



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



OŚRODEK
ROZWOJU
EDUKACJI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Czujniki głównym motorem rozwoju mechatroniki

dr Sławomir Grzelak

Toruń 2014

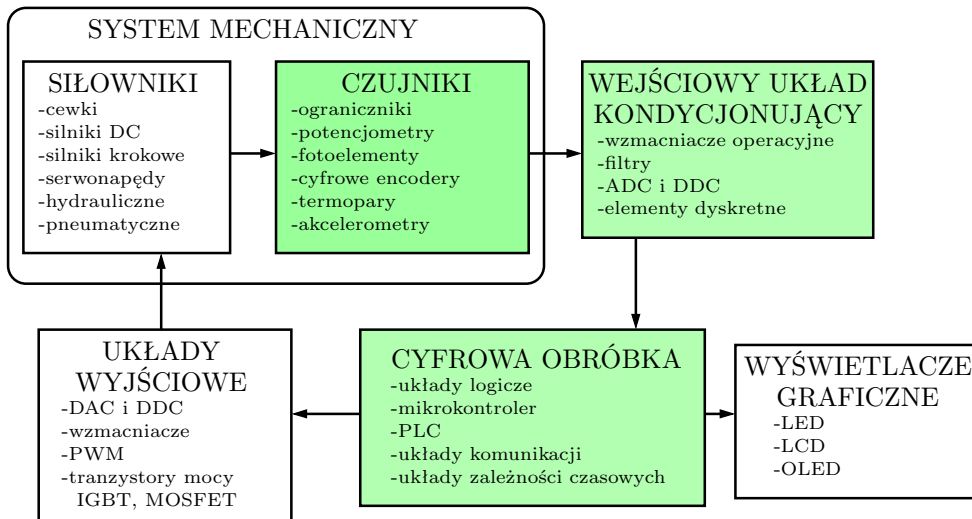
***Projekt
współfinansowany ze środków Unii Europejskiej
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego***

Plan wykładu

1. Schemat toru pomiarowego
2. Integracja elementów mechanicznych na płycie krzemowej
3. Zastosowania akcelerometru w przemyśle samochodowym
4. Nowa technologia w urządzeniach AGD
5. Mikrofon **MEMS** jako następcza mikrofonów elektretowych
6. Żyroskop kolejnym milowym krokiem
7. Stabilizacja obrazu **OIS** (**O**ptical **I**mage **S**tabilization)
8. Magnetometr w telefonie komórkowym
9. Podsumowanie

MEMS - **M**icro **E**lectro **M**echanical **S**ystems

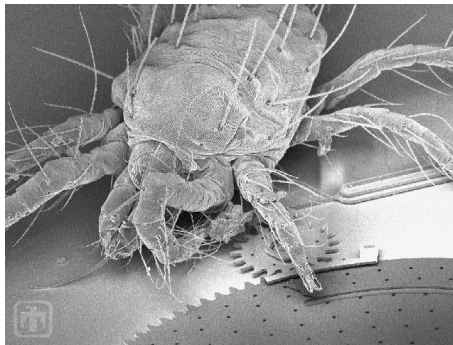
Schemat toru pomiarowego w mechatronice



Integracja elementów mechanicznych w strukturze krzemowej

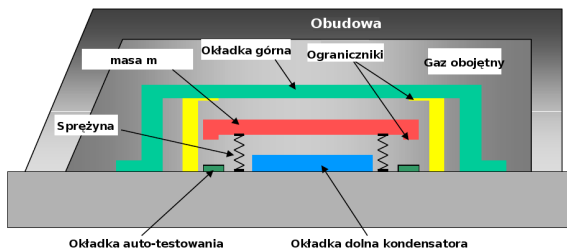
Wytwarzanie poprzez:

- użycie lasera
- proces fotolitografii



- mniejsza masa oraz rozmiary
- większa odporność na zakłócenia i zmiany temperatury
- mniejsze zużycie energii
- możliwe zintegrowanie z procesorem i natychmiastowa cyfrowa obróbka
- auto-testowanie struktury
- większa odporność na wstrząsy (rzędu 3000g)

