

Krystian Leonard Chrzan, Politechnika Wroclawska

PROFESOR TADEUSZ ŁOBOS I JEGO ALGORYTM A4

PROFESSOR TADEUSZ ŁOBOS AND HIS A4 ALGORITHM

Streszczenie: W pracy opisano życiorys, pracę naukową i osiągnięcia prof. Tadeusza Łobosa. Najbardziej znanym jego osiągnięciem są algorytmy Łobosa A3, a szczególnie algorytm A4 wielokrotnie cytowany i opisany w książkach. Zwraca uwagę niezwykle intensywna współpraca z partnerami niemieckimi. W ciągu swej 48 letniej pracy naukowej, przebywał w sumie ponad 10 lat na co najmniej 13 stypendiach oraz 4-letnim kontrakcie w Darmstademie, Erlangen, Saarbruecken i Dreźnie. Jako jedyny polski elektrotechnik otrzymał prestiżową Humboldt Research Award, opublikował ponad 300 artykułów i referatów konferencyjnych, otrzymał 7 patentów i był promotorem 13 prac doktorskich.

Abstract: This document shows curriculum vitae, scientific work and achievement of Prof. Tadeusz Łobos. The most known his achievement is algorithm A3 and especially algorithm A4. This second one was many times referred and explained in reading books. What is visible in his carrier it is a very intensive co-operation with German scientists. During 48 years scientific activity he spent over 10 years in Germany in the frame of 13 different scholarships and on the 4 years long contract in Darmstadt, Erlangen, Saarbruecken and Dresden. As alone from polish electrical engineers he became the prestigious Humboldt Research Award. Tadeusz Łobos published over 300 articles and conference papers, got 7 patents and was the supervisor of 13 doctor theses.

Słowa kluczowe: cyfrowa ochrona linii, algorytmy identyfikacji zwarć, algorytm Łobosa A4
Keywords: digital line protection, algorithms for distance protection, Lobos's algorithm A4

1. Nota biograficzna Tadeusza Łobosa



1955 [1]



2010 [2]

Rys. 1. T. Łobos jako maturzysta i profesor

Tadeusz Łobos urodził się 1.06.1938 r. w Samborze, woj. Lwowskie. Ojciec Jan i matka Jadwiga, z d. Mitek, byli rolnikami. Gdy Tadeusz ukończył drugą klasę szkoły podstawowej w Samborze, rodzice w lecie 1946 roku zostali repatriowani do Polski, do Mysłakowic w okolicach Jeleniej Góry. W 1948 rodzina przeniosła się do pobliskiej Łomnicy gdzie otrzymali gospodarstwo rolne. W 1955 r. Tadeusz Łobos ukończył Liceum Ogólnokształcące w Jeleniej Górze i został przyjęty na Wydział

Elektryczny Politechniki Wrocławskiej. W październiku 1960 r. obronił pracę dyplomową „Wpływ dwufazowej pracy układu sieciowego na poprawność działania zabezpieczeń zwarciowych” i został przyjęty do pracy w Zakładzie Zabezpieczeń Przekaznikowych Politechniki Wrocławskiej. W 1962 r. przeniósł się do Katedry Zabezpieczeń i Automatyki w Energetyce. W kwietniu 1967 r. obronił rozprawę doktorską „Nowe filtry zabezpieczeń porównawczo-fazowych”. Promotorem był prof. Jan Trojak a recenzentami doc. Bolesław Kartaszyński z Instytutu Energetyki w Warszawie, doc. Andrzej Wiszniewski z Politechniki Wrocławskiej i prof. Józef Żydanowicz z Politechniki Warszawskiej.

W tym okresie ożenił się z Jadwigą Ewą Kisilnicką, z którą miał troje dzieci: Dorotę (1968), Marcina (1971) i Barbarę (1973). Po doktoracie uzyskał mianowanie na stopień adiunkta i prowadził m. in. wykłady „Elektrotechnika” oraz „Urządzenia elektryczne i automatyka” na Wydziale Górniczym we Wrocławiu jak również w filii w Legnicy. Był też współautorem wydanego w 1969 r. skryptu „Laboratorium zabezpieczeń przekaznikowych”. W czerwcu 1975 r. Rada Wydziału Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej nada-

ła mu tytuł dr hab. na podstawie przedłożonej rozprawy „Przebiegi przejściowe podczas jednofazowych zwarć doziemnych w sieciach średnich napięć i wykorzystanie ich w automatyce zabezpieczeniowej”. Wkrótce po tym, w lutym 1976 r. minister gen. Sylwester Kaliski mianuje go docentem.

W okresie 1.06.1976 – 30.09.1977 r. przebywał na Uniwersytecie Technicznym w Darmstadt jako stypendysta fundacji im. Aleksandra Humboldta. Po powrocie, Rektor Tadeusz Porębski powołał Tadeusza Łobosa na prodziekana Wydziału Elektrycznego na okres 1.09.1978 – 31.08.1981 r.. W lecie 1981 wyjechał ponownie na dwa miesiące do Darmstadtu. W roku następnym, 29.04.1982 wyjechał do pracy w Lehrstuhl fuer Elektrische Energieversorgung der Universitaet Erlangen-Nuernberg w Erlangen, gdzie przebywał wraz z rodziną przez 4 lata aż do 30.09.1986 r.. W Erlangen był opiekunem 14 prac magisterskich, promotorem 2 prac doktorskich i zgłosił aż 6 patentów. Do Erlangen wyjeżdża ponownie na trzymiesięczne pobyty latem w latach 1988, 1989 i 1991.

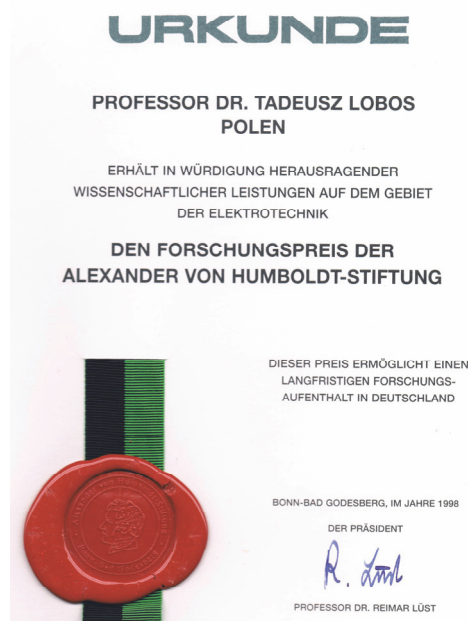
W porozumieniu z Dyrekcją Instytutu I-7, występuje w grudniu 1987 z wnioskiem do Rektora Jana Kmity o przeniesienie do tego Instytutu, do Katedry Elektrotechniki Teoretycznej. 30.06.1989 r. Przewodniczący Rady Państwa Wojciech Jaruzelski nadał mu tytuł profesora nadzwyczajnego. Natomiast mianowanie na stanowisko profesora zwyczajnego przez Ministra Edukacji Narodowej otrzymał w lutym 1995 r.

W 1998 r. uzyskuje prestiżową nagrodę Humboldt Research Award jako pierwszy i do dzisiaj (2018) jedyny elektrotechnik z Polski. Po uzyskaniu nagrody Humboldta przez 8 lat wyjeżdża latem na 3 miesiące na Uniwersytet Saarland do Prof. Hansa-Juergena Koglina.

Przez dwie trzyletnie kadencje 1999-2002 i 2002-2005 pełnił funkcję Dyrektora Instytutu Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii a od 1993 r. aż do 2008 r. kierownika Zakładu Elektrotechniki Teoretycznej. 31.05.2003 r. po ukończeniu 65 lat i uzyskaniu zgody pani Minister Łybackiej przechodzi na emeryturę. Jednocześnie Rada Wydziału Elektrycznego zatrudnia go na okres 2003-30.09.2008 r. na pełny etat na stanowisko profesora.



