

# ACOUSTICS, ACOUSTOELECTRONICS AND ELECTRICAL ENGINEERING

## Abstract

The inspiration for the publication of the monograph is the 50th jubilee of the existence of the **Department of Optoelectronics** in the organizing structures of the Silesian University of Technology, which for eleven years has been operating within the structures of the Faculty of Electrical Engineering, while its beginnings are considered to be the establishment of the Team of Acoustic Methods for Semiconductor Researches in the Institute of Physics. *Chapter I* is an introductory article in which the Head of the Department of Optoelectronics, Professor Tadeusz Pustelny, presented a detailed description of successive transformations in the organisational area and the main research areas carried out over half a century in thematic terms, taking into account the chronology of development. The article presents staff development in the Department of Optoelectronics achieved through scientific and research activities, didactic activities and organisational activities in the field of science promotion. The effects of this dynamic activity of the staff of the Department of Optoelectronics during half a century are the extensive cooperation in the scientific-research, didactic and organisational fields with national units, with various universities and research institutions belonging to the European Community, as well as with scientific units from the world.

A prototype of a **fibre optic current sensor** with external conversion is presented in *Chapter II*. The results of tests and analyses showed good insulation and metrological properties of the tested prototype, which form the basis of the concept of the lightning strike current measurement system. The work shows the application of optical research carried out at the Department of Optoelectronics in solving problems in power electronics.

In *Chapter III* it is taken up the issues of **sound propagation in Helmholtz absorbers**, in which the calculation of sound absorption properties of Helmholtz absorbers is carried out using the finite element method (FEM). A methodology for determining the sound absorption coefficient of Helmholtz absorbers on the basis of the sound pressure distribution and sound velocity in the neck of the resonator is proposed. The proposed approach makes it possible to take into account the radiation of the resonator neck, including the mutual radiation impedance as well as the losses in the resonator and the influence of the chamber geometry.

The proposed methodology has been verified for classic round and slot systems and good agreement between the analytical methods and the proposed approach has been achieved.

An illustration of the use of **acoustic methods in thermodynamics of liquid systems** can be found in *Chapter V*, where the results of tests on liquids of different classes under different temperature and pressure conditions are presented. The Authors demonstrate the usefulness and reliability of the acoustic method for evaluating consistent sets of thermodynamic properties for atmospheric and high pressures. This is particularly important in the latter case, as the demand for this type of thermodynamic data is very high. The advantages of the applied acoustic method such as relative simplicity, speed and accuracy, make it really a very attractive and reliable alternative to other known methods, for all types of homogeneous fluid systems.

**Chapters IV, VI, VII and VIII** deal with issues related to **speech descriptions**.

In *Chapter IV*, it is the issue of **statistical research on test lists** used in subjective and objective measures of **speech quality in Poland** (speech intelligibility, assessment of the listener, PESQ and P.OLQA). The results of phonetic and structural statistics for logatom and sentence lists used for the subjective measure of quality and intelligibility of Polish speech are presented. These results confirmed that all lists are phonetically balanced. The results obtained are consistent with the results of research conducted for English

In *Chapter VI*, it is the issue of **automatic speech recognition**. In the classic approach to ASR systems, the estimation of the tone frequency with the use of correlation algorithms consists in calculating the autocorrelation function for all frames, which entails high computational complexity. The Author proposes to improve this process by **applying correlation algorithms** only to previously **selected voiced frames**. In this approach, the decision about the sonority of a frame is based on the determination of the normalised energy in the frame of the speech signal, in turn based on the envelope of the signal for four frequency bands. The classification was performed using the MLP deep neural network. Thus, the results are independent of the signal level, which was not ensured by standard procedures. Various algorithms proposed by the Author allow to increase the efficiency of learning and classification to approx. 95%.

**Speech broadcasting systems** are widely used. In *Chapter VII* it is taken up the issues of the broadcasting system operating at the **National Museum "Panorama of the Battle of Raclawice"** in the years 1985-2020. The designed and constructed electro-acoustic system supporting visiting the exhibition for a large number of visitors is presented - the system handles and controls the movement inside the facility. The basic elements of technological designs used in the electroacoustic system modified during 35 years of operation are discussed. In the current version, the acoustic system provides simultaneous transmission of the commentary to individual recipients at the same time, regardless of the language chosen by visitors to the facility. The work is an interesting overview of technical progress in broadcasting methods.

