

Artykuł - szczegóły



Czasopismo	Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Elektryka
Tytuł artykułu	Projektowanie i analiza odpornych regulatorów urządzeń FACTS w systemie elektroenergetycznym
Autorzy	<u>Robak, S.</u>
Warianty tytułu	EN Design and analysis of FACTS devices robust controllers in power system
Języki publikacji	PL
Abstrakty	<p>PL W rozprawie przedstawiono zastosowanie twierdzenia Charitonowa oraz uogólnionego twierdzenia Charitonowa do projektowania regulatora odpornego o stałych parametrach wybranych urządzeń, zaliczanych do elastycznych systemów przesyłu prądu zmiennego (FACTS). Prezentowany opis teoretyczny oraz wykonane badania dotyczą urządzeń: bocznikowych STATCOM oraz SVC, a także szeregowego TCPS. We wprowadzeniu do problemu zmienności systemu elektroenergetycznego wskazano główne źródła niepewności w analizie stabilności systemu elektroenergetycznego, które powodują, że stosowane regulatory stabilizujące powinny się charakteryzować odpornością. Sformułowano zadanie projektowania regulatora odpornego. Przedstawiono sposób modelowania niepewności systemu elektroenergetycznego z wykorzystaniem wielomianów przedziałowych. Zaprezentowano sposób wyznaczenia parametrów niepewnego modelu na podstawie przyjętego, reprezentatywnego zbioru stanów pracy układu. Zadanie syntezy regulatora odpornego, w przypadku ogólnym dotyczące regulatora o wielu wejściach i jednym wyjściu, rozbito na dwa podzadania. Pierwsze podzadanie polegało na wyznaczeniu obszaru rozwiązań dopuszczalnych, drugie - na dokonaniu wyboru bądź optymalizacji parametrów regulatora spośród rozwiązań zadania pierwszego. Na potrzeby rozwiązania podzadania pierwszego, w przypadku regulatora jednowejscio-wego pierwszego rzędu, sformułowano oraz omówiono analityczny sposób wyznaczenia obszaru rozwiązań w przestrzeni parametrów regulatora oparty na metodzie D-kompozycji. Następnie przedstawiono jego rozszerzenie na przypadek regulatora wyższego rzędu. W celu optymalizacji parametrów regulatora sformułowano wskaźnik jakości, uwzględniający wpływ projektowanego regulatora na tłumienie kołysań elektromechanicznych oraz na jakość regulacji wybranych wielkości występujących w układzie. Opracowano zwarty opis modelu systemu elektroenergetycznego, w którym w dowolnym węźle, bądź gałęzi, zainstalowano urządzenie FACTS. W sposób szczegółowy omówiono modelowanie sieci przesyłowej. Zaprezentowano zależności pozwalające na przedstawienie elementów macierzy admitancyjnej transferowej jako funkcji zmiennych sterujących, pochodzących od urządzeń FACTS. Na podstawie danych dotyczących głównie Krajowego Systemu Elektroenergetycznego scharakteryzowano istotne, z punktu widzenia projektowania regulatora odpornego, źródła niepewności systemu elektroenergetycznego. Przedstawiono sposób uwzględniania poszczególnych źródeł niepewności w procesie analizy systemów elektroenergetycznych,</p> <p>Przedstawiono oryginalne wyniki badania stabilności lokalnej niepewnego systemu elektroenergetycznego dla różnych wariantów stanów pracy układu, zarówno w przypadku układu typu generator-sieć sztywna, jak i układu wielomaszynowego. Zaprezentowano wyniki syntezy regulatorów odpornych. W przypadku układu typu generator-sieć sztywna, omówiono wpływ wyboru sygnału wejściowego regulatora oraz zakresu zmienności stanów pracy układu na obszar rozwiązań dopuszczalnych. Przedstawiono ocenę właściwości zaprojektowanych regulatorów opracowaną na podstawie badań z wykorzystaniem modelu liniowego oraz nieliniowego systemu elektroenergetycznego,</p> <p>EN The incessant variability of power system parameters and operation conditions as a result of permanent changes of load balance cause a power system to be regarded as an uncertain system. In case of such systems, robust control is required. The dissertation deals with the problem of FACTS device robust controller design using Kharitonov's theorem. The applied approach makes the design of a low order controller with constant parameters possible. The elaborated theory and related analysis have been performed for two FACTS devices: shunt device STATCOM and serial device TCPS. The problem of permanent changes of load balance and operation states in the power system, as well as the main sources of uncertainty are indicated in the introduction to the dissertation. The presented issues led to the conclusion that stabilizing controllers should be robust in order to achieve the desired performance and stability of the power system. The task of controller design is formulated at the beginning of the main part of the dissertation. Interval polynomials have been used for the uncertainty model elaboration. A method of determination of the uncertain model parameters based on an appropriate representative set of power system operating states has been proposed. The task synthesis of a Multiple Input Single Output (MISO) robust controller is divided into two subtasks: the first one is the determination of the area of acceptable solutions. The second subtask consists in selecting or optimising (the controller parameters among the obtained solutions of the first subtask. In the case of a</p>

