

Elektronika w nowym świetle

Dominacja udziału elektroniki w życiu codziennym społeczeństwa, w badaniach naukowych, w kontroli procesów technologicznych, w diagnostyce i terapii medycznej, w rozwiązywaniu problemów i zagrożeń bezpieczeństwa, w rozwoju społeczeństwa opartego na wiedzy, w tworzeniu globalnej struktury telekomunikacyjnej i systemów pozyskiwania, przetwarzania i wizualizacji informacji jest ważnym elementem kompleksowego rozwoju cywilizacji.

Rozwój elektroniki następuje przez rozszerzanie zakresu częstotliwości sygnałów (GHz, THz, domena optyczna – VIS, IR), działania systemowe, nowe technologie (integracja, nanotechnologia, hybrydowe układy opto-elektroniczne), nowe techniki pozyskiwania (sensory), przetwarzania (DSP) i przesyłania informacji (sieci bezprzewodowe, światłowodowe).

Katedra Optoelektroniki i Systemów Elektronicznych (Katedra OiSE) bierze aktywny udział w rozwoju elektroniki, zarówno w domenie edukacji kadr, badań naukowych jak i prac wdrożeniowych, opracowywanych dla przemysłu czy ośrodków badawczych.

Działania prowadzone w dziedzinach Optoelektroniki, fotoniki, elektroniki, metrologii, technologii i charakteryzacji nowoczesnych materiałów (opto i elektronicznych, LTCC, SiC), komputerowych systemów pomiarowych, infosystemów, unikatowych metod diagnostyki i miernictwa, są interesującym i wartościowym wkładem w rozwój elektroniki.

Katedra Optoelektroniki i Systemów Elektronicznych została utworzona w 2006 roku z połączenia Katedry Optoelektroniki i Katedry Metrologii i Systemów Elektronicznych.

Katedra Optoelektroniki została powołana w 1992 roku z Zakładu Optoelektroniki Instytutu Technologii Elektronowej PG, kierowanego przez prof. dr hab. dr h.c. inż. Henryka Wierzbę. Od roku 1993 Katedra Optoelektroniki jest kierowana przez dr hab. inż. Bogdana Kosmowskiego, prof. nadzw. PG.

Katedrę Metrologii i Systemów Elektronicznych powołano w 2003 roku integrując **Katedrę Aparatury Pomiarowej**, kierowaną przez prof. dr hab. inż. Ludwika Spiralskiego oraz **Katedrę Miernictwa Elektronicznego** kierowaną przez prof. dr inż. Romualda Zielonko. Obecnie Katedrą OiSE kieruje dr hab. inż. Bogdan-Kosmowski, prof. nadzw. PG, a zastępcą kierownika Katedry jest dr hab. inż. Alicja Konczakowska, prof. nadzw. PG.

Biorąc pod uwagę historię Katedry OiSE, oczywiste jest, że dorobek jej składa się z efektów działalności trzech Katedr, a i obecna specyfika aktywności, zarówno w zakresie dydaktyki, jak i badań naukowych jest następstwem drogi rozwoju Zespołów Katedry.

W Katedrze OiSE działają dwa zespoły dydaktyczne: Optoelektroniki oraz Metrologii i Systemów Elektronicznych oraz trzy zespoły naukowe: Optoelektroniki, Komputerowych Systemów Pomiarowych i Diagnostycznych oraz Miernictwa Sygnałów Losowych i Aparatury Pomiarowej.

Aktualnie w Katedrze OiSE pracuje 27 -nauczycieli akademickich i pracowników naukowo-badawczych, (w tym 4 samodzielnych pracowników naukowych, 17 pracowników ze stopniem doktora, 6 asystentów i 7 pracowników inżynierjno-technicznych.

Katedra OiSE prowadzi dwie specjalności dydaktyczne: **Optoelektronikę** oraz **Komputerowe Systemy Elektroniczne**.

Program dydaktyczny realizowany w zespołach Katedry zapewnia uzyskanie przez studentów gruntownej wiedzy podstawowej, kierunkowej (inżyniera elektronika), jak i specjalizacyjnej (w zakresie Optoelektroniki oraz Infosystemów elektronicznych).

W **Zespole Optoelektroniki** są wykładane między innymi: *Inżynieria materiałowa, Optoelektronika, Urządzenia i systemy optoelektroniczne, Technika laserowa, Systemy wizualizacji informacji, Współczesne systemy telekomunikacji światłowodowej, Optyczne przetwarzanie informacji - holografia, Komputerowe projektowanie układów elektronicznych, Twórcze kierownictwo oraz Innowacyjne rozwiązywanie zadań inżynierskich.*

Kształcenie obejmuje zastosowania metod optycznych w pozyskiwaniu informacji, jej transmisji (systemy światłowodowe), przetwarzaniu i wizualizacji (displeje).

W **Zespole Metrologii i Systemów Elektronicznych** oferta dydaktyczna obejmuje przedmioty: *Metrologia, Metrologia i technika eksperymentu, Metody numeryczne, Metodyka projektowania i technika realizacji, Mikrokontrolery i mikrosystemy, Procesory sygnałowe, Kompatybilność elektromagnetyczna, Interfejsy systemów elektronicznych, Mikrosterowniki i mikrosystemy rozproszone, Projektowanie i organizacja systemów elektronicznych, Integracja sprzętu i oprogramowania, Skomputeryzowana technika pomiarowa, Modelowanie i symulacja systemów, Oprogramowanie systemów elektronicznych, Architektura infosystemów elektronicznych, Niezawodność elementów i systemów, Telemetria internetowa, Urządzenia peryferyjne, Projektowanie pakietów elektronicznych, Diagnostyka elektroniczna, Zastosowanie cyfrowego przetwarzania sygnałów w metrologii,* oraz prowadzone dla kierunku informatyka: *Podstawy elektroniki i metrologii.*

Kształcenie obejmuje w szerokim zakresie zagadnienia miernictwa, systemów pomiarowych, konstrukcji podzespołów, pakietów i systemów, ze szczególnym uwzględnieniem infosystemów.

Prowadzona w Zespole Metrologii i Systemów Elektronicznych specjalność Komputerowe Systemy Elektroniczne cieszy się dużą popularnością wśród studentów kierunków Elektronika i Telekomunikacja, a także Automatyka i Robotyka, i od kilku lat pod względem zgłoszeń studentów plasuje się na 2 lub 3 miejscu.

Zajęcia dydaktyczne prowadzone w Katedrze, są modernizowane w sposób ciągły, ze szczególnym uwzględnieniem zajęć laboratoryjnych. Laboratoria są realizowane w przestronnych pomieszczeniach, są wyposażone w nowoczesne, często unikatowe przyrządy pomiarowe oraz komputery. Jako pomoce dydaktyczne opracowano 10 skryptów. W prowadzonych pracach badawczych biorą udział studenci, czego efektem są wspólne publikacje.

Badania naukowe realizowane w Katedrze OiSE koncentrują się na nowoczesnych metodach pozyskiwania (metrologia, sensory), przetwarzania (infosystemy), transmisji i wizualizacji informacji.

W **Zespole Optoelektroniki** badania obejmują zastosowanie nowoczesnych optoelektronicznych metod pomiarowych do charakteryzowania i monitorowania stanu obiektów technicznych, środowiska oraz przebiegu procesów technologicznych.

Optoelektronika jest bardzo rozległą dziedziną nauki, dlatego też w Zespole Optoelektroniki skupiono się na badaniach obejmujących: zastosowanie optoelektronicznych metod pomiarowych w nauce, technice, medycynie, ekologii, modelowanie i konstrukcję optoelektronicznych sensorów (światłowodowych), badanie obiektów technicznych i biologicznych nieinwazyjnymi metodami optycznymi (OCT- koherentna tomografia optyczna, transiluminacja), badanie i optymalizację konstrukcji barwnych wyświetlaczy ciekłokrystalicznych. Obiektem badań są również problemy inżynierii materiałowej; synteza, badania i aplikacje nowych materiałów cienkowarstwowych (ceramik PLZT oraz DLC) oraz metody wytwarzania cienkich warstw optoelektronicznych i mikroelektronicznych (PVD i CVD). Metrologia optyczna obejmuje spektrofotometryczne metody pomiarowe (spektroskopia Ramana, emisyjna, absorpcyjna), stosowane w badaniach materiałów i procesów technologicznych. Opracowywane systemy i urządzenia optoelektroniczne wspomagają osoby niepełnosprawne w codziennych aktywnościach.

Dorobek w postaci opracowań naukowych i prac wdrożeniowych Zespołu Optoelektronik jest znaczny. Przykładami mogą być następujące prace:

- Opracowanie teorii działania zgięciowych sensorów światłowodowych. Zrealizowany na tej podstawie sensor został wdrożony w fińskiej papierni, gdzie służy do określenia składu pulpy drzewnej.
- Opracowanie metod określenia parametrów optycznych ośrodków silnie rozpraszających. Metoda ta została już zastosowana do bezkrwawej diagnostyki obrzęku mózgu.
- Opracowanie metod laserowej spektroskopii ramanowskiej do monitorowania „*in situ*” procesu syntezy warstw polimerów hybrydowych. Metoda została wdrożona w Instytucie VTT w Finlandii.
- Opracowanie technologii wytwarzania litych i grubowarstwowych optoelektronicznych ceramik PLZT.
- Konstrukcja stanowiska technologicznego do plazmowej syntezy materiałów cienkowarstwowych.
- Opracowanie układów detekcji dla interferometrycznych czujników wybranych wielkości fizycznych.
- Opracowanie technologii wykonywania warstw dwójłomnych z polimerów ciekłokrystalicznych i nanoszenia ich na powierzchnie elementów optycznych.
- Opracowanie układu optycznej koherentnej tomografii optycznej do badania obiektów technicznych.

Podsumowując działalność badawczą Zespołu Optoelektroniki, można wskazać, że rezultaty badań zostały przedstawione w ponad 170 publikacjach, w tym wielu w najważniejszych czasopismach międzynarodowych, były referowane na licznych konferencjach międzynarodowych i krajowych i zaowocowały (od roku 2000), 3 dysertacjami doktorskimi i 1 rozprawą habilitacyjną, otwarto 4 przewody doktorskie, a 2 rozprawy habilitacyjne są w przygotowaniu. Zrealizowano 24 granty MNiSzW

oraz 2 projekty europejskie. Prace te zyskały duże uznanie w kraju, czego efektem są liczne nagrody Rektora Politechniki Gdańskiej. Dr inż. Marcin Gnyba uzyskał nagrodę IMEKO za najlepszy referat oraz nagrodę firmy LOTOS za wyróżniającą się rozprawę doktorską.

Zespół Komputerowych Systemów Pomiarowych i Diagnostycznych był prekursorem w kraju w zakresie opracowań skomputeryzowanych systemów pomiarowych i ich wdrożeń na liniach produkcyjnych. Obecnie Zespół prowadzi badania podstawowe i stosowane z dziedzin: Teoria i zaawansowane techniki pomiarów i diagnostyki układów i systemów elektronicznych oraz innych obiektów modelowanych obwodami elektrycznymi, Projektowanie, modelowanie i realizacja systemów i mikrosystemów pomiarowych oraz diagnostycznych, Precyzyjne pomiary impedancji oraz rozwój i zastosowanie spektroskopii impedancyjnej, Telemetria, telediagnostyka oraz metrologiczne zastosowanie technologii bezprzewodowych.

Do ważniejszych osiągnięć Zespołu można zaliczyć:

- sformułowanie zasad projektowania specjalizowanych sygnałów pomiarowych o niekonwencjonalnych kształtach i synteza metod pomiarowych bazujących na sygnałach o projektowanych kształtach,
- opracowanie nowych metod diagnostycznych uszkodzeń układów analogowych i mieszanych sygnałowo, w tym słownikowych, weryfikacyjnych, magistralowych oraz testerów wbudowanych typu BIST,
- opracowanie nowych metod i rozwiązań systemów do precyzyjnych pomiarów impedancji i spektroskopii impedancyjnej, w tym jej zastosowanie do monitorowania zabezpieczeń antykorozyjnych.

W wymienionym zakresie badań zrealizowano 7 grantów MNiSzW, jeden projekt Unii Europejskiej Eureka!3174 HIADAC, w realizacji są 2 granty MNiSzW oraz grant rozwojowy dotyczący opracowań i wdrożeń do produkcji zaawansowanych urządzeń pomiarowych spektroskopii impedancyjnej, dedykowanych do zastosowania w różnych dziedzinach nauki i techniki. Obroniono 4 doktoraty, 3 otwarte przewody doktorskie są zaawansowane. W przygotowaniu są 2 rozprawy habilitacyjne.

W Zespole redagowane jest anglojęzyczne czasopismo naukowe o zasięgu międzynarodowym - kwartalnik PAN „Metrology and Measurement Systems”, którego redaktorem naczelnym jest prof. Romuald Zielonko.

Najważniejszym osiągnięciem naukowym Zespołu, w ostatnim okresie, jest opracowanie i wdrożenie do seryjnej produkcji „**Analizatora spektroskopii wysokoimpedancyjnej do diagnostyki powłok antykorozyjnych HIADAC**”. Analizator ten, którego cechą charakterystyczną są nowe metody pomiarowe oparte na technice cyfrowego przetwarzania sygnałów (CPS), niskie koszty oraz przystosowanie do badań w terenie, opracowany w ramach programu UE Eureka, został wdrożony w roku 2005 do produkcji seryjnej w Zakładzie Systemów Elektronicznych Atlas-Sollich w Gdańsku, w ramach uczelnianej umowy wdrożeniowej. Projekt ten został wyróżniony nagrodą za wysoki poziom naukowy na 6 Międzynarodowej Wystawie Wynalazków INNOWACJE'2005. W ramach Targów „Politechnika Gdańska dla Gospodarki Innowacyjnej”, w czerwcu 2007 roku, w konkursie „Najlepsze Wdrożenie” zdobył jedną z dwóch głównych nagród.

Zespół Miernictwa Sygnałów Losowych i Aparatury Pomiarowej, kierowany przez prof. Ludwika Spiralskiego, był liderem konstrukcji przyrządów i systemów do oceny właściwości przyrządów półprzewodnikowych, zwłaszcza ich właściwości szumowych. Zyskały one szerokie zastosowanie i w kraju i zagranicą.

Najważniejsze kierunki badań naukowych Zespołu, kierowanego obecnie przez dr hab. inż. Alicję Konczakowską, prof. nadzw. PG, to: Teoria i techniki pomiarów szumowych właściwości elementów, układów i systemów elektronicznych, Metody i układy do pomiaru elektro-fizycznych właściwości materiałów, elementów i obiektów przez badanie zjawisk fluktuacyjnych, Cyfrowe przetwarzanie sygnałów losowych, w tym niestacjonarnych, Ocena niezawodności elementów, układów i urządzeń elektronicznych na podstawie ich szumów małowłosotliwościowych, Projektowanie profesjonalnej aparatury pomiarowej, Metody i urządzenia do określania kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń, Modelowanie zjawisk przypadkowych, badania nieniszczące obiektów.

Efektom dotychczas prowadzonych w Zespole badań (od roku 2000) jest ponad 200 publikacji, oraz udział w licznych krajowych i zagranicznych sympozjach i konferencjach naukowych. Pracownicy Zespołu są autorami lub współautorami 9 monografii.

W Katedrze Aparatury Pomiarowej kierowanej przez profesora Ludwika Spiralskiego (w latach 1989-2005) zorganizowano cykl seminariów pt. "Miernictwo sygnałów przypadkowych".

W latach 2000-2007 pracownicy Zespołu uczestniczyli w realizacji 9 projektów badawczych KBN i MNiSzW, opracowali 8 zgłoszeń patentowych, uzyskali 2 patenty oraz wdrożyli 3 opracowania. Obroniono 1 pracę doktorską oraz 5 prac doktorskich zewnętrznych, przekazano do recenzji rozprawę habilitacyjną, otwarto 3 przewody doktorskie a 2 rozprawy habilitacyjne są w przygotowaniu.

Pracownicy Zespołu wykonują prace naukowe na rzecz gospodarki, jak np. „Badania eksperymentalne zakłóceń wielkiej częstotliwości w energetycznych liniach zasilania niskiego napięcia, występujących w środowisku o podwyższonym poziomie pola elektromagnetycznego” (PIE, 2001 r.), „Opracowanie systemu do pomiaru natężenia pola elektromagnetycznego w paśmie 5 Hz - 30 MHz z komputerowym przetwarzaniem danych pomiarowych” (URTiP, 2003 r.). W ramach umowy międzyrządowej o współpracy naukowej i naukowo-technicznej na lata 2005-2007 z Czech Noise Research Laboratory (Brno University of Technology), prowadzone są 2 projekty badawcze.

Do najważniejszych osiągnięć Zespołu należy zaliczyć:

- opracowanie metody i techniki wykrywania gazów w czujnikach za pomocą zjawisk fluktuacyjnych; zakończony projekt badawczy MNiSzW-- "Technika wykrywania mieszanin gazów za pomocą zjawisk fluktuacyjnych w czujnikach gazów", 2006 r.,
- opracowanie sposobu wykrywania szumów wybuchowych zwłaszcza w przyrządach elektronicznych; zgłoszenie patentowe P375610, 2005 r.,
- opracowanie metody i układów do pomiaru szumów nadmiarowych struktur dwójnikowych elektrycznych, zgłoszenie patentowe P368669, 2004 r.,
- opracowanie metod oceny jakości przyrządów z SiC na podstawie ich szumów z zakresu małych częstotliwości, co zaowocowało włączeniem w 2007r. Zespołu do realizacji projektu

badawczego zamawianego pt. „Nowe technologie na bazie węgla krzemu i ich zastosowania w elektronice wielkich częstotliwości, dużych mocy i wysokich temperatur”.

Podsumowując, w Katedrze OiSE zrealizowano badania w ramach kilkunastu projektów badawczych finansowanych przez MNiSzW, projektów międzynarodowych (POLECER, TEMPUS), a także w ramach bezpośredniej współpracy międzynarodowej oraz w kooperacji i na potrzeby środowiska gospodarczego Regionu Pomorze. Zespoły badawcze Katedry OiSE prowadzą szeroką współpracę naukową i dydaktyczną z wieloma wyróżniającymi się ośrodkami badawczymi. Najważniejsze z nich to: Uniwersytet Oulu, VTT Oulu (Finlandia), Uniwersytet Karlsruhe, Uniwersytet Stuttgart, Uniwersytet Rostok, Uniwersytet Greifswald, TU Berlin, TU Paderborn (Niemcy), Uniwersytet Uppsala (Szwecja), Uniwersytet Texas A&M (USA), ENSERG Grenoble(Francja), Uniwersytet Trento (Włochy), Brno University of Technology (Czechy).

Plany rozwoju Katedry Optoelektroniki i Systemów Elektronicznych

Plany rozwoju Katedry OiSE obejmują zarówno problemy dydaktyki, badań naukowych, jak i organizacyjne – rozwoju kadry oraz bazy aparatury badawczej.

W dziedzinie dydaktyki, Katedra intensywnie uczestniczy w przygotowaniu treści merytorycznych nowych programów studiów 3-stopniowych, opracowywanych w ramach wprowadzonego Procesu Bolońskiego.

Nowe założenia programu studiów, wymagają bardzo szczegółowego zdefiniowania zakresów treści przedmiotów, zarówno teoretycznych, jak i przedmiotów służących przekazaniu wiedzy jak i wykształceniu praktycznych umiejętności inżynierskich.

Dynamiczny rozwój dyscypliny – elektroniki, determinuje konieczność ciągłej modernizacji i wprowadzanie do programu dydaktyki wiedzy o najnowszych osiągnięciach teoretycznych jak i o realizacjach nowych technologii. Procesy te określają zakres prac nad podnoszeniem poziomu procesu dydaktycznego w Katedrze OiSE.

W domenie rozwoju nauki Zespoły Katedry OiSE realizują nowoczesne badania, o bardzo interesujących i ważnych tematach, leżących w głównym nurcie trendów rozwoju dziedziny.

Problematyka badawcza Katedry jest również ważna z uwagi na potencjalne możliwości wdrożenia i zainteresowania nią jednostek badawczych i firm elektronicznych z Regionu Pomorskiego.

W Zespole Optoelektroniki planowane prace badawcze koncentrują się na:

1. opracowaniu unikatowych optoelektronicznych metod charakteryzacji i monitoringu technologii materiałów (w tym anizotropowych) i elementów opto- mikro- elektronicznych przez zastosowanie metod polarymetrycznej optycznej tomografii koherentnej (PSOCT),
2. zastosowanie optycznych metod monitoringu *in-situ* procesów w PECVD (spektroskopia Ramana, spektroskopia emisyjna w układzie goniometrycznym),
3. zastosowanie nowych technologii do wytwarzania unikatowych elementów optycznych.

Prace rozwojowe **Zespołu Komputerowych Systemów Pomiarowych i Diagnostycznych** obejmują:

1. rozwijanie zaawansowanych metod oraz systemów pomiarowych i diagnostycznych wykorzystujących techniki sztucznej inteligencji; klasyfikatory neuronowe, algorytmy genetyczne, strategie ewolucyjne,
2. rozwijanie telemetrii i telediagnostyki bezprzewodowej wykorzystującej czujniki i mikrosystemy typu wireless oraz nowe standardy komunikacji bezprzewodowej (Wi Max, Zig Bee),
3. badania nad przyspieszoną identyfikacją parametryczną modeli obiektów technicznych zwłaszcza powłok przeciwkorozyjnych i konstrukcji żelbetowych.

Natomiast plany rozwojowe **Zespołu Miernictwa Sygnałów Losowych i Aparatury Pomiarowej** przewidują badania w zakresie:

1. metod, aparatury i systemów do pomiarów szumów zwłaszcza nowoczesnych elementów wykonanych z SiC,
2. metodyki oceny zjawisk korozji na podstawie badania fluktuacji elektrochemicznych w celu opracowania czujników i układów zasilanych bezprzewodowo montowanych w instalacjach przemysłowych,
3. nieniszczących metod badania obiektów z zastosowaniem spektroskopii szumowej, ultradźwiękowej i elektro-ultradźwiękowej ze szczególnym uwzględnieniem nowych metod oceny trwałości warystorów wysokonapięciowych.

Rozwój badań Katedry OiSE jest związany z nowymi wnioskami o granty badawcze, nawiązaniem nowej współpracy zarówno w kraju jak i z ośrodkami europejskim, np. w ramach Programu INTERREG oraz PHOTONIC 21.

Rozwój kadry to również realizacja prac kwalifikacyjnych prowadzących do uzyskania stopni i tytułów naukowych. Obecnie w Katedrze OiSE przygotowuje się 5 rozpraw habilitacyjnych oraz realizuje się 10 (otwartych) przewodów doktorskich.

Prace rozwojowe w Katedrze OiSE, obejmują również przygotowania dla szerszego włączenia studentów do działalności Katedry przez powołanie Koła Naukowego Optoelektroniki w ramach światowej organizacji SPIE w formie *Student Chapter of SPIE*.

Obecnie, bardzo aktywne działanie wszystkich zespołów Katedry OiSE, przy współdziałaniu władz Wydziału ETI, stwarza bardzo dobre przesłanki dla dalszego efektywnego rozwoju Kadry, na wszystkich, a tak różnorodnych, jej polach działania.

ZESTAWIENIE I PODPISY POD RYSUNKAMI

Rys.1a Zespół pracowników Katedry Optoelektroniki i Systemów Elektronicznych

PLIK : Rys 1 a FOT Katedry OiSE

Rys 1 b Zespół pracowników Katedry Optoelektroniki i Systemów Elektronicznych (Nazwiska osób)

PLIK: Rys 1 b Zespół Katedry RAMKA + Nazwiska

Rys 2. Analizator spektroskopii wysokoimpedancyjnej HIADAC w badaniach terenowych.

PLIK: Rys. 2 Analizator HIADAC

Rys. 3 System PECVD do badania procesów wytwarzania warstw DLC (diamond like carbon)

PLIK: Rys. 3 System PECVD

Rys. 4 System OCT (optycznej tomografii koherencyjnej) do badania struktur hybrydowych materiałów opto (mikro) elektronicznych).

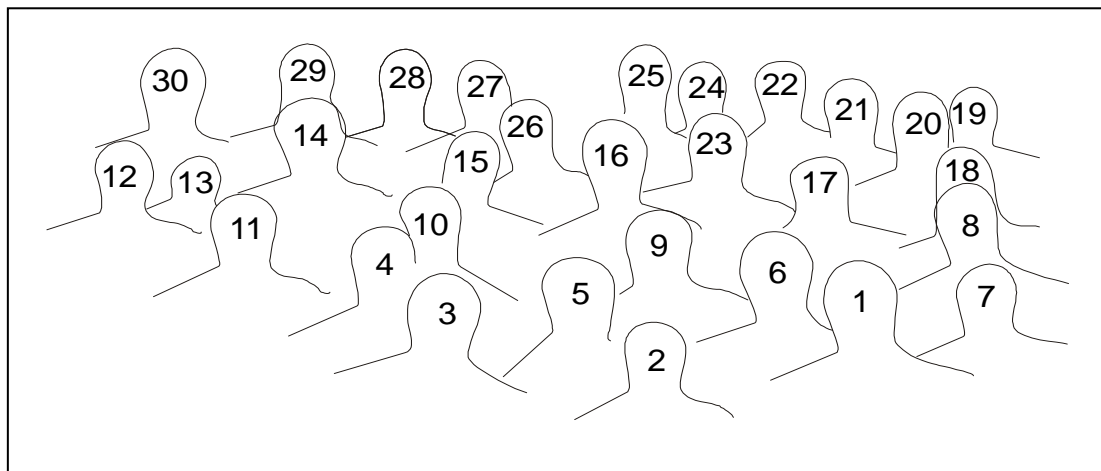
PLIK: Rys. 4 System OCT

Rys.5 Stanowisko do badania zjawisk fluktuacyjnych w rezystancyjnych sensorach gazu.

PLIK : Rys. 5 System fluktuacje 1

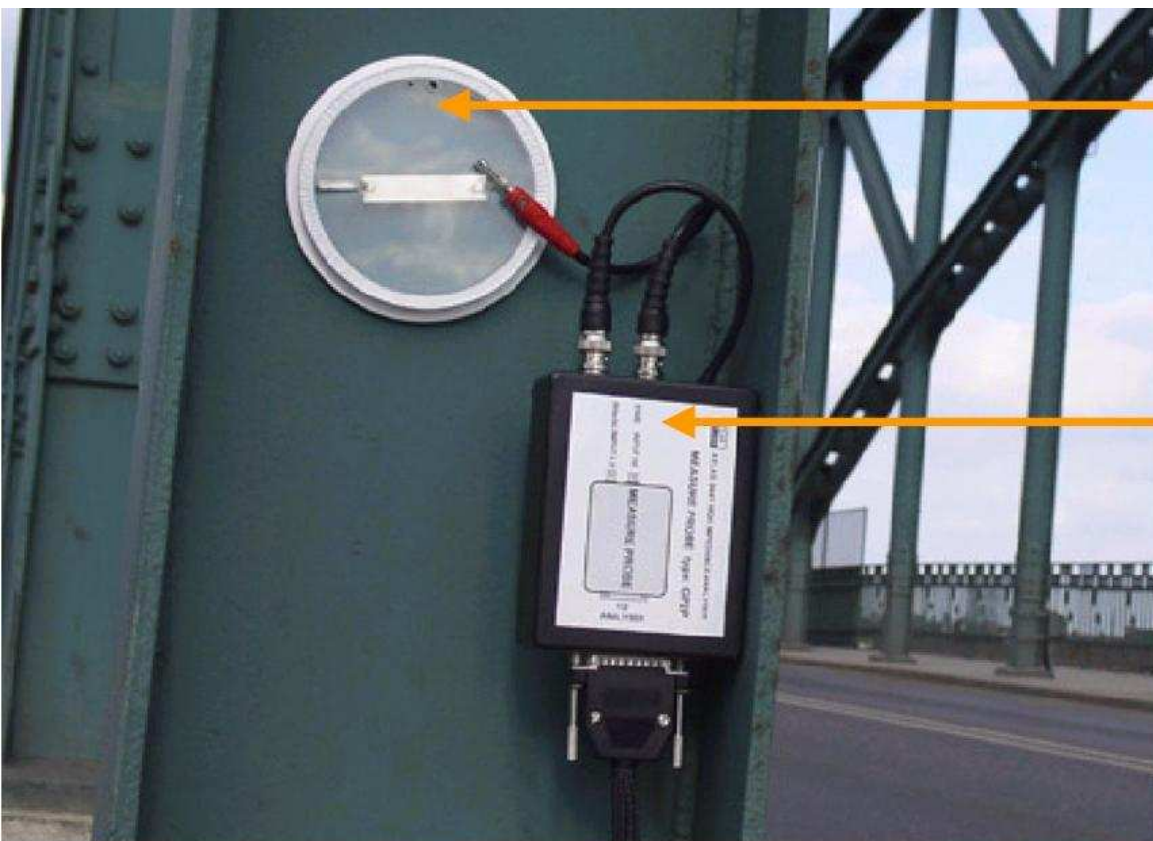


Rys. 1 b Zespół Katedry RAMKA + Nazwiska



Zespół pracowników Katedry Optoelektroniki i Systemów Elektronicznych

1 - B. Kosmowski, 2 - A. Konczakowska, 3 - R. Zielonko,
4 - J. Pluciński, 5 - W. Gruszczyński, 6 - L. Spiralski, 7 - A. Iwan, 8 - J. Hoja,
9 - P. Wroczyński, 10 - A. Mazikowski, 11 - J. Cichosz, 12 - M. Sienkiewicz,
13 - E. Gasperowicz, 14 - B. Bartosiński, 15 - L. Hasse, 16 - Z. Czaja, 17 - L. Maj,
18 - A. Michalczyk, 19 - B. Stawarz-Graczyk, 20 - A. Szewczyk, 21 - S. Galla,
22 - M. Kowalewski, 23 - R. Hyszer, 24 - M. Strąkowski,
25 - M. Niedostatkiwicz, 26 - W. Toczek, 27 - G. Lentka, 28 - J. Smulko,
29 - R. Bogdanowicz, 30 - P. Wierzba