In *Chapter VIII* it is taken up the research on the **influence of room acoustics on the STIPA speech intelligibility index of verbal messages** emitted by the voice alarm system. The research used EASE Aura software and performed computer modelling for 240 situations. The influence of the selection of the sound absorption coefficient  $\alpha$  of individual planes on the value of the reverberation time was analyzed and STIPA was examined. On the basis of the analysis of the obtained results, conclusions concerning the improvement of the intelligibility of the speech emitted by the message by using different architectural designs are presented.

Nowadays, the **power of sound systems** can lead to serious **health problems**. In *Chapter IX*, the Authors discuss selected issues related to listening to loud music: the impact of the profession on the possibility of hearing loss, determining a temporary shift in the threshold caused by our perception after repeated exposure to sounds, and the ability to detect changes in the spectrum of musical samples after long-term listening to loud music. The Authors noticed changes in the sense of hearing not only in people professionally involved in the production of musical events, but also in "passive" listeners. The greatest adverse effect occurs at 1 kHz and can reach up to 3 - 5 dB.

Within *Chapter X*, the contemporary scope of applications of **new techniques and devices based on the analysis of the infrared signal**, used to **improve the safety** of using **electrical devices** in the **power industry** are presented. Thermography and thermal imaging cameras are used for scientific purposes and in practice. New techniques make it possible to detect faulty operation of devices, detect emissions of harmful or hazardous substances (including gases). The contents of this article are of great practical value.

Within *Chapter XI*, the results of the **analysis of acoustic emission (AE)** signals recorded in the tested **oil power transformers** are presented. The analysis was carried out in the time, frequency, time-frequency and discrimination threshold domains. As a result of this summary analysis, maps of the author's ADC descriptors (on the side walls of transformers' tank) have been determined, and then fragments of signals recorded at measurement points located by local maxima on the descriptor maps have been subjected to further detailed analysis. Ultimately, the AE signals from the following sources were separated: noise of the measuring path, partial discharges, phenomena occurring during the magnetization of ferromagnetic materials, and disturbing signals and their properties were determined.

**Ultrasounds** are widely used in **medicine for diagnostic purposes**, in particular in ultrasound tomography. *Chapters XII* and *XIII* present the results of further research carried out by the Authors with the aim of further improving the parameters of the **modern prototype ultrasound tomograph** dedicated to the **diagnosis of breast cancer**.

*Chapter XII* presents the results of research aimed at **improving the detection of changes in breast tissue using ultrasound tomography** using an increase in the signal-to-noise ratio (S/N) for transmission and reflection signals by coding the sent pulses and adjusted filtering of the received signals. Tests on test objects, agar gel phantoms and breast phantoms

have shown a significant increase in the (S /N) ratio and a shortening of the pulse rise time. New solutions have been implemented in a prototype ultrasound tomograph.

*Chapter XIII* presents the algorithm for handling the calculated data, which allows to **eliminate errors and improve the quality of the obtained images of the sound velocity distribution in the breast tissue for prototype ultrasound tomograph**. The removal of disturbances is not trivial as they are mainly related to the phenomenon of multipath during the propagation of the ultrasound wave in the breast tissue. Experiments have shown that the removal of the presented detection errors gives a significant improvement in the quality of the reconstructed image. New solutions have been implemented in a prototype ultrasound tomograph.

*Chapter XIV* provides an **overview of the measurement methods for determining sound absorption in materials and a comparison of the results obtained with these methods**.

The reasons for the differences between the results of absorbing properties of noise barriers obtained during laboratory tests and the in-situ method are described. A measuring system for in situ tests of noise barriers and a system for tests in an impedance pipe are presented. The results of measurements of sound absorption of the tested metal noise barrier, made in-situ and in an impedance pipe, are presented and compared with the results of laboratory tests. The authors emphasize **the need to improve the measurement methodology** presented in the **PN EN 1793 5: 2016 standard**.

A certain part of the population cannot escape the **sounds generated by daily transport**. *Chapter XV* contains an **analysis of sound exposure levels** recorded by **Chopin Airport** monitors over a **six-year period** (2014-2019). The analysis was conducted to determine sound exposure levels for all events during the year, classified by type of flight operations and time of day. It was found that for a single event changes of mean sound exposure levels did not exceed  $\pm 1$  dB over the 5 years. The Author also analyzed the average decrease in the level of sound exposure with the distance for the operations of arrivals and departures in individual years and showed the current trends: the decrease in the distance for arrivals did not change in 2014-2019, while the decrease in the distance for departures increased in this period from 1.7 dB/km to 2.3 dB/ km

In addition to the strictly peaceful applications of electrical signals of different frequencies, these signals can be used for a variety of military purposes. In *Chapter XVI*, the Authors investigate the **use of microwave signals and acoustic effects for missile detection**. They proposed a **detection head emitting a microwave signal**, which is reflected by objects that appear near it. The detection head may also be **sensitive to acoustic waves**. Such detection heads must cooperate with fast processors capable of rapid analysis of the received signals. By analyzing the output signal from the microwave detection head, it is possible to determine the speed of the attacking missile and, most importantly, the distance from which it was fired. Theoretical and experimental results are presented.

The issues of **voice disguise** or more broadly dealing with **covert vocal performance** is usually analyzed in the context of **forensic or security systems**. Automatic speaker recognition systems or forensic experts can be misled by intentional and unintentional as well as natural and technical methods of voice disguise. *Chapter XVII* presents **research into methods of natural voice disguise**. The phenomenon of voice disguise was described, an attempt was made to present the systematics and division of voice masking methods. The acoustic data used in the research are described. The results of the influence of the speaker's emotional state (six basic emotions) and selected purposeful methods (phonation, phoneme, prosodic and deformation) on the EER values are presented.

Within *Chapter XVIII* are presented the results of **partial discharges** (PD) research in systems with a modeled source, carried out using the **calibrated acoustic emission** (AE) method. Based on the calculated characteristics, a qualitative analysis of the selected recorded signals, a quantitative analysis of selected signal parameters in the time domain, and proprietary descriptors calculated in the domain of the discrimination threshold were performed. The obtained results show that it is possible to distinguish noise signals from PD signals by means of ADC and ADP descriptors. This **authors' descriptor method** showed additional possibilities of confirming the presence of PD sources in the tested object in measuring situations, when periodic phenomena confirming the presence of PD are not visible.

**Imaging** can also be performed by **Doppler tomography**. Doppler tomography is an innovative and little-known method of reconstructing a stationary image of the examined object using a two-transducer ultrasound probe. To obtain an image, it is necessary to move the probe around or along the examined object. In *Chapter XIX*, the Author presents the issues of the **interaction of ultrasonic waves with structures that reflect light well**, together with the results of **imaging real elements during laboratory experiments**. Problems related to image distortion and resolution are discussed, and it has been shown that Doppler tomography is able to reconstruct the image of small inclusions well reflecting the ultrasound wave with good accuracy and resolution of the image.

From time immemorial, listening to music has been a favorite pastime for entire generations. However, this music had to be made by other people, amateurs or professionals. Today we are starting to deal with **automatically generated music**. Robots can also be used to study musical issues. In *Chapter XX*, the Authors present the subject of robots playing musical instruments and their use in research. The **prototype stage of a mechanical guitarist** used in research on vibrational systems in stringed instruments such as guitar was summarized. Most of the elements used in the presented mechanisms were made in 3d technology and Rapid Prototyping. The presented constructions allowed the Authors to draw many conclusions regarding further projects, in the case of which greater precision will be required.

The topic of **identification of signals** and the **location of the sources of partial discharges** and the **processes of magnetization** in **oil power transformers** using the **acoustic emission** method is taken up in *Chapter XXI*. The Authors presented the **research methodology** covering the creation of a network of measurement points on the side walls of the transformer tank, the installation of a set of eight sensors (operating in eight measuring channels of proprietary system) at successive measurement points (with checking of the installation quality using Hsu-Nielsen tests), carrying out measurements (after confirming that the sensor installation quality meets the requirements of PN-EN 14584: 2013-07 standard) and analyzing the recorded signals. The presented results of the analysis of the recorded signals confirm the possibility of **separating the signals** from **partial discharges** and **magnetoacoustic emission**. As oil power transformers are an important element of the power system, the authors propose to conduct parallel studies of these facilities using other corresponding methods in order to obtain a broader description of the phenomena under study.