parameters among the obtained solutions of the first subtask. In the case of a 1st order controller, an analytical solution of the problem of area determination arising from the first task has been elaborated on and presented. This solution has been determined on the basis of the D-decomposition method. An extension of this method to higher order controllers is presented in a further part. A performance index has been introduced in order to optimize controller parameters. The influence of such factors as damping of electromechanical oscillations and control quality on the controller behaviour has been taken into account in formulating the performance index. A compact description of the power system model in which a FACTS device has been installed at any node or branch is included in the dissertation. Moreover, a detailed model of transmission network is presented. The derived admittance matrix transfer contains elements that are functions of FACTS controllers variables. Sources of uncertainty, essential from the point of view of robust controller design, have been based on the Polish National Power System data. The way of consideration of different uncertainty sources in the power system analysis is then presented. Original results of the steady-state stability analysis of an uncertain power system for different operating states are presented. The analysis has been performed for both the generator-infinite bus model and the multi-machine power system one. Results of robust

controller synthesis are presented at the end of the dissertation. In case of the generator-infinite bus model, the influence of the choice of controller input signal and the range of power system operating states on the area of acceptable solutions are presented. Finally, an evaluation of the designed controllers based on the analysis of the linear and non-linear model of a power system is also provided.

Słowa kluczowe PL system elektroenergetyczny urządzenia FACTS układy niepewne uogólnione twierdzenie Charitonowa regulatory
EN power system FACTS devices power system stability uncertain systems generalized Kharitonov theorem robust controller

Wydawca Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej

Czasopismo Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Elektryka, ISSN 0137-2319

Rocznik 2007

Tom z. 136

Strony 3--160

Opis fizyczny Bibliogr. 215 poz., rys., tab., wykr.

Twórcy autor Robak, S.
Instytut Elektroenergetyki, Wydział Elektryczny Politechniki Warszawskiej

Bibliografia

- [1] Abdul-Rahman K.-H., Shahidehpour S.M.: Static security in power system operation with fuzzy real load conditions. IEEE Transactions on Power Systems, vol. 10, No 1, Feb. 1995, s. 77-87.
- [2] Abido M.A.: Analysis and assessment of STATCOM-based damping stabilizers for power system stability enhancement. Electric Power Systems Research, 73(2), Feb. 2005, s. 177-185.
- [3] Ackerman J., Kaesbauer D., Siemel W., Steinhäuser R.: Robust control systems with uncertain physical parameters. Springer-Verlag, London 1993.
- [4] Alefeld G., Herzberger J.: Introduction to interval computations. Academic Press, New York 1983.
- [5] Allan R.N., Leite da Silva A.M.: Probabilistic load flow using multilinearizations. IEE Proc. on Generation, Transmission and Distribution, vol. 128, No 5, 1981, s. 280-287.
- [6] Al-Othman A.K., Irving M.R.: Analysis of confidence bounds in power system state estimation with uncertainty in both measurements and parameters. Proc. of the Fourth IASTED Int. Conf. on Power and Energy Systems, EuroPES 2004, June 28-30, 2004, Rhodes, Greece, s. 389-393.
- [7] Al-Othman A.K., Irving M.R.: Uncertainty modelling in power system state estimation. IEE Proc. - Generation, Transmission and Distribution, vol. 152, No 2, March 2005, s. 233-239.
- [8] Alvarado F., Hu Y., Adapa R.: Uncertainty in power system modeling and computation. IEEE Int. Conf. on Systems, Man and Cybernetics. Chicago, 18-21 Oct. 1992, vol. 1, s. 754-760.
- [9] Amborski K.: Teoria sterowania - podręcznik programowany. PWN, Warszawa 1987.
- [10] Analysis and control of power system oscillations. Cigre Task Force 38.01.07, Dec. 1996.
- [11] Anderson P.M., Fouad A.A.: Power System Control and Stability, 2nd Edition. Wiley-IEEE Press, New York 2002.
- [12] Baker R., Guth G.: Control algorithm for a static phase shifting transformer to enhance transient and dynamic stability of large Power systems. IEEE Trans. on PAS, vol. 101, No 9, 1982, s. 3532-3542.
- [13] Bandzul W.: Ocena wpływu elektrowni wiatrowych na niezawodność pracy elektroenergetycznego systemu przesyłowego. Rozprawa doktorska, Politechnika Warszawska, Warszawa 2004.
- [14] Barboza L.V., Dimuro G.P., Reiser R.H.S.: Towards interval analysis of the load uncertainty in power electric systems. 8th Int. Conf. on Probabilistic Methods

- Applied to Power Systems, Iowa State University, Ames, Iowa, September 12-16, 2004.
- [15] Barmish B.R.: New tools for robustness of linear systems. Mcmillan, New York 1994.
- [16] Barmish B.R., Corless M., Leitmann G.: A new class of stabilizing controllers for uncertain dynamical systems. S.I.A.M. J. Contr. Optimiz., vol. 21, 1983, s. 246-254.
- [17] Barmish B.R., Hollot C.V., Kraus F.J., Tempo R.: Extreme point results for robust stabilization of interval plants with first order compensators. IEEE Trans. Automat. Contr., vol. 37, No 11, June 1992, s. 707-714.
- [18] Bartlett A.C., Hollot C.V., Lin H.: Root location of an entire polytope of polynomials: it suffices to check edges. Mathematics of Control, Signals and Systems, vol. 1, 1988, s. 61-71.
- [19] Bemas S.: Systemy elektroenergetyczne. WNT, Warszawa 1986.
- [20] Bemas S., Ciok Z.: Modele matematyczne elementów systemu elektroenergetycznego, WNT, Warszawa 1977.
- [21] Bemas S., Milczuk A., Zdun Z., Ziemianek S.: Laboratorium optymalizacji pracy systemu elektroenergetycznego. Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1986.
- [22] Bernstein D.S., Haddad W.M.: Robust controller synthesