



MIKRO- I NANO-SYSTEMY W CHEMII I DIAGNOSTYCE BIOMEDYCZNEJ MNS-DIAG



PROJEKT KLUCZOWY WSPÓLFINANSOWANY PRZEZ UNIĘ EUROPEJSKĄ Z EUROPEJSKIEGO FUNDUSZU ROZWOJU REGIONALNEGO; UMOWA Nr. POIG.01.03.01-00-014/08-00

RAPORT CZĄSTKOWY PROJEKTU MNS DIAG 4D MED-MEMS (IMIiB PW) „Metody i mikroczujniki do gazometrii krwi i czynności wentylacyjnych płuc”

Raport 4D - 1. Cele projektu i jego realizacja

T. Pałko

Zatwierdził:

Dr inż. Piotr Grabiec, prof. ITE
Koordynator Projektu MNS DIAG

Data: ...31.01.2014....

1. Cele naukowe projektu

Celem naukowym tego przedsięwzięcia jest zbadanie zalet i ograniczeń opracowywanych nieinwazyjnych nowych technik pomiarowych oznaczania prężności O_2 i CO_2 we krwi jako ciśnienia cząstkowego tych gazów oddziaływującego na osocze krwi z użyciem nowoczesnych mikroukładów elektronicznych m.in. tranzystora polowego typu BSC ISFET tj. czułego na jony wodoru z kontaktami od tylnej strony tranzystora do pomiaru pCO_2 . Celem naukowym medycznym jest lepsze poznanie mechanizmu zatrucia tlenowego organizmu przy zbyt dużej prężności O_2 we krwi, a także badania zjawisk elektro-chemicznych, biochemicznych i mechanicznych zachodzących w różnych tkankach i w różnych ich stanach.

2. Cele techniczne i gospodarcze projektu

Głównym celem technicznym niniejszego podprojektu 4 – IMiIB PW jest opracowanie konstrukcyjno – technologiczne nowej generacji mikroczujników elektrochemicznych i odpowiednich układów elektronicznych do pomiaru prężności O_2 i CO_2 we krwi tętnicznej metodą naskórną oraz przeprowadzenie pomiarów techniczno – laboratoryjnych i eksperymentalnych (wdrozenie eksperymentalne).

3. Realizacji projektu.

3.1. Członkowie konsorcjum.

W podprojekcie brały udział dwie instytucje: IMiIB PW i ITE. Kierownikiem podprojektu był prof. dr hab. inż. Tadeusz Pałko

Tadeusz Pałko:

Dane osobowe: ur. w 1940r. Studia ukończył w 1965 roku na Wydziale Łączności Politechniki Warszawskiej. Stopień dr n. t. 1974r., dr hab. 1985r. Tytuł prof. n. t. 1992r. Staże w USA 1974r. i 1981r.

Działalność naukowo-zawodową rozpoczął w 1965r. organizując a następnie kierując Laboratorium Elektroniki Medycznej w Instytucie Reumatologicznym w Warszawie, gdzie do 1973r. prowadził prace badawcze i konstrukcyjne dla potrzeb kardiologii. W latach 1974-1978, po uzgodnieniu z Min. Zdrowia zorganizował analogiczne laboratorium w Centrum Medycznym Kształcenia Podyplomowego. W Politechnice Warszawskiej zatrudniony /Wydział Mechatroniki/ na stanowisku doc. jako kierownik Laboratorium Reografii /1978-1985/, z-ca dyr. Instytutu /1985-1991/ i dyr. Instytutu /1991-2012/. Realizował wiele prac badawczych jako kierownik lub wykonawca grantów KBN, MNiSW, NCBiR i innych np. EUREKA. Organizował lub współorganizował wiele krajowych i międzynarodowych konferencji naukowych i aktywnie pracował w wielu Komitetach Naukowych tych konferencji i organizacji naukowych.

Rozwijana tematyka badawcza jest związana z technikami przetwarzania sygnałów i budową elektronicznej aparatury medycznej i obejmuje następujące zagadnienia:

- metody i urządzenia do badania rytmu serca w tym do rejestracji i analizy czynności układu bódźcowo-przewodzącego serca
- metody i aparatura do oznaczania parametrów hemodynamicznych oraz ich modelowania,
- nieinwazyjne techniki do gazometrii krwi i gazów oddechowych.

Publikacje: Autor lub współautor rozdziałów w 23 książkach i 7 skryptach, 171 artykułów w czasopismach, z których wiele jest cytowanych. Ogólna liczba publikacji 569 i cyt.120, h=5 wg Web of Science oraz cyt.139, h=8 wg Google Scholar .