In *Chapter XXII* it is taken up the issues of **the application** of the acoustic emission method to **locate leaks in metal pipelines**. The application assumes **measurement configuration** of two AE sensors and the leak source between the sensors. The **theoretical description** related to the assumed measurement configuration situation is presented. The method was verified in **laboratory tests** and on an **in-situ real object** using modeled sources. For laboratory tests, a source was designed and manufactured, the essence of which is to supply compressed air to the regulated valve and to regulate the flow flowing through the valve and hitting the pipeline. The source of the leak in the real object was an adjustable valve being part of the pipeline. The conducted tests showed a **satisfactory accuracy of the leakage location**.

# AKUSTYKA, AKUSTOELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA

## Streszczenie

Inspiracją do wydania niniejszej monografii jest **jubileusz 50-ciu lat istnienia Katedry Optoelektroniki** w strukturach organizacyjnych Politechniki Śląskiej. Katedra Optoelektroniki od jedenastu lat funkcjonuje w ramach Wydziału Elektrycznego. Za początek działalności Katedry uznawane jest powstanie Zespołu Akustycznych Metod Badania Półprzewodników w Instytucie Fizyki. **Rozdział I** jest artykułem wprowadzającym, w którym kierownik Katedry Optoelektroniki prof. dr hab. inż. Tadeusz Pustelny przedstawił szczegółowy opis kolejnych transformacji organizacyjnych oraz głównych obszarów badawczych prowadzonych w ciągu półwiecza w ujęciu tematycznym, z uwzględnieniem chronologii rozwoju. W artykule przedstawiono rozwój kadrowy w Katedrze Optoelektroniki uzyskany przez działalność naukową i badawczą, dydaktyczną oraz organizacyjną w zakresie promowania nauki. Efektami tej dynamicznej działalności pracowników Katedry Optoelektroniki w ciągu półwiecza jest bogata współpraca na polu naukowo-badawczym, dydaktycznym i organizacyjnym z jednostkami krajowymi, z różnymi uniwersytetami i instytucjami badawczymi należącymi do Wspólnoty Europejskiej, a także z jednostkami naukowymi ze świata.

W **Rozdziale II** przedstawiono **prototyp światłowodowego czujnika prądu** z konwersją zewnętrzną. Wyniki badań i analiz wykazały dobre właściwości izolacyjne i metrologiczne testowanego prototypu, które stanowią podstawę koncepcji układu pomiaru prądu uderzenia pioruna. Praca pokazuje zastosowanie badań optycznych prowadzonych w Katedrze Optoelektroniki przy rozwiązywaniu problemów w energoelektryce.

W **Rozdziale III** podjęta jest problematyka **propagacji dźwięku w absorberach Helmholtza**, w ramach której przeprowadzono obliczania właściwości dźwiękochłonnych absorberów Helmholtza metodą elementów skończonych (FEM). Zaproponowana została metodologia wyznaczenia współczynnika pochłaniania dźwięku absorberów Helmholtza na podstawie rozkładu ciśnienia akustycznego i prędkości dźwięku w szyjce rezonatora. Proponowane podejście umożliwia uwzględnienie promieniowania szyjki rezonatora, w tym wzajemnej impedancji promieniowania oraz strat w rezonatorze i wpływu geometrii komory. Zaproponowana metodologia została zweryfikowana dla klasycznych systemów okrągłych

i szczelinowych. Osiągnięto dobrą zgodność między metodami analitycznymi a proponowanym podejściem.

Ilustracja przedstawiająca **zastosowanie metod akustycznych w termodynamice układów ciekłych** znajduje się w *Rozdziale V*, w którym przedstawione są wyniki badań cieczy różnych klas w różnych warunkach temperaturowych i ciśnieniowych. Autorzy wykazują przydatność i wiarygodność metody akustycznej do oceny spójnych zestawów właściwości termodynamicznych dla ciśnień atmosferycznych i wysokich. Jest to szczególnie ważne w drugim przypadku, ponieważ zapotrzebowanie na tego typu dane termodynamiczne jest bardzo duże. Zalety zastosowanej metody akustycznej, takie jak względna prostota, szybkość i dokładność, czynią ją naprawdę bardzo atrakcyjną i niezawodną alternatywą dla innych znanych metod, dla wszystkich typów jednorodnych układów cieczy.

