

AUTOREFERAT

1. Imię i Nazwisko
Aneta Olga Hapka
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/ artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania.
 - dyplom Technika Elektroniki – Technikum Elektryczne w Słupsku – 1995r.
 - Magister inżynier Elektroniki – Politechnika Koszalińska – 2000r.
 - Doktor Nauk Technicznych w dyscyplinie Elektronika – Politechnika Koszalińska - 2009r
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych.
 - Politechnika Koszalińska, Wydział Elektroniki i Informatyki – asystent, październik 2000r – wrzesień 2009r.
 - Politechnika Koszalińska, Wydział Elektroniki i Informatyki – adiunkt, październik 2009r – do chwili obecnej.
4. Wskazanie osiągnięcia* wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):
 - A. Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports:
 - [A1] W. Janke, A. Hapka, Nonlinear Thermal Characteristics of Silicon Carbide Devices, Elsevier Materials Science and Engineering B (2010), Vol. 176, Issue 4, 15 March 2011, pp 289-292.
 - [A2] W. Janke, A. Hapka, M. Oleksy, DC characteristics of the SiC Schottky diodes, Biuletyn Polskiej Akademii Nauk, Vol. 59, No.2, 2011, str. 183 - 188.
 - [A3] A. Hapka, W. Janke, J. Kraśniewski, Influence of series resistance and cooling conditions on I–V characteristics of SiC merged PiN Schottky diodes, Elsevier Materials Science and Engineering: B, Volume 177, Issue 15, 1 September 2012, Pages 1310-1313.
 - [A4] W. Janke, A. Hapka, The thermally induced limitations of SiC SBDs operation conditions, Microelectronics Journal, Vol. 43, Issue 9, September 2012, Pages 656-660.
 - [A5] A. Hapka, W. Janke, Influence of operation conditions on true-static DC characteristics and on electro-thermal transient states in silicon carbide Merged PiN Schottky diodes, Microelectronics Journal, Vol. 44, Issue 11, November 2013, Pages 1044–1049.
 - B. Publikacje naukowe w czasopismach innych niż znajdujące się w bazie Journal Citation Reports:
 - [B1] A. Hapka, W. Janke, Symulacja charakterystyk diod Schottky’ego z węgla krzemu, z uwzględnieniem efektów termicznych, Elektronika – konstrukcje, technologie zastosowania, nr 10/2009.
 - [B2] A. Hapka, W. Janke, Wpływ warunków pracy na charakterystyki statyczne diod MPS z węgla krzemu, Przegląd Elektrotechniczny 10/2011, str. 152-154.
 - [B3] W. Janke, A. Hapka, Influence of series resistance on thermally induced limitations of SiC Schottky diodes, Elektronika – Technologie, Konstrukcje, Zastosowania, Nr 2/2011, str. 163 – 165.

- [B4] A. Hapka, W. Janke, J. Kraśniewski, M. Oleksy, Charakterystyki DC tranzystorów MOSFET SiC oraz Si pracujących w obszarze silnego przewodzenia w szerokim zakresie temperatur, Elektronika – Konstrukcje, Technologie, Zastosowania, nr 9/2012, str. 98-101.
- [B5] W. Janke, A. Hapka, J. Kraśniewski, M. Oleksy, J. Mizeraczyk, M. Kocik, R. Barbusza, M. Tański, M. Janke, Efektywność odprowadzania ciepła z elementów półprzewodnikowych za pomocą pompy EHD.ELEKTRONIKA - KONSTRUKCJE, TECHNOLOGIE, ZASTOSOWANIA, 2013-10, str. 58 – 60.
- [B6] A.Hapka, Modelowanie efektów pasożytniczych w kondensatorach polimerowych, Przegląd Elektrotechniczny 9/2014, str.33 – 37.
- [B7] A. Hapka, Wpływ temperatury na parametry elektryczne hybrydowych kondensatorów polimerowych, Przegląd Elektrotechniczny 9/2015, str. 54 – 56.
- [B8] Hapka, W. Janke, Symulacje PSPICE przetwornicy BUCK oparte o modele uśrednione, Przegląd Elektrotechniczny 9/2016, pp. 110 - 113.
- [B9] W. Janke, A. Hapka, M. Oleksy, J. Kraśniewski, M. Bączek, Problemy określania pasożytniczych parametrów impulsowych przetwornic napięcia, Przegląd Elektrotechniczny 9/2016, str. 125 - 128.
- [B10] A. Hapka, A new method for calculation of high-temperature capacitors thermal resistance, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektroniki i Informatyki Politechniki Koszalińskiej nr 9, Koszalin 2016, pp. 99-106.

C. Omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

We wszystkich publikacjach wykazanych w punkcie A oraz w publikacjach [B1], [B2], [B3], [B4], [B5] omawiane są wyniki badań właściwości elektro-termicznych elementów aktywnych z węgla krzemu. Prace prowadzone były przez zespół badawczy kierowany przez prof. dr hab. inż. Włodzimierza Janke. W skład zespołu wchodziły następujące osoby: dr inż. Aneta Hapka, dr inż. Jarosław Kraśniewski, dr inż. Maciej Oleksy.

Przygotowano stanowisko do pomiarów charakterystyk termicznych oraz elektrycznych elementów półprzewodnikowych – w szerokim zakresie mocy i temperatur otoczenia. Stanowisko składa się z klatki Faraday’a, zasilaczy dużej mocy, pieca temperaturowego, komputera przemysłowego NI-PXI.

Wkład autorki autoreferatu: 10%.

Przeprowadzono pomiary charakterystyk termicznych diod Schottky’ego z węgla krzemu następujących typów: CSD01060, CSD02060, CSD04060, CSD06060, C3D02060, C3D04060, C3D08060 – firmy Cree, SDT04S60, IDH04SG60C – firmy Infineon. Pomiary wykonano w szerokim zakresie temperatur otoczenia: od 25°C do 300°C. Porównano przebiegi przejściowej impedancji termicznej diod różnych generacji, jak również zbadano impedancję i rezystancję termiczną elementów przy zastosowaniu różnych typów radiatorów.

Wkład autorki autoreferatu: 25%.

Opracowano nowe procedury pomiarów charakterystyk prądowo – napięciowych diod. Wykonano pomiary charakterystyk elektrycznych diod Schottky’ego z węgla krzemu następujących typów: CSD01060, CSD04060, IDH04SG60C. W pierwszej serii pomiarów wyznaczono charakterystyki izotermiczne. Druga seria obejmowała pomiary charakterystyk nieizotermicznych. Charakterystyki zostały zmierzone dla różnych wartości temperatury otoczenia. Przeprowadzono serie pomiarów charakterystyk elektrycznych diod Schottky’ego z

węgliku krzemu, przy różnych warunkach odprowadzania ciepła. W diodach nowych generacji (Merged PiN Schottky), przy zastosowaniu dużych radiatorów, dla prądów powyżej pewnego zakresu, obserwuje się włączenie dodatkowego złącza p-n, zabezpieczającego element przed uszkodzeniem. Przy słabym odprowadzaniu ciepła, możliwe jest zaobserwowanie charakterystyk prądowo-napięciowych, w których występuje maksimum funkcji $I(U)$. W pewnych warunkach, zwłaszcza w przypadku prądowego sterowania elementu, osiągnięcie tego punktu może prowadzić do zjawiska nazywanego „thermal runaway”. Przeprowadzono pomiary charakterystyk prądowo-napięciowych izotermicznych i nieizotermicznych tranzystorów MOSFET z węgliku i krzemowych w szerokim zakresie temperatur otoczenia.

Wkład autorki autoreferatu: 25%.

Opracowano modele termiczne, elektryczne oraz elektro-termiczne badanych elementów. Wyznaczono rezystancję termiczną dla różnych wartości temperatury otoczenia, określono wpływ temperatury na parametry termiczne tych elementów oraz utworzono termiczne modele skupione, wykorzystywane do dokładnego wyznaczania przejściowych przebiegów termicznych przy dowolnym rodzaju pobudzenia mocą, z uwzględnieniem efektu samonagrzewania.