Kształcenie kadry: Promotor 15 zakończonych przewodów doktorskich. Recenzent 55 rozpraw doktorskich, 21 habilitacyjnych, 18 wniosków o tytuł prof. i 7 wniosków o stanowisko prof. nzw.

Działalność inżynierska: 14 patentów i liczne prace konstrukcyjno-badawcze znalazły zastosowanie w praktyce klinicznej i wdrożeniach przemysłowych m. in. elektrody do długotrwałego monitorowania EKG (patent), czujniki tętna, kardiotałchometrii (patent i wdrożenie), monitor EKG, miernik natężenia całkowitego przepływu krwi (wdrożenie przemysłowe), manipulator stereotaktyczny do operacji laparoskopowych (wzór użytkowy i wdrożenie), reografy (patent i wdrożenie) oraz spektrometrii impedancyjne.

3.2. Prace realizowane w ramach projektu.

Zaplanowane i wykonane opracowania w podprojekcie 4-IMiIB składały się z następujących prac:

1. Opracowanie założeń do projektu czujników – prace dla IMiIB PW i ITE.
2. Opracowanie konstrukcji i technologii czujników naskórnych pO_2 i pCO_2 oraz odpowiednich mikroukładów i układów pomiarowych – prace dla IMiIB PW i ITE.
3. Badania i testowanie układów pomiarowych oraz opracowanie metod i systemów kalibracji czujników do gazometrii krwi – prace IMiIB PW, ITE.
4. Testowanie opracowanych urządzeń do pomiaru pO_2 i pCO_2 – prace IMiIB PW
5. Popularyzacja uzyskanych wyników badań – prace IMiIB PW i ITE.

Wszystkie wymienione powyżej prace zostały pozytywnie zrealizowane w Instytucie Metrologii i Inżynierii Biomedycznej Politechniki Warszawskiej (IMiIB PW) we współpracy z Instytutem Technologii Elektronowej (ITE). W założeniach przyjęto zasady działania i konstrukcje czujników pO_2 i pCO_2 opartą na metodach elektrochemicznych związanych z dyfuzją O_2 i CO_2 , z krwi znajdującej się w naczyniach kapilarnych, przez skórę do komór pomiarowych czujników w których znajdują się odpowiednie wodne roztwory i układy elektrod, a dla czujnika pCO_2 także polowy tranzystor jonoselektywny czuły na jony wodoru (pH roztworu), oddzielone od skóry odpowiednimi membranami. Ponieważ procesy dyfuzji gazów narastają ze wzrostem temperatury, wewnątrz czujników i obszar pomiarowy skóry są grzane i termostatowane aby uzyskać dobrą arterializację naczyń kapilarnych.

Prace w ITE były głównie skupione na opracowaniu technologii i wykonaniu nowoczesnych tranzystorów polowych jonoczulych na jony wodoru (ISFET) jako głównego elementu sensora pH, a także przeprowadzono szczegółowe badania parametrów technicznych wykonanych tranzystorów ISFET. Szereg dalszych prac było wykonanych wspólnie przez obydwie instytucje.

W wyniku badań przeprowadzonych w IMiIB PW odstąpiono od pierwotnie planowanego umieszczenia układów do polaryzacji elektrod i wstępnego przetwarzania sygnału w samym czujniku pO_2 , na rzecz umieszczenia tych układów na zewnątrz czujnika w głównym przyrządzie pomiarowym, gdyż takie rozwiązanie okazało się korzystniejsze (mniejszy czujnik, łatwiejszy montaż i okablowanie), bez pogorszenia jakości sygnału wyjściowego z czujnika. Natomiast ważnym udoskonaleniem czujnika było zmniejszenie średnicy platynowej mikrokatody zatopionej w szkle z 20- 25 μm do 15 μm , co istotnie zmniejszyło konsumpcję O_2 i w konsekwencji poprawiło dokładność pomiaru, zwłaszcza przy niższych temperaturach termostatowania czujnika.