W *Rozdziałach IV, VI, VII i VIII* podejmowane są zagadnienia związane z **opisami mowy**.

W *Rozdziale IV* jest to zagadnienie **badania statystycznych list testowych** stosowanych w subiektywnych i obiektywnych **pomiarach jakości mowy w Polsce** (rozumiałość mowy, ocena słuchacza, PESQ i P.OLQA). Przedstawiono wyniki badań statystyki fonetycznej i strukturalnej dla list logatomów i list zdań używanych do subiektywnej miary jakości i zrozumiałości polskiej mowy. Wyniki potwierdziły, że wszystkie listy są zbilansowane fonetycznie. Uzyskane wyniki są zgodne z wynikami badań przeprowadzonych dla języka angielskiego.

W *Rozdziale VI* jest to zagadnienie **automatycznego rozpoznawania mowy**. W klasycznym podejściu do systemów ASR estymacja częstotliwości tonu z wykorzystaniem algorytmów korelacyjnych polega na obliczeniu funkcji autokorelacji dla wszystkich ramek, co pociąga za sobą dużą złożoność obliczeniową. Autor proponuje usprawnienie tego procesu przez **zastosowanie algorytmów korelacji** tylko do wcześniej **wybranych klatek dźwięcznych**. W tym podejściu decyzja o dźwięczności ramki jest oparta na określeniu znormalizowanej energii w ramce sygnału mowy na podstawie obwiedni sygnału dla czterech pasm częstotliwości. Klasyfikacja została przeprowadzona przy użyciu głębokiej sieci neuronowej MLP. Zatem wyniki nie zależą od poziomu sygnału, czego nie zapewniły standardowe procedury. Różne algorytmy zaproponowane przez Autora pozwalają zwiększyć efektywność uczenia się i klasyfikacji do ok. 95%.

Szeroko stosowane są **systemy nadawania mowy**. W *Rozdziale VII* przedstawiono rozwój systemu nadawczego funkcjonującego w **Muzeum Narodowym „Panorama Raławicka”** w latach 1985-2020. Przedstawiono zaprojektowany i wykonany system elektroakustyczny wspomagający zwiedzanie wystawy dla dużej liczby osób – system obsługuje i kontroluje ruch wewnątrz obiektu. Omówione są podstawowe elementy projektów technologicznych zastosowanych w systemie elektroakustycznym modyfikowanym w ciągu 35 lat eksploatacji. W aktualnej wersji system akustyczny zapewnia jednoczesną transmisję komentarza do poszczególnych odbiorców w tym samym czasie, niezależnie od wybranego



języka przez odwiedzających obiekt. Praca stanowi interesujący przegląd postępu technicznego w metodach nadawania.

W *Rozdziale VIII* przedstawiono badania dotyczące **wpływu akustyki pomieszczenia na wskaźnik zrozumiałości mowy STIPA komunikatów słownych** emitowanych przez dźwiękowy system ostrzegawczy. W badaniach zastosowano oprogramowanie EASE Aura, wykonując modelowanie komputerowe dla 240 sytuacji. Poddano analizie wpływ doboru współczynnika pochłaniania dźwięku  $\alpha$  poszczególnych płaszczyzn na wartość czasu pogłosu oraz zbadano STIPA. Na podstawie analizy uzyskanych wyników przedstawiono wnioski dotyczące poprawy zrozumiałości mowy emitowanej wiadomości przez zastosowanie różnych projektów architektonicznych.

W dzisiejszych czasach **moc systemów nagłośnieniowych** może prowadzić do poważnych **problemów zdrowotnych**. W *Rozdziale IX* Autorzy omawiają wybrane zagadnienia związane ze słuchaniem głośnej muzyki: wpływ wykonywanego zawodu na możliwość utraty słuchu, określenie tymczasowego przesunięcia progu spowodowanego przez naszą percepcję po kilkukrotnej ekspozycji dźwięków, zdolność do wykrywania zmian w widmie próbek muzycznych po długotrwałym słuchaniu głośnej muzyki. Autorzy zaobserwowali zmiany zmysłu słuchu nie tylko u osób zawodowo zajmujących się produkcją wydarzeń muzycznych, lecz także u biernych słuchaczy. Największy niekorzystny efekt występuje dla częstotliwości 1 kHz i może dochodzić do 3 – 5 dB.