Na podstawie wykonanych pomiarów charakterystyk elektrycznych elementów możliwe było opracowanie modeli elektrycznych badanych elementów, zaś po wykorzystaniu wyników pomiarów przejściowej impedancji termicznej opracowano modele elektro-termiczne umożliwiające symulację charakterystyk izo- i nieizotermicznych.

Wkład autorki autoreferatu: 70%.

Opracowano specjalistyczne techniki symulacji stanów przejściowych w systemach energoelektronicznych z elementami półprzewodnikowymi, pracujących z wysokimi temperaturami wnętrza oraz z dużymi gęstościami mocy.

Wkład autorki autoreferatu: 80%.

Opracowano projekty systemów energoelektronicznych z elementami SiC: przetwornicy Boost oraz prostownika sieciowego, przeprowadzono szczegółowe symulacje wymienionych systemów – z uwzględnieniem efektów elektro-termicznych.

Wkład autorki autoreferatu: 80%.

W realizacji zadania uczestniczył student studiów doktoranckich mgr inż. Norbert Smolukowski.

Skonstruowano i uruchomiono modele laboratoryjne mostka sieciowego dużej mocy oraz przetwornicy Boost, przystosowanej do pracy w szerokim zakresie temperatur otoczenia. W powstałym modelu laboratoryjnym przetwornicy, lutowane połączenia galwaniczne zastąpiono przewodami wysokotemperaturowymi oraz połączeniami mechanicznymi.

Wkład autorki autoreferatu: 80%.

W realizacji zadania uczestniczył student studiów doktoranckich mgr inż. Norbert Smolukowski.

Wykonano pomiary elektro-termicznych stanów przejściowych w mostku sieciowym oraz w przetwornicy Boost – w szerokim zakresie temperatur otoczenia.

Wkład autorki autoreferatu: 60%.

W publikacjach [B6], [B7], przedstawiono wyniki badań właściwości elektrycznych i termicznych kondensatorów polimerowych.

Zbadano i zamodelowano efekty pasożytnicze w kondensatorach polimerowych nowego typu. Rzeczywiste parametry użytkowe tych kondensatorów porównano z cechami kondensatorów aluminiowych, które jako elementy dostępne od dawna są bardzo dobrze rozpoznane, a procesy ich wytwarzania są opanowane.

Zaproponowano proste modele kondensatorów, w których zrezygnowano z uzmienniania pojemności i rezystancji w funkcji częstotliwości. Z punktu widzenia obwodowego - najistotniejszą cechą elementu jest wartość jego impedancji i pod tym kątem zaproponowane modele można uznać za adekwatne.

Niewątpliwą, podkreślaną przez producentów, zaletą kondensatorów polimerowych jest bardzo mała wartość ESR. Elementy te wypadają wyjątkowo korzystnie na tle standardowych elektrolitów aluminiowych, jednak dotyczy to zakresu częstotliwości poniżej rezonansu, który występuje dla zaskakująco niskich częstotliwości (60kHz, 200kHz). Zaobserwowano, że indukcyjności pasożytnicze kondensatorów polimerowych są wyraźnie większe niż aluminiowych, a to stanowi poważną wadę.

Opracowano metodę pośredniego pomiaru parametrów elektrycznych kondensatorów w funkcji temperatury. Wykorzystanie tej metody umożliwia wyeliminowanie istotnego wpływu przewodów pomiarowych. Wyznaczone wartości pojemności, rezystancji i indukcyjności pasożytniczej zidentyfikowano w oparciu o najprostszy spośród impedancyjnych modeli C-R-L kondensatora, co umożliwiło oszacowanie wpływu temperatury na straty w elemencie. Wartości składowych rezystancji i indukcyjności pasożytniczych oraz części składowe pojemności mogą w różny sposób zależeć od warunków pracy, w tym temperatury, w związku z czym badania należy uzupełnić o dobór optymalnej postaci modeli. Zależności reprezentujące wpływ temperatury na parametry modeli kondensatorów mogą być wykorzystywane jako charakterystyki parametru termoczułego w pomiarach rezystancji termicznej.

