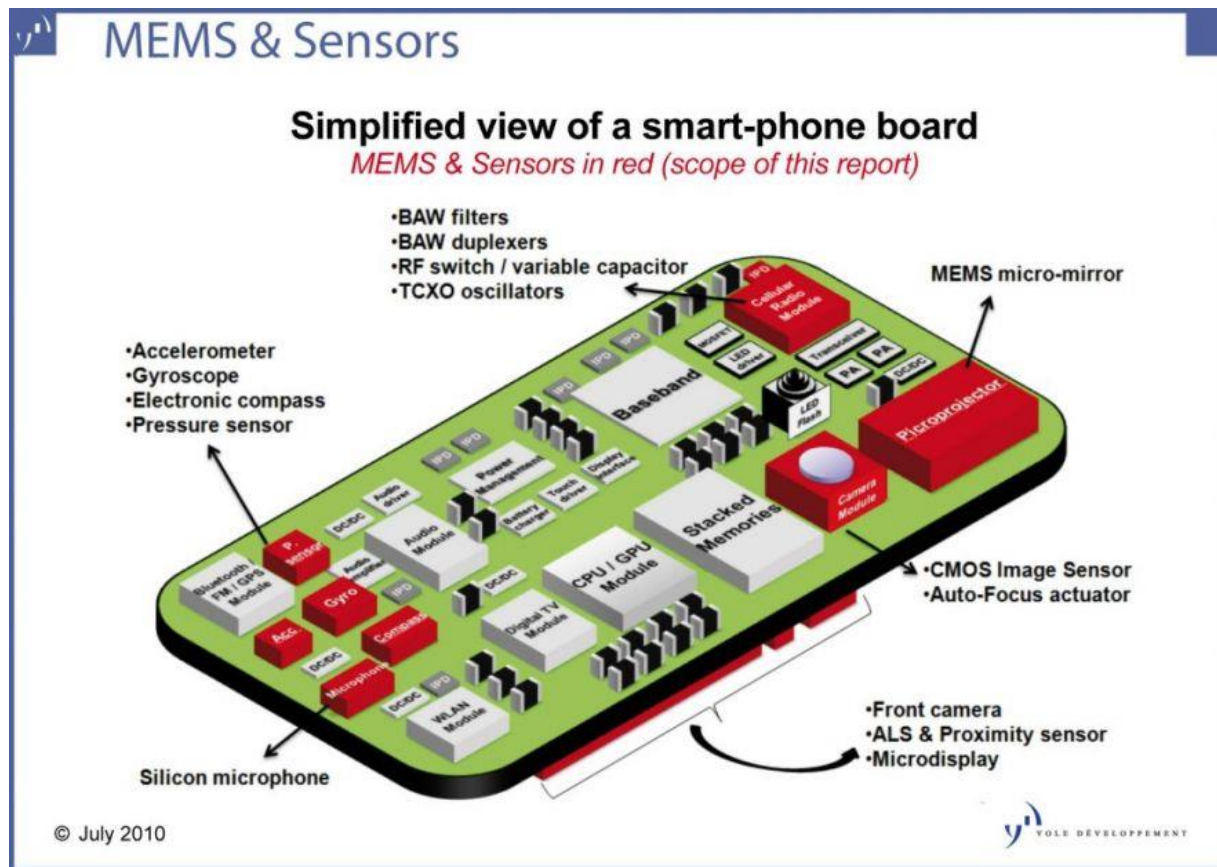
smartwatche



Telefony komórkowe

System wbudowany

Przykłady SW:



Sprzęt
 + dedykowane
 aplikacje: np. gry

Więcej:

http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html

MEMS & Sensors for Smartphones Report:

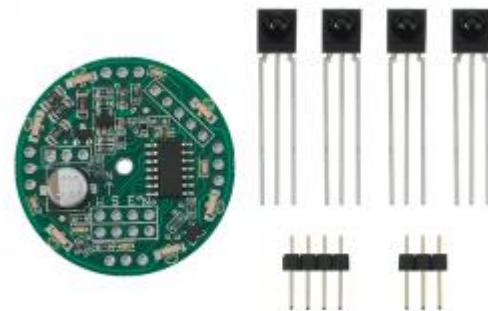
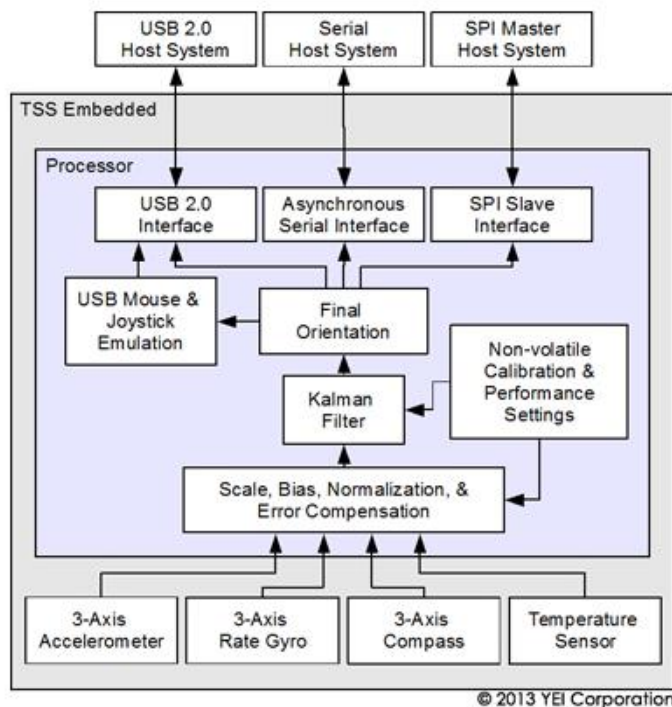
<http://www.prlog.org/10792126-mems-sensors-for-smartphones-report.html>