Rys. 2. Wręczenie dyplomu Humboldt Research Award w Bonn-Bad Godesberg w 1998 przez Prezydenta Fundacji Prof. Reimara Luesta [2]



Rys. 3. Dyplom nagrody badawczej Fundacji Aleksandra von Humboldt [2]

Profesor T. Łobos zmarł 31.03.2014 r., został pochowany na Cmentarzu Osobowickim we Wrocławiu. W 2017 r. zmarła żona Jadwiga Ewa.

Pozostawił dzieci: Dorota Wojsznis, ukończyła Akademię Sztuk Pięknych we Wrocławiu, Marcin ukończył Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej, Barbara – studia menedżerskie MBA, Wnuki: Wiktor, Patrycja, Karolina.

Członek SEP (od 1960) i Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego (od 1980), European Association for Signal Processing (od 1986), Przewodniczący Oddziału Wrocławskiego PTETiS Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej w latach 1993-1996. Członek Komitetu Elektrotechniki PAN od 1994

Odznaczenia

Złota Odznaka Politechniki Wrocławskiej 1975

Złoty Krzyż Zasługi 1981

Order Odrodzenia Polski Polonia Restituta 1999

Medal Komisji Edukacji Narodowej 2002

Autor ponad 300 publikacji, 3 książek, 7 patentów.

T. Łobos, Antoni Schier, *Laboratorium zabezpieczeń przekładnikowych*. Skrypt PWR, 1969

2. Doktoraty pod kierunkiem T. Łobosa

1. Assefa Wordoffa. *Przebiegi prądów w obwodach przemiennoprądowych z prostownikami tyrystorowymi*, 22.06.1981.

2. Andrzej Humiński: *Oddziaływanie przekształtnika tyrystorowego współpracującego z kompensatorem mocy biernej na sieć elektroenergetyczną*, 27.09.1982.

3. Nabeel Sobh: *Analiza obwodów z półprzewodnikami przekształtnikami o zaworach wyłączalnych*, 18 10 1993

4. Jacek Rezmer: *Cyfrowe wyznaczanie częstotliwości podstawowej składowej sygnałów w czasie rzeczywistym*, 25.09.1995.

5. Paweł Kostyla: *Adaptacyjne sieci neuronowe w zastosowaniu do identyfikacji stanu układów elektrycznych*, 14.12.1998.

6. Zbigniew Leonowicz: *Zaawansowane metody analizy widmowej sygnałów elektrycznych*. 19.02.2001.

7. Daniel Ruhm: *Wizualizacja maszyny asynchronicznej zasilanej z przekształtnika*, 12.03.2001,

8. Tomasz Sikorski: *Zaawansowane metody analizy czasowo-częstotliwościowej w zastosowaniu do estymacji parametrów niestacjonarnych sygnałów elektrycznych*, 21.03.2005,

9. Przemysław Janik: *Identyfikacja zakłóceń jakości energii elektrycznej z zastosowaniem wybranych architektur sztucznych sieci neuronowych*. 21.11.2005

10. Igor Hejke: *Wyznaczanie częstotliwości w układach przekładnikowych z wykorzystaniem modelu Prony'ego*, 09.07.2007.

3. Algorytm Łobosa A4

Zastosowanie techniki cyfrowej i komputerów (mikroprocesorów) zwiększyło skuteczność wykrywania zwarć na liniach elektroenergetycznych w czasie rzeczywistym [4]. Tadeusz Łobos zajmował się tymi wówczas bardzo aktualnymi zagadnieniami na Politechnice w Darmstademie jako stypendysta Humboldta [5]. Po powrocie do Wrocławia opublikował w Przeglądzie Elektrotechnicznym obszerny artykuł opisujący podstawy teoretyczne nowej techniki zabezpieczania linii przed działaniem łuku zwarciovego [6].