Wkład autorki autoreferatu: 100%.

W publikacji [B10] zaproponowano pośrednią metodę pomiaru rezystancji termicznej wysokotemperaturowych kondensatorów tantalowych. Przeprowadzono serie pomiarów parametrów tych kondensatorów: rezystancji szeregowej ESR oraz pojemności w szerokim zakresie temperatur otoczenia. Na podstawie wyznaczonych zależności opracowano model elektryczny kondensatora, w którym parametry zależą od temperatury. Przeprowadzono serie pomiarów przebiegów prądów i napięć w badanych kondensatorach, a następnie w oparciu o te przebiegi oraz o zaproponowany model elektro-termiczny – wyznaczono tak zwane „heat-profiles”, czyli czasowe przebiegi zmian temperatury wnętrza elementów w termicznym stanie ustalonym. Na podstawie „heat-profiles” wyznaczono rezystancję termiczną badanych elementów. Kontynuacja badań powinna obejmować rozszerzenie metody w taki sposób, aby możliwe było wyznaczanie krzywych przejściowej impedancji termicznej kondensatorów.

Wkład autorki autoreferatu: 100%.

Autorka niniejszego autoreferatu uczestniczy w pracach związanych z badaniem efektów pasożytniczych w komponentach przekształtników napięcia (publikacja [B9] – wkład 25%).

Głównym nurtem prac prowadzonych obecnie przez autorkę są symulacje przekształtników mocy z zamkniętą pętlą sterowania.

Symulacje takie są jednym z iteracyjnie powtarzanych etapów projektowania bloków sterowania, zarówno analogowych jak i cyfrowych. Zadaniem bloków sterowania jest śledzenie przebiegów wielkości otrzymywanych na wyjściu układu i korygowanie współczynnika wypełnienia przebiegów przełączających tak, aby zmiany obserwowane na wyjściu układu były możliwie najmniejsze. Etapem poprzedzającym w każdej iteracji symulacje stanów

przejściowych jest synteza transmitancji „s” bloku sterowania zapewniającej silne tłumienie wahań napięcia wyjściowego w szerokim zakresie częstotliwości oraz margines fazy na tyle duży, aby w zamkniętej pętli sprzężenia nie występowały oscylacje. Wymienione etapy są powtarzane, dopóki nie zostaną spełnione kryteria projektowe. Gdy to nastąpi – na podstawie transmitancji bloku sterowania określa się jego postać układową – w przypadku sterowania analogowego, lub postać transmitancji „z” – w przypadku sterowania cyfrowego. Jeżeli na etapie syntezy stosuje się typowe podejście oparte na zastosowaniu liniowego, uśrednionego modelu małosygnałowego, etap ten obciążony jest niedokładnością.

Zwiększenie precyzji doboru parametrów bloku sterowania można uzyskać na etapie symulacji stanów przejściowych – poprzez zastosowanie pełnych lub uśrednionych nieliniowych modeli wielosygnałowych (publikacja [B8]) bloku głównego przekształtnika. Na podstawie obserwacji odpowiedzi układu z zamkniętą pętlą na skokową zmianę napięcia wejściowego, czy prądu w obciążeniu manipuluje się parametrami transmitancji pętli sterowania tak, aby zminimalizować czas trwania oscylacji na wyjściu układu oraz ich amplitudę.

Kontynuacja badań będzie polegała na zaproponowaniu nowej techniki syntezy transmitancji cyfrowych bloków sterowania przekształtników mocy, oraz na zaimplementowaniu i porównaniu różnego typu algorytmów realizujących uzyskaną transmitancję w dziedzinie „z”.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych (artystycznych).