System wbudowany

Przykłady SW:



Czujniki gazu



Czujniki IR



Moduł kompasu

System wbudowany

Przykłady SW:

- Systemy alarmowe, elementy „inteligentnych budynków”
- Sprzęt komputerowy i sieciowy (HDD, firewalle, systemy czasu, routery/modemy)
- Sprzęt AGD: kuchenki mikrofalowe, zmywarki, pralki (*fuzzy logic*), lodówki itp.
- sprzęt medyczny (ciśnieniomierze, monitory czynności pacjenta, aparaty Holltera, pulsoksymetry itp.)



Gadżety, zabawki, konsole do gier, automaty do gier, roboty

System wbudowany

SW może zawierać oprogramowanie dedykowane wyłącznie temu urządzeniu (**firmware**) lub **system operacyjny** wraz ze **specjalizowanym oprogramowaniem**.

Im mniej złożone i specjalizowane oprogramowanie, tym bardziej niezawodny system. Może on też szybciej reagować na zdarzenia.

Zwiększenie niezawodności:

- rozdzielenie zadań na mniejsze podsystemy,
- redundancja (użycie dwóch identycznych urządzeń do jednego zadania; w razie awarii przejmują swoje zadania).

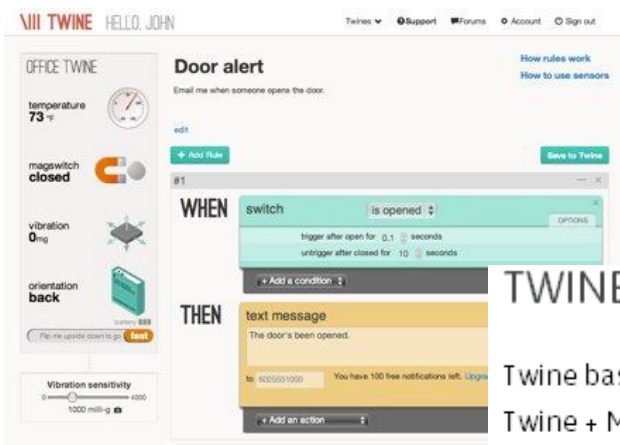
Elementy składowe SW

- CPU/uC (różnego typu)
- Pamięci zewnętrzne (np. karta SD, pamięci na I2C)
- Czujniki (wszelkiego typu – sygnał wyjściowy elektryczny)
- Klawisze/przyciski, klawiatura, ekran dotykowy
- Wyświetlacz LCD, graficzny, ekran dotykowy
- Kontrolki LED
- Aktuatory (elementy wykonawcze: np. głośnik, głośnik piezo, silnik krokowy, wentylator, przekaźnik, silnik wibracyjny w telefonie itp.,)

System wbudowany – Internet Rzeczy

Twine

Twine firmy Supermechanical - system wbudowany dla każdego



TWINE KITS

Twine basic - \$124.95

Twine + Moisture Sensor - \$159.95

Twine + Magnetic Switch - \$159.95

Twine + Breakout Board - \$159.95

Twine + Cloud Shield - \$149.95

Twine +
Full Sensor Package - \$199.95



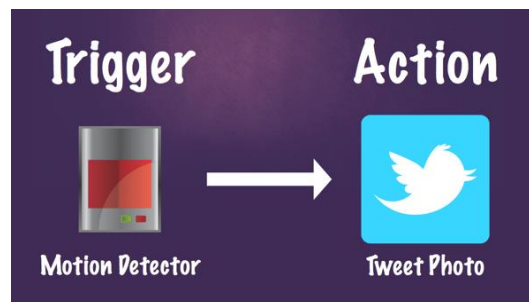
„Programowanie przez www”: WHEN moisture sensor gets wet THEN text "The basement is flooding!"