W *Rozdziale X* przedstawiono współczesny zakres stosowania **nowych technik i urządzeń opartych na analizie sygnału w zakresie podczerwieni**, używanych w celu **poprawy bezpieczeństwa** użytkowania **urządzeń elektrycznych w elektroenergetyce**. Termografia i kamery termowizyjne wykorzystywane są w celach naukowych i w praktyce. Nowe techniki pozwalają na detekcję wadliwej pracy urządzeń, wykrywanie emisji szkodliwych lub niebezpiecznych substancji (w tym gazów). Treści tego artykułu cechują się dużymi walorami praktycznymi.

W *Rozdziale XI* przedstawione są wyniki **analizy sygnałów emisji akustycznej (EA)** zarejestrowanych w badanych **olejowych transformatorach energetycznych**. Analiza została przeprowadzona w dziedzinach czasu, częstotliwości, czasowo-częstotliwościowej i progu dyskryminacji. W wyniku tej sumarycznej analizy wyznaczone zostały mapy autorskich deskryptorów ADC (na ścianach bocznych kadzi transformatorów), a następnie fragmentów sygnałów zarejestrowanych w punktach pomiarowych zlokalizowanych za pomocą lokalnych maksimów na mapach deskryptorów poddano dalszej szczegółowej analizie. Docelowo wyodrębniono sygnały EA z następujących źródeł: szum toru pomiarowego, wyładowania niezupełne, zjawiska zachodzące podczas namagnesowania materiałów ferromagnetycznych oraz sygnały zakłócające, i określono ich właściwości.

**Ultradźwięki** są szeroko stosowane w **medycynie do celów diagnostycznych**, w szczególności w tomografii ultradźwiękowej. W *Rozdziałach XII i XIII* przedstawione są wyniki dalszych badań, jakie wykonali Autorzy, mając na celu dalsze poprawienie

parametrów zbudowanego **nowoczesnego prototypowego tomografu ultradźwiękowego** przeznaczonego do **diagnostyki raka piersi**.

W *Rozdziale XII* opisano wyniki badań mających na celu **usprawnienia wykrywania zmian w tkance piersi** za pomocą **tomografii ultradźwiękowej** wykorzystującej wzrost stosunku sygnału do szumu (S/N) dla sygnałów transmisji i odbicia przez kodowanie wysyłanych impulsów i dopasowaną filtrację odbieranych sygnałów. Przeprowadzone testy na obiektach testowych, fantomach żelu agarowego i fantomach piersi wykazały znaczny wzrost stosunku (S/N) i skrócenie czasu narastania impulsu.

W *Rozdziale XIII* przedstawiono algorytm obsługi obliczonych danych, który pozwala na **eliminację błędów i poprawę jakości** uzyskiwanych **obrazów rozkładu prędkości dźwięku w tkance piersi**. Usunięcie zaburzeń nie jest trywialne, gdyż związane są one głównie ze zjawiskiem wielodrożności podczas propagacji fali ultradźwiękowej w tkance piersi. Eksperymenty wykazały, że usunięcie przedstawionych błędów detekcji daje znaczną poprawę jakości rekonstruowanego obrazu. Nowe rozwiązania zostały zaimplementowane w prototypowym tomografie ultradźwiękowym.

W *Rozdziale XIV* zaprezentowane są: **przegląd metod pomiarowych** służących do **określania pochłaniania dźwięku w materiałach** oraz **porównanie wyników uzyskanych tymi metodami**. Opisano przyczyny różnic między wynikami właściwości pochłaniania przez ekrany akustyczne uzyskanymi w trakcie badań laboratoryjnych i metodą in situ. Przedstawiono układ pomiarowy do badań ekranów akustycznych in situ oraz układ do badań w rurze impedancyjnej, a także wyniki pomiarów pochłaniania dźwięku badanego metalowego ekranu akustycznego, wykonanych metodą in situ oraz w rurze impedancyjnej, i porównano je z wynikami badań laboratoryjnych. Autorzy podkreślają **konieczność udoskonalenia metodologii pomiarowej** przedstawionej w normie PN EN 1793 5: 2016.