A. Recenzje prac naukowych

- [1] Recenzja publikacji naukowej: A. Timar, M. Rencz, *Real-time heating and power characterization of cells in standard cell designs*, Microelectronics Journal, <http://dx.doi.org/10.1016/j.mejo.2012.03.002>.
- [2] Recenzja publikacji naukowej: K. Górecki, E. Krac, *Measurements of thermal parameters of solar modules*, Journal of Physics: Conference Series 709 (2016) 012007
- [3] Recenzja publikacji naukowej: *Implementation of mathematical model of thermal behavior of electronic components for lifetime estimation based on multi-level simulation*, ARCHIVES OF ELECTRICAL ENGINEERING, DOI 10.1515/ae-2015-00XY

B. Udział w projektach badawczych, inwestycjach aparaturowych oraz przygotowanie wniosków o dotacje.

- [1] Kierownik inwestycji aparaturowej nr 450/FNiTP/133/2010, *Stanowisko badawcze do pomiarów charakterystyk termicznych i elektrycznych elementów energoelektronicznych – w szerokim zakresie temperatur*, 2010/2011.
- [2] Kierownik projektu badawczego własnego N N515 533538, *Właściwości elementów z węgla krzemu pracujących w układach impulsowego przetwarzania mocy w szerokim zakresie mocy oraz temperatur wnętrza*, 2010/2012.
- [3] Wykonawca w projekcie NN515605939, *Opracowanie bibliotek krzywych kalibracyjnych parametru termoczułego potrzebnych w pomiarach rezystancji i przejściowej impedancji termicznej elementów półprzewodnikowych*, kierownik: dr inż. J. Kraśniewski, Politechnika Koszalińska, 2010/2012.
- [4] Wykonawca w projekcie NN515508940, *Systemy chłodzenia podzespołów elektronicznych za pomocą miniaturowych pomp elektrohydrodynamicznych*,

kierownik: dr hab. inż. M. Kocik, Instytut Maszyn Przepływowych PAN, Gdańsk, 2011/2013.

- [5] Wykonawca w projekcie NN515495740, *Zbadanie możliwości zwiększenia gęstości prądu w tranzystorach AlGaIn/GaN HEMT*, kierownik: dr hab. inż. R. Paszkiewicz, Politechnika Wrocławska, 2011/2014.
- [6] Wykonawca w projekcie NN515495740, *Nowoczesne procesy i technologie na potrzeby montażu i hermetyzacji elektroniki wysokotemperaturowej na bazie SiC*, kierownik: dr hab. inż. R. Kisiel, Politechnika Warszawska, 2011/2014.
- [7] Opracowanie i złożenie wniosku Polsko-Norweskiej Współpracy Badawczej - Small grant scheme, *Electro-thermal modeling of high-temperature capacitors*, **2013**.
- [8] Opracowanie i złożenie wniosku o finansowanie projektu badawczego z zakresu badań podstawowych – SONATA 5, *Badanie i modelowanie właściwości elektrotermicznych kondensatorów wysokotemperaturowych*, **2013**.

C. Udział w konferencjach krajowych i międzynarodowych (od 2009r)

- [1] Międzynarodowa Konferencja MICROTHERM – 2009, 2011, 2013
- [2] Międzynarodowa Konferencja THERMINIC – 2010, 2011
- [3] Krajowa Konferencja Elektroniki – 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017

D. Nagrody i wyróżnienia

- [1] Nagroda drugiego stopnia Rektora Politechniki Koszalińskiej za osiągnięcia naukowe Październik 2010.
- [2] Nagroda trzeciego stopnia Rektora Politechniki Koszalińskiej za osiągnięcia naukowe w roku 2011 – Październik 2012.
- [3] Nagroda trzeciego stopnia Rektora Politechniki Koszalińskiej za osiągnięcia naukowe w latach 2012 – 2013 – Październik 2014.

E. Członkostwa

- [1] Rada Wydziału Elektroniki i Informatyki – dwie kadencje do chwili obecnej
- [2] PTETiS – Polskie Towarzystwo Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej, oddział Gdański
- [3] Board of Editors and Associate Editors - International Journal of Electronics and Telecommunications

6. Wskaźniki

A. Web of Knowledge

- suma cytowań: 16
- suma cytowań bez autocytowań: 13
- h-Index: 3
- sumaryczny IF: 7.873

B. SCOPUS h-Index: 4

C. Google Scholar h-Index: 5