System wbudowany – Internet Rzeczy

NinjaBlocks

 NINJABLOCKS

- system wbudowany dla każdego



- Minikomputery w chmurze
- Możliwość odbierania sygnałów (sensory) i sterowania sygnałami (gniazdka sieciowe, światła, akulatory itp.)
- Kody, schematy, itd. dostępne dla zainteresowanych (Open Hardware)
- Forum dyskusyjne <http://beagleboard.org/project/NinjaBlocks/>



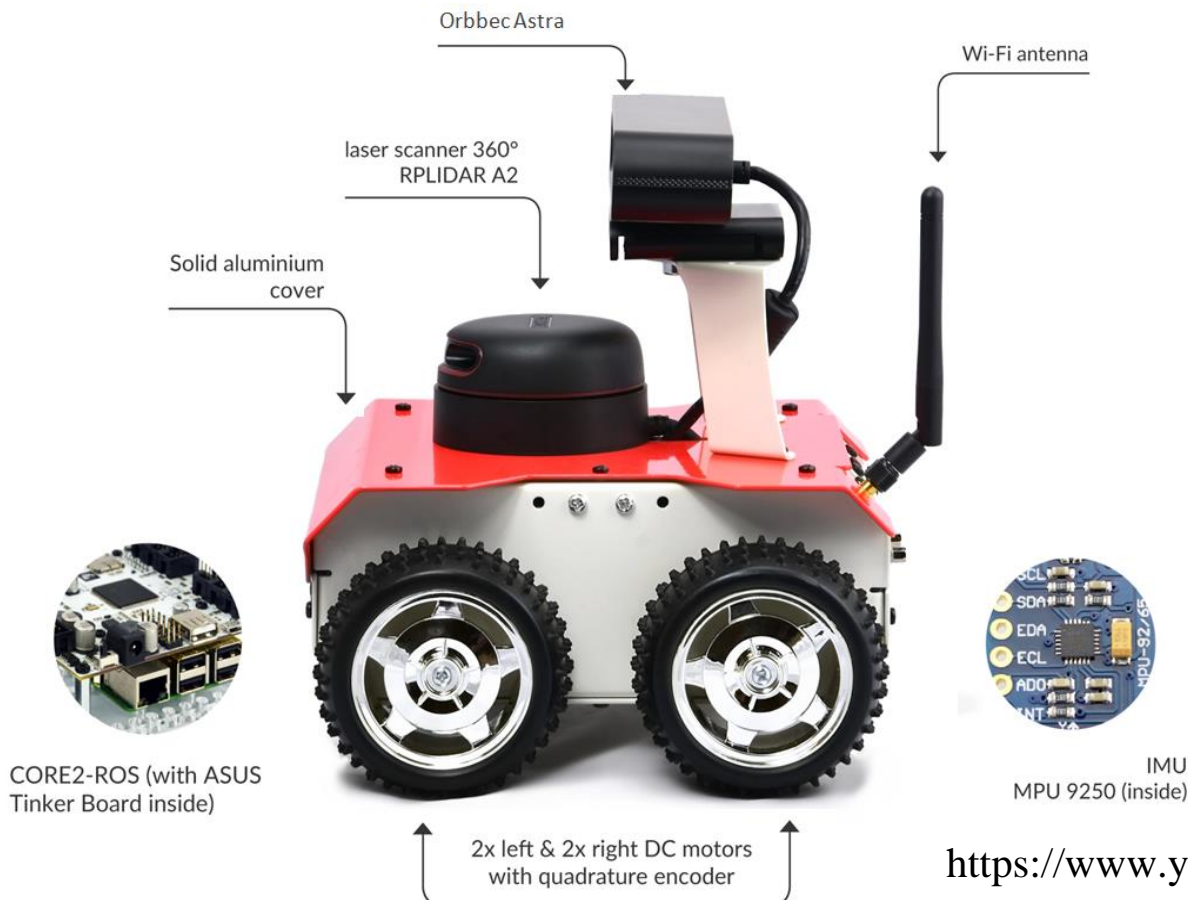
Więcej o projekcie:
http://www.youtube.com/watch?v=geW1rxBp5M&feature=player_detailpage

System wbudowany – Internet Rzeczy

Husarion

- system wbudowany dla każdego

Więcej o projekcie:
<https://husarion.com/>
<https://husarnet.com/>



<https://www.youtube.com/watch?v=QHJFNMx4Us8>

System wbudowany – Internet Rzeczy

Wovyn



Sensor list:

- Temperature (w/ and w/o probe), Humidity (low and high accuracy), Water, Infrared Motion, Digital ID
- Dry Contact, Light (on/off), Light (lux), Magnetic Door/Window, Magnetic Presence, Activity
- Accelerometer, 0-20mA Current, 0-1.25v Analog Voltage, 120VAC Analog Voltage Detection
- 500 VAC/VDC Analog Voltage Measurement, Wireless Button, Flex, Liquid Level, Pressure

41

Do poczytania...

- <http://pandodaily.com/2013/05/24/enter-the-ninja-a-startup-attempts-world-domination-on-internet-of-things-from-australia/>
- Kickstarter - Bring creativity to life: <http://www.kickstarter.com/>
- Pebble: E-Paper Watch for iPhone and Android: <http://getpebble.com/>
- Nest – „learning thermostat” : <http://nest.com/>
- Philips Hue – personal wireless lightning :
<http://www.meethue.com/en-US>
- Internet of Things: http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things
- Industrial Internet of Things
https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_internet_of_things