Pewna część populacji nie może uciec od **dźwięków generowanych przez codzienny transport**. W *Rozdziale XV* zawarta jest **analiza poziomów ekspozycji na dźwięki** rejestrowane przez monitorujących **Lotniska Chopina** w **okresie sześciu lat (2014-2019)**. Analiza została przeprowadzona w celu określenia poziomów narażenia na dźwięk dla wszystkich zdarzeń w ciągu roku, sklasyfikowanych według rodzaju operacji lotniczych i pory dnia. Stwierdzono, że dla pojedynczego zdarzenia zmiany średniego poziomu ekspozycji na dźwięk nie przekraczały  $\pm 1$  dB w ciągu 5 lat. Autorzy przeanalizowali również średni spadek poziomu ekspozycji dźwięku wraz z odległością dla operacji przylotów i odlotów w poszczególnych latach i pokazali występujące trendy: spadek odległości dla podejść nie zmienił się w latach 2014-2019, natomiast spadek odległości dla odlotów wzrósł w tym okresie z 1,7 dB/km do 2,3 dB/km.

Oprócz ściśle pokojowych zastosowań sygnałów elektrycznych o różnych częstotliwościach sygnały te mogą być wykorzystywane do różnych celów wojskowych. W *rozdziale XVI* Autorzy badają temat **wykorzystania sygnałów mikrofalowych i efektów akustycznych do wykrywania pocisków**. Zaproponowali **głowicę wykrywającą emitującą**

**sygnał mikrofalowy**, który odbija się od obiektów pojawiających się w jej pobliżu. Głowica wykrywająca może być również **wrażliwa na fale akustyczne**. Takie głowice detekcyjne muszą współpracować z szybkimi procesorami zdolnymi do szybkiej analizy odebranych sygnałów. Analizując sygnał wyjściowy z mikrofalowej głowicy detekcyjnej, można określić prędkość atakującego pocisku oraz, co najważniejsze, odległość, z jakiej został wystrzelony. Przedstawiono wyniki teoretyczne i eksperymentalne.

Zagadnienia **maskowania głosu** lub, szerzej, radzenie sobie z **ukrytym wykonaniem wokalnym** jest zwykle analizowane w kontekście systemów kryminalistycznych lub bezpieczeństwa. Systemy automatycznego rozpoznawania mówców lub ekspertów medycyny sądowej mogą zostać wprowadzone w błąd przez celowe i niezamierzone, a także naturalne i techniczne metody maskowania głosu. W *Rozdziale XVII* przedstawione są **badania metod naturalnego maskowania głosu**. Opisano zjawisko maskowania głosu, podjęto próbę przedstawienia systematyki i podziału metod jego maskowania. Zaprezentowano dane akustyczne wykorzystane w badaniach. Przedstawiono wyniki wpływu stanu emocjonalnego mówiącego (sześć podstawowych emocji) oraz wybranych metod celowych (fonacja, fonem, prozodyczna i deformacja) na wartości EER.

W *Rozdziale XVIII* pokazano wyniki **badania wyładowań niepełnych (WNZ)** w układach z modelowanym źródłem, wykonanych metodą **kalibrowanej emisji akustycznej (EA)**. Na podstawie obliczonych charakterystyk przeprowadzono analizę jakościową wybranych zarejestrowanych sygnałów, analizę ilościową wybranych parametrów sygnału w dziedzinie czasu oraz autorskie deskryptory obliczone w dziedzinie progu dyskryminacji. Uzyskane wyniki wskazują, że możliwe jest odróżnienie sygnałów szumu od sygnałów WNZ za pomocą deskryptorów ADC i ADP. Ta **autorska metoda deskryptorowa** wykazała dodatkowe możliwości potwierdzające obecności źródeł WNZ w badanym obiekcie w sytuacjach pomiarowych, gdy zjawiska okresowe potwierdzające obecność WNZ nie są widoczne.