Zastosowanie mikroprocesorów wymagało opracowania specjalnych algorytmów do szybkiego obliczenia impedancji ruchowej linii. Najprostszym sposobem obliczenia rezystancji i reaktancji linii jest **metoda T2** polegająca na próbkowaniu sygnału prądu i napięcia w zaledwie dwóch kolejnych momentach [6].

Algorytm Łobosa A3 wykorzystuje trzy kolejne próbki prądu i napięcia [6]. Podstawą algorytmu Łobosa A4 jest model linii pierwszego rzędu [7]. Zakłada się, że zwarta linię można opisać następującym równaniem różniczkowym:

$$u_M = R_{A4} \cdot i_M + L_{A4} \cdot \frac{di_M}{dt} \quad (1)$$

R_{A4} – rezystancja wyznaczona wg algorytmu Łobosa A4

L_{A4} – indukcyjność wyznaczona wg algorytmu Łobosa A4

u_M – czasowy przebieg napięcia w miejscu zwarcia

i_M – czasowy przebieg prądu w miejscu zwarcia

Metoda A4 wykorzystuje 4 próbki napięcia i prądu. Podczas rozwiązywania równania różniczkowego, napięcie, prąd i przebieg prądu muszą być wykorzystane z tego samego czasu próbkowania. Różniczkę dla czasu próbkowania t_2 można zapisać w postaci:

$$\left. \frac{di}{dt} \right|_{t_2} = \frac{i_3 - i_1}{2 \cdot \Delta T} \cdot \frac{\omega \cdot \Delta T}{\sin(\omega \cdot \Delta T)} \quad (2)$$

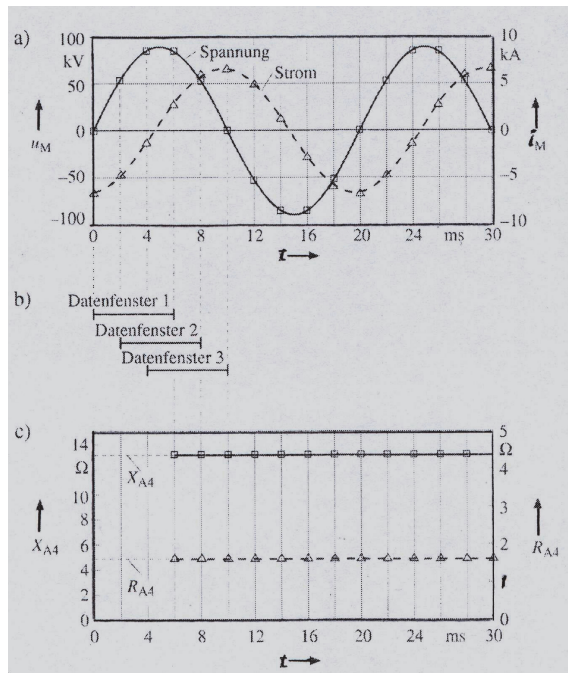
Po wstawieniu wartości prądu i napięcia wyznaczonych za pomocą równania (1) do równania (2) otrzymuje się dwa równania, za pomocą których można obliczyć rezystancję i reaktancję. W rezultacie otrzymuje się:

$$R_{A4} = \frac{u_2 \cdot (i_4 - i_2) - u_3 \cdot (i_3 - i_1)}{i_2 \cdot (i_4 - i_2) - i_3 \cdot (i_3 - i_1)} \quad (3)$$

$$X_{A4} = L_{A4} \cdot \omega \quad (4)$$

$$X_{A4} = \frac{u_3 \cdot i_2 - u_2 \cdot i_3}{i_2 \cdot (i_4 - i_2) - i_3 \cdot (i_3 - i_1)} \cdot 2 \cdot \sin(\omega \cdot \Delta T)$$

Przy pomocy równań (3) i (4) można obliczyć rezystancję i reaktancję do miejsca uszkodzenia na linii. W warunkach polowych, przy danej rozdzielczości przetworników A/C algorytm Łobosa A4 daje bardzo dobre wyniki, gdy częstotliwość próbkowania zawiera się w granicach 400 – 600 Hz.