Akcelerometr jako czujnik zderzenia

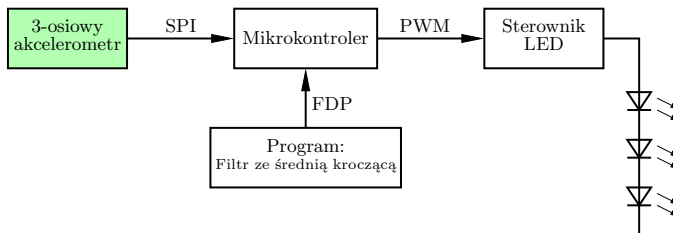
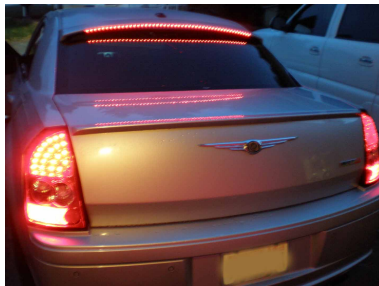


$$F = m \cdot a; \quad F = -k \cdot \Delta x; \quad \Delta C = \frac{\varepsilon S}{\Delta d}$$

Dzięki małej masie możliwa jest szybka reakcja na zmianę prędkości. Algorytmy auto-testowania zwiększają pewność zadziałania systemu. Sygnał użyty jest np. do uruchomienia poduszek powietrznych i napinaczy pasów.

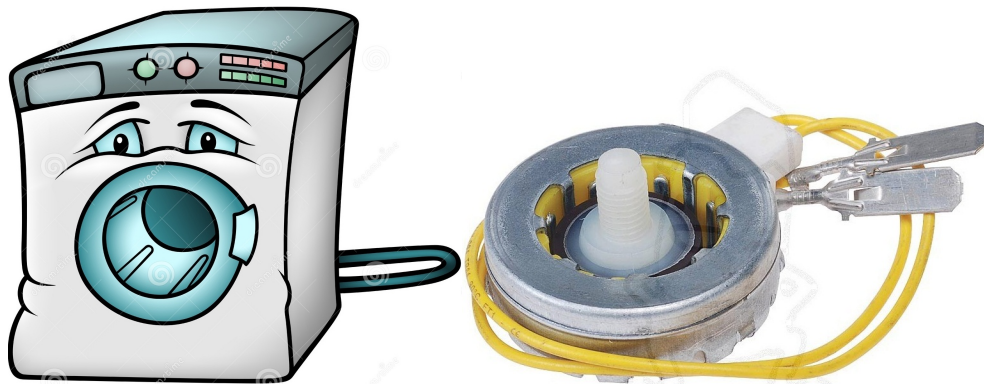
Akcelerometr 3D w układzie sterowania światłem STOP

Cel: natężenie światła STOP zależne od siły hamowania.



Wymagany jest filtr dolnoprzepustowy w celu eliminacji zakłóceń pochodzących od drgań silnika i nierówności na drodze.

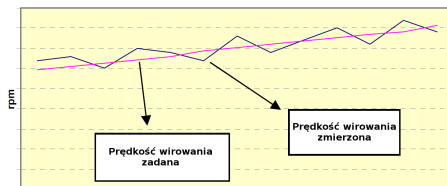
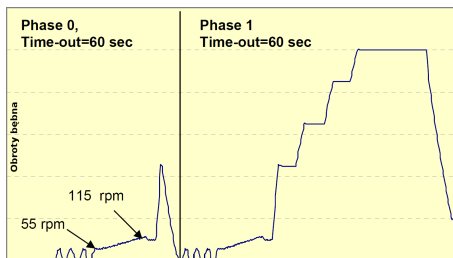
Czujnik wyważenia w pralce automatycznej FUCS



FUCS - **F**ast **U**nbalanced **C**ontrol **S**ystem

Prądniczka tachometryczna zintegrowana z wałem silnika bębna. Rozwiązanie stosowane w sprzęcie klasy średniej.

Czujnik wyważenia w pralce automatycznej FUCS



Badanie fluktuacji prędkości obrotowej bębna przed etapem wirowania. Odchyłkę od zadanej prędkości obrotowej wyznacza się co 300 ms, porównuje z dopuszczalnym progiem. Następnie następuje wzrost prędkości lub spadek. Fluktuacje prędkości wirowania badane są w zakresie 55-115 obrotów/minutę.

Czujnik MEMS w pralce automatycznej

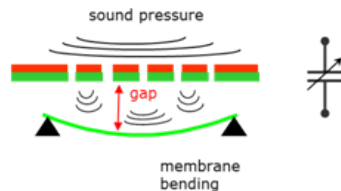
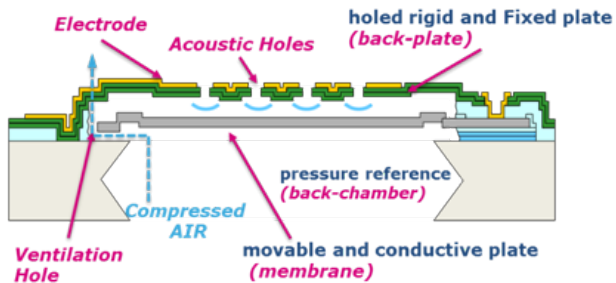
Akcelerometr wykryje brak wyważenia znacznie szybciej i jest możliwy do zastosowania w bębnach typu Direct Drive (niskoobrotowy silnik).



Inne zastosowania akcelerometru

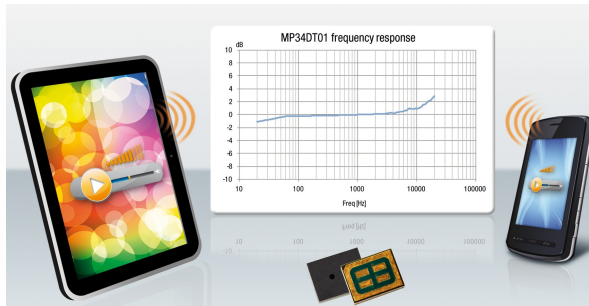
- wykrywanie faktu podnoszenia urządzenia przenośnego i sterowanie np. podświetlaniem wyświetlacza LCD
- monitorowanie zużycia łożysk i unikanie poważnych awarii w mechanice
- zliczanie liczby kroków
- zabezpieczanie dysku twardego Laptopa przed utratą danych
- systemy alarmowe

Budowa mikrofonu MEMS



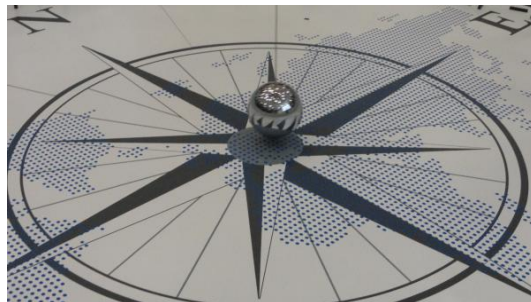
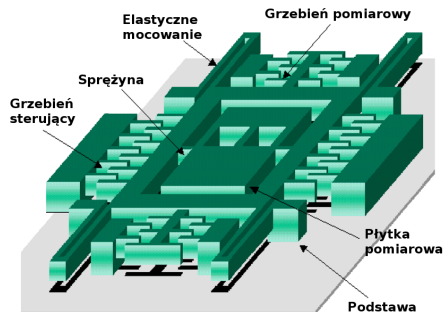
Poprawa parametrów dzięki mikrofonom MEMS

W stosunku do mikrofonów elektretowych: większe pasmo przenoszenia, lepsza czułość, stabilność w temperaturze, bardziej do-okólna charakterystyka



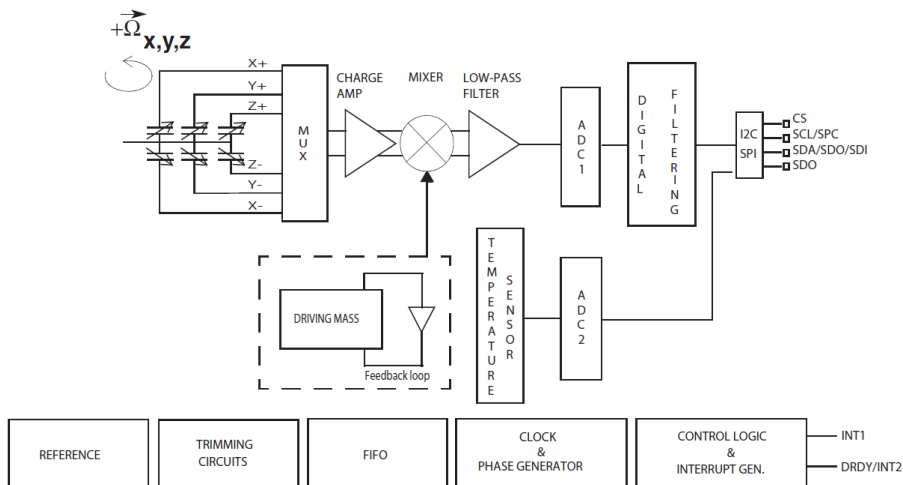
Dostępne są wersje z wyjściem analogowym i cyfrowym
(modulacja PDM: **P**ulse **D**ensity **M**odulation)

Żyroskop MEMS - pomiar prędkości kątowej



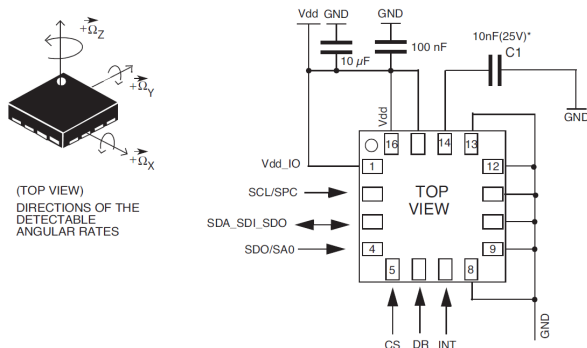
Zasada działania przypomina wahadło Foucaulta (eksponat w Młynie Wiedzy w Toruniu). W ekspozycji następuje zmiana płaszczyzny drgań pod wpływem ruchu obrotowego Ziemi. W żyroskopie MEMS wprowadza się w drgania płytkę i mierzy się odchylenie spowodowane siłą „Coriolisa”. Odchylenie widziane jest jako zmiana pojemności „grzebienia pomiarowego”.

Schemat blokowy cyfrowego żyroskopu 3D



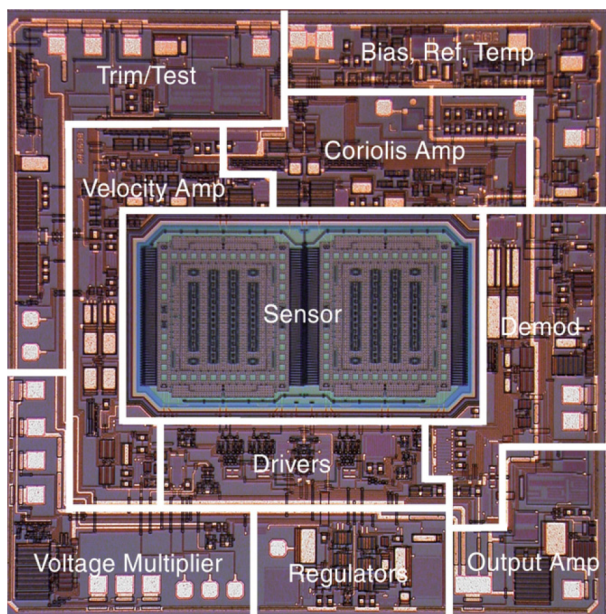
Wibracje w strukturze są wytwarzane przez układ sterujący z pętlą sprzężenia zwrotnego

Schemat połączeń żyroskopu 3D z wyjściem cyfrowym

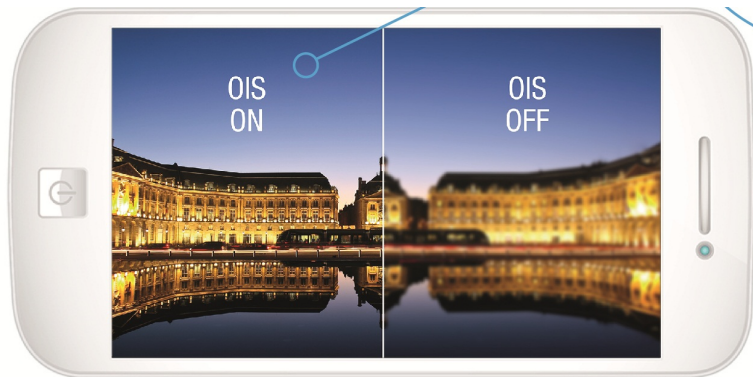
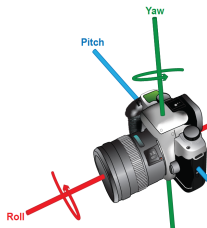


Wyjście I2C lub SPI ułatwia wykorzystanie i zwiększa odporność na zakłócenia
Wyjście ma rozdzielczość 16 bitów (przy zakresie FS = ± 250 dps czułość wynosi 8,75mdps/cyfrę)
Wbudowany filtr dolnoprzepustowy pozwala usunąć składowe pochodzące np. od głośników
Parametr ODR (Output **D**ata **R**ate) rzędu 760 Hz

Żyroskop MEMS - struktura krzemowa

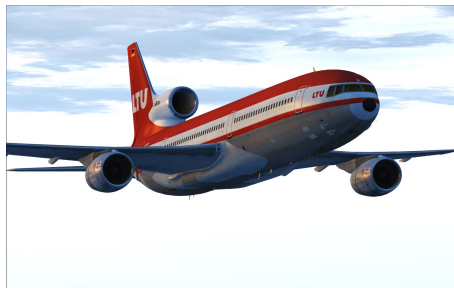


Żyroskop MEMS podstawą stabilizacji obrazu



Optical Image Stabilization

Nawigacja inercyjna rozwiązaniem na bolączki GPS



Sygnal z akcelerometru, żyroskopu, magnetometru wykorzystany do wspomagania systemu nawigacji (większa rozdzielczość oraz odporność na zaniki sygnału)

GPS - **G**lobal **P**ositioning **S**ystem

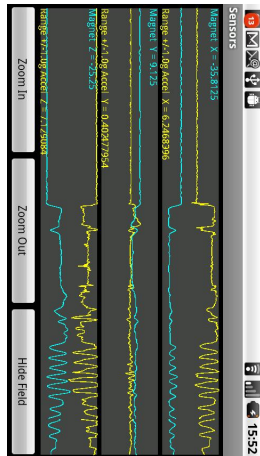
Magnetometr



Wykorzystuje się efekt Halla lub magnetorezystancyjny. Istnieją rozwiązania w których mierzy się siłę Lorenza (oddziaływanie między mierzonym polem magnetycznym a przewodnikiem z prądem).

Wykorzystanie czujników MEMS w smartfonie

Aplikacje: „3D Compass and Magnetometer” oraz „Sensors”



Przykładowe aplikacje działające pod systemem Android wykorzystują sygnał z czujników i go wizualizują na wyświetlaczu LCD. Aplikacja „Magnetometer” wraz z magnesem neodymowym pozwala dokładnie zlokalizować czujnik na płycie PCB smartfonu. Aplikacja „Sensors” wizualizuje zmiany prędkości telefonu w czasie.

Podsumowanie

- Rozwój mechatroniki spowodowany jest gwałtowną miniaturyzacją czujników. Duże znaczenie ma także wzrost mocy obliczeniowej procesorów oraz rozwój algorytmów.
- Silny postęp i upowszechnienie nowoczesnych technologii widoczny na naszych oczach, wymusza zmiany w kształceniu młodych ludzi. Wprowadzenie elementów programowania w edukacji gimnazjalnej przyczyni się do rozwoju zdolności logicznego myślenia i dostarczy podstaw wiedzy technicznej niezbędnej w przyszłej edukacji ponadgimnazjalnej i akademickiej.
- Konstruowanie i oprogramowanie robota zmotywuje uczniów do opanowania umiejętności z kilku dziedzin: mechaniki, elektroniki, matematyki i fizyki, co w przyszłości zaprocentuje większymi szansami na rynku pracy.
- Gwałtowne wdrażanie nowoczesnych technologii wymusza nieustanne kształcenie kadry nauczycielskiej. Konieczna jest współpraca pomiędzy pracownikami ośrodków naukowych a nauczycielami w celu bardziej skutecznego procesu edukacji gimnazjalistów.