**Obrazowanie** można również wykonać **metodą tomografii dopplerowskiej**. Tomografia dopplerowska jest nowatorską i mało znaną metodą rekonstrukcji stacjonarnego obrazu badanego obiektu za pomocą dwuprzetwornikowej sondy ultradźwiękowej. Aby uzyskać obraz, konieczne jest poruszanie się sondy wokół lub wzdłuż badanego obiektu. W *rozdziale XIX* Autor przedstawia problematykę **oddziaływania fal ultradźwiękowych ze strukturami dobrze odbijającymi światło** wraz z wynikami **obrazowania rzeczywistych elementów podczas eksperymentów laboratoryjnych**. Omówiono problemy związane ze zniekształceniami obrazu i z rozdzielczością. Wykazano, że metoda tomografii dopplerowskiej jest w stanie zrekonstruować obraz niewielkich wtrąceń dobrze odbijających falę ultradźwiękową z dobrą dokładnością i rozdzielczością obrazu.

Od niepamiętnych czasów słuchanie muzyki było ulubioną rozrywką całych pokoleń. Jednak tę muzykę musieli tworzyć inni ludzie, amatorzy lub profesjonaliści. Dziś zaczynamy mieć do czynienia z **muzyką generowaną automatycznie**. Roboty mogą być również

wykorzystywane do badania zagadnień muzycznych. W *rozdziale XX* Autorzy przedstawiają tematykę robotów grających na instrumentach muzycznych oraz ich wykorzystania w badaniach naukowych. Podsumowano **fazę prototypową mechanicznego gitarzysty** mającego zastosowanie w badaniach nad układami drgającymi w instrumentach strunowych, takich jak **gitara**. Większość elementów zastosowanych w prezentowanych mechanizmach została wykonana w technologii 3D oraz Rapid Prototyping. Przedstawione konstrukcje pozwoliły Autorom na wyciągnięcie wielu wniosków dotyczących dalszych projektów, w przypadku których wymagana będzie większa precyzja.

Temat **identyfikacji sygnałów i lokalizacji źródeł wyladowań niezupełnych oraz procesów namagnesowania w olejowych transformatorach energetycznych** metodą **emisji akustycznej** jest podjęty *rozdziale XXI*. Autorzy przedstawili **metodykę badań** obejmującą utworzenie sieci punktów pomiarowych na ścianach bocznych kadzi transformatora, montowanie kompletu ośmiu sensorów (pracujących w ośmiu torach pomiarowych autorskiego systemu) w kolejnych punktach pomiarowych (z każdorazowym sprawdzaniem jakości zamontowania z zastosowaniem testów Hsu-Nielsena), prowadzenie pomiarów (po stwierdzeniu spełnienia jakości zamontowania sensorów według wymagań normy PN-EN 14584:2013-07) i analizę zarejestrowanych sygnałów. Przedstawione wyniki analiz zarejestrowanych sygnałów potwierdzają możliwość **rozdzielenia sygnałów** pochodzących od **wyladowań niezupełnych i emisji magnetoakustycznej**. Ponieważ olejowe transformatory energetyczne są ważnym elementem systemu elektroenergetycznego, Autorzy proponują prowadzenie równoległych badań tych obiektów innymi metodami korespondującymi ze sobą, tak aby uzyskać szerszy opis badanych zjawisk.

W *rozdziale XXII* przedstawiono **aplikację metody emisji akustycznej do lokalizacji wycieków w metalowych rurociągach**. Aplikacja zakłada **konfigurację pomiarową** dwóch czujników AE i źródła wycieku między czujnikami. Przedstawiono **opis teoretyczny** związany z założoną konfiguracją pomiarową. Weryfikację metody przeprowadzono w **badaniach laboratoryjnych** i na **obiekcie rzeczywistym in situ**, używając zamodelowanych źródeł. Do badań laboratoryjnych zaprojektowano i wykonano źródło, którego istota działania polega na doprowadzeniu sprężonego powietrza do regulowanego zaworu oraz regulacji strumienia wpływającego przez ten zawór i uderzającego o rurociąg. Źródłem wycieku na obiekcie rzeczywistym był regulowany zawór będący elementem rurociągu. Przeprowadzone badania wykazały **zadowalającą dokładność lokalizacji wycieków**.