Rys. 4. Zasada działania algorytmu Łobosa A4 [6].

a – przebiegi napięcia i prądu

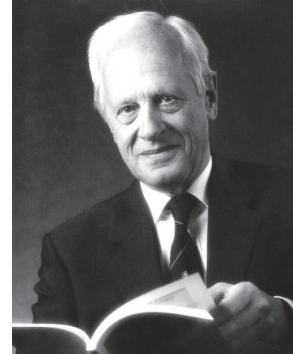
b – położenie pierwszych trzech okien danych

c – wyniki obliczeń algorytmu Łobosa A4

W algorytmie Łobosa A4 zestawia się 4 próbki napięcia i prądu w jedno okno danych. Dla tego okna liczy się impedancję. Następnie okno jest przesuwane o jeden krok próbkowania. Przy próbkowaniu z częstotliwością 500 Hz, szerokość okna wynosi 6 ms. Na rysunku 4 wyjaśniono algorytm Łobosa A4. Rysunek 4a pokazuje przebieg napięcia i prądu z zaznaczonymi punktami próbkowania. Poniżej przebiegów $u(t)$, $i(t)$ podano położenia trzech okien danych. Obliczona wartość impedancji przyporządkowana jest do końca okna. Rysunek 4c pokazuje wyliczone wartości reaktancji i rezystancji. Przy przyjętej częstotliwości próbkowania 500 Hz, pierwsza wartość impedancji wyliczona zostaje po 6 ms.

5. Partnerzy zagraniczni

Tadeusz Łobos współpracował przede wszystkim z partnerami niemieckimi, z Gerhardem Hosemannem, Hansem-Juergenem Koglinem i Peterem Schegnerem.



Rys. 5. Prof. Gerhard Hosemann, TH Darmstadt, Universitaet Erlangen-Nuernberg [8]

Eichhorn K.F., **Hosemann G.**, Ładniak L., Łobos T., *Fourier filters transient behaviour for real-time basic-waveform determinatin of mono and three-phase time-dependent signals*, Archiv für Elektrotechnik, 1994, 77(4), pp. 267-275.

Hosemann, G., Łobos, T., *Determination of symmetrical components by scanning*, Archiv für Elektrotechnik, 1985, 68(1), pp. 1-16.

Hosemann, G., Łobos, T., *Fast algorithms for time-varying symmetrical components*, Archiv für Elektrotechnik, 1987, 70(5), pp. 307-315



Rys. 6. Prof. Hans-Juergen Koglin, TH Darmstadt, Universität des Saarlandes [8]

Koglin, H.-J. and Lobos T., *Distanzschutz mit Mikrorechnern*, etz-archiv, vol. 3, no. 6, pp. 169–177, 1981.

Łobos T., Rezmer J., **Koglin H.-J.**, *Analysis of power system transients using wavelets and Prony method*. IEEE Power Tech, Porto 2001, Proceedings, 4, pp. 128-131

Koglin, H.-J., Albert, M., Igel, M., Lobos, T., Waclawek, Z., *Differential protection of multi-terminal lines without synchronization*,

Proceedings of the IEEE Power Engineering Society Transmission and Distribution Conf. 1 (SUMMER), pp. 133-139

Lobos, T., Kozina, T., **Koglin, H.-J.**, *Power system harmonics estimation using linear least squares method and SVD*. IEE Proceedings: Generation, Transmission and Distribution, 148(6), pp. 567-572

Koglin, H.-J., Lobos, T., **Schegner, P.**, *Neuro-nale Netze in der Schutztechnik*, ETG-Fachberichte (Energietechnische Gesellschaft im VDE) 1996, (71), pp. 201-219

Lobos, T., **Koglin, H.J.**, *Investigation of fast algorithms for digital line protection*, Aeronautical Journal, 1978, 2, pp. 620-628



Rys. 6. Prof. Peter Schegner, TU Dresden [9]

Rezmer J., Lobos T., Leonowicz Z., **Schegner P.**, *High resolution spectrum estimation methods for signal analysis in power systems*. IEEE Trans. on Instrumentation and Measurements, 2006.

Höpfner S., Lobos T., Meyer J., Muehlwitz M., **Schegner P.**, Waclawek Z., *Classification of low voltage distribution networks by means of voltage distortions*. 2005 IEEE St. Petersburg Power Tech. St., Russia, 2005 Session: Distributed networks (II), paper No. 80, p. 6.

Janik P., Lobos T., **Schegner P.**, *Automated classification of power quality disturbances using RBF and SVM neural networks*. 2005 IEEE St. Petersburg Power Tech., Russia, 2005, Session: Artificial intelligence application to power system (II), No. 81, p. 7.

Lobos T., Sikorski T., **Schegner P.**, *Joint time-frequency representation of non-stationary signals in electrical power engineering*, 15th Power Systems Computation Conference, Liege, Belgium, August 2005, Session 4: Signal analysis and system identification, p. 7.

Janik P., Lobos T., **Schegner P.**, *RBF and SVM neural networks for power quality disturbances analysis*, 8th Int. Conf. on Electrical Power

Quality and Utilisation, Cracow, Poland, September, 2005.

Janik P., Lobos T., Rezmer J., **Schegner P.**, Waclawek Z., *Computation of spectral components in system with wind generation unit*, in 2009 IEEE Bucharest PowerTech, Innovative Ideas Toward the Electrical Grid of the Future, 2009.

Dzięki bliskim kontaktom T. Łobosa z partnerami zagranicznymi jego młodszy współpracownicy wyjeżdżali na zagraniczne staże i stypendia naukowe. Na Politechnice w Dreźnie przebywali Z. Waclawek, P. Janik (1 rok), P. Kostyła, J. Rezmer, Z. Leonowicz (1 rok); na Politechnice w Erlangen – Z. Leonowicz (1 rok) i L. Ładniak (3 m-ce); na Politechnice w Cottbus – P. Janik (1 rok) i J. Rezmer. Również na Riken Brain Science Institute Tokyo w Japonii, stypendystami byli Z. Leonowicz i T. Sikorski.

6. Literatura

[1]. Teczki personalne studenta i pracownika T. Łobosa, Archiwum Politechniki Wrocławskiej.

[2]. Wojsznis D. (z d. Łobos), zbiory prywatne

[3]. Praca zbiorowa we współpracy z Zakładem im. Ossolińskich, Kto jest kim we Wrocławiu. Wyd. Fox, Wrocław 1999.

[4]. Mc Innes A.D., Morrison J.F., Real time calculation of resistance and reactance for transmission line protection by digital computer. Elect. Eng. Trans. Inst. Eng., Australia EE7 1971, No 1, pp. 16-23.

[5]. Lobos T., H-J. Koglin, Investigation of fast algorithms for digital line protection. Power System Computation Conference VI, Darmstadt 1978.

[6]. Lobos T., Algorytmy cyfrowej identyfikacji zwarć w liniach elektroenergetycznych. Przegląd Elektrotechniczny nr 1-4/1982, s. 26-30

[7]. Nells D., Opperskalski H., *Digitaler Distanzschutz, Verhalten der Algorithmen bei nicht idealen Eingangssignalen*. Springen Fach-medien, Wiesbaden GmbH 1991

[8] Koglin H.-J., zbiory prywatne

[9] Schegner P., zbiory prywatne

Autorzy

dr hab. inż. Krystian Leonard Chrzan

Wydział Elektryczny, Katedra K-1

krystian.chrzan@pwr.edu.pl

Podziękowania

Autor wyraża podziękowania dla córki Doroty Wojsznis, prof. Franciszka Frontzka z FH Darmstadt, prof. Hansa-Juergena Koglina i prof. Petera Schegnera za przekazane zdjęcia, informacje i wskazówki literaturowe.