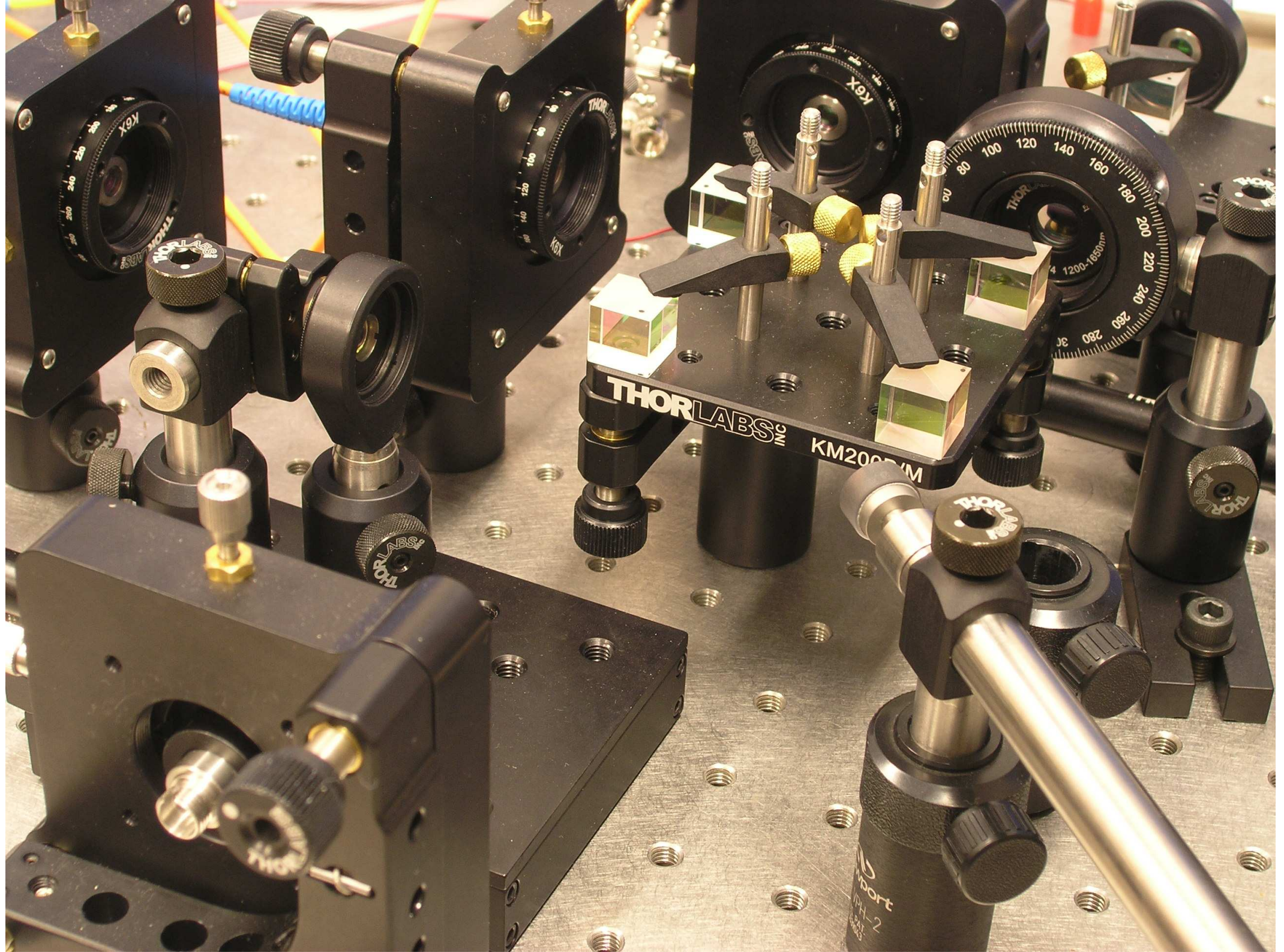
Celka
pomiarowa

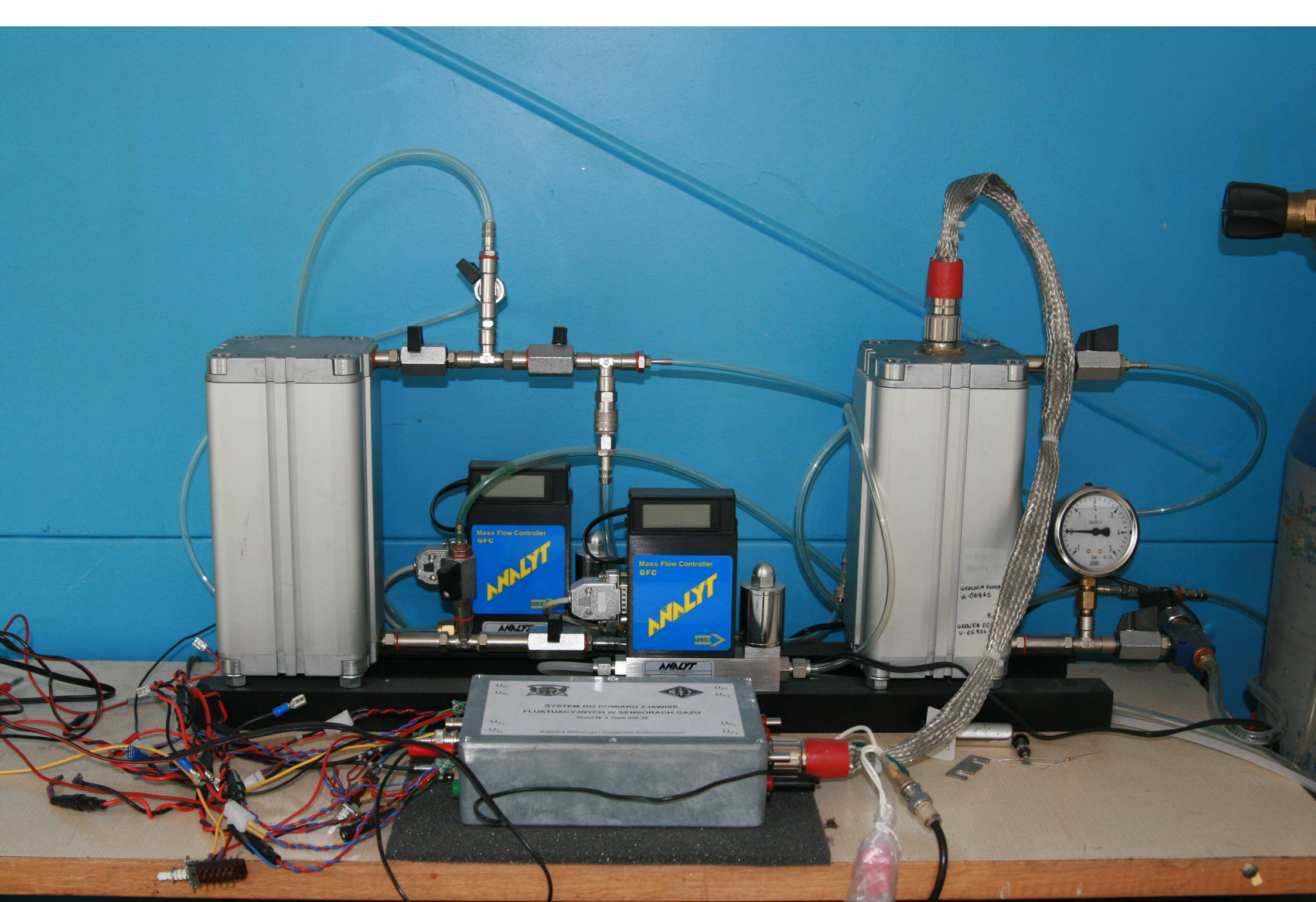
Sonda
pomiarowa

Jednostka
centralna
analizatora









Mass Flow Controller
GFC
ANALYT

Mass Flow Controller
GFC
ANALYT

SYSTEM DO POMIARU ZJAWISK
FLUKTUACYJNYCH W SENSORACH GAZU
Katedra Metrologii i Systemów Elektronicznych

GEOLICIA PONTA
W-06965

GEOLICIA DD
U-06964