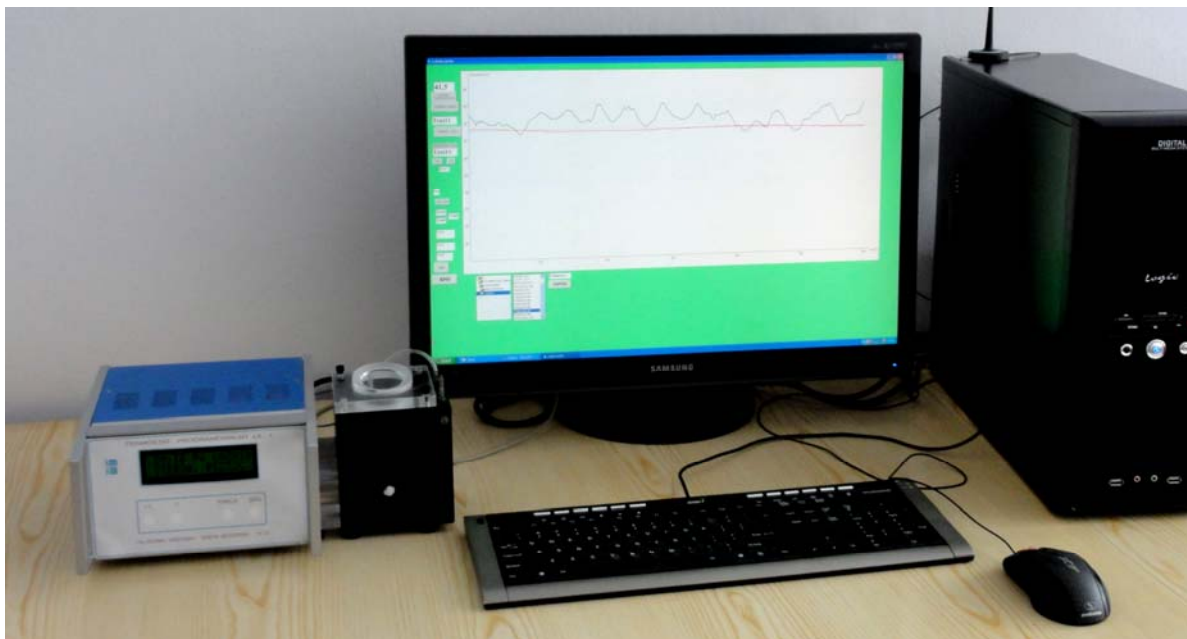
W ramach projektu opracowano również gravimetryczną metodę otrzymywania mieszanek gazowych o znanym składzie procentowym ($O_2 + CO_2 + N_2$) służących do kalibracji czujników pO_2 i pCO_2 .

Testowanie czujników i układów pomiarowych potwierdziło słuszność przyjętych założeń. Popularyzacja wyników jest realizowana poprzez publikacje, referaty konferencyjne, wystąpienie w TVP Info oraz ulotki informacyjne.

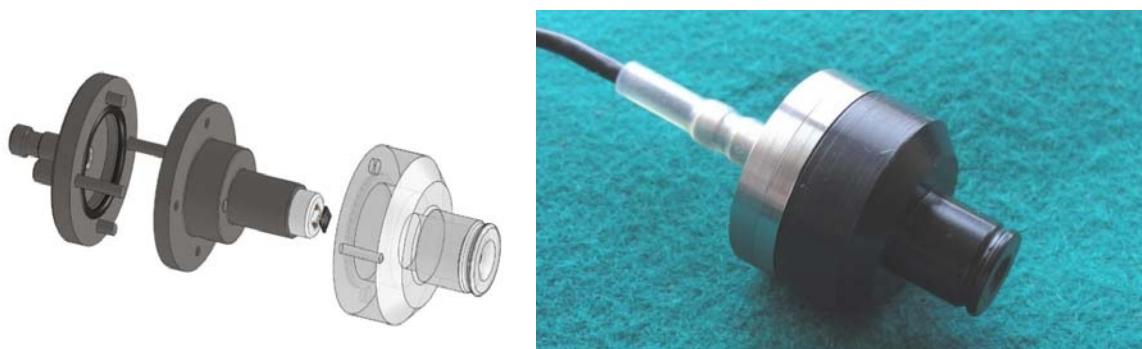
3.3. Główne zakupy urządzeń, wyposażenia i materiałów.

- Komputer PC -2szt
- Laptop
- Drukarka
- Oprogramowanie CAD- Solid Works
- Materiały i elementy elektroniczne

W ramach realizacji projektu MNS-DIAG, 4, MED-MEMS w IMiIB PW, z wykorzystaniem zakupionej aparatury i sprzętu, utworzone zostały następujące stanowiska laboratoryjne (rys.1, rys2):



Rys.1. Stanowisko badawcze z łaźnią suchą do badań czujników gazometrycznych



Rys.2. Głowica do testowania struktur BSC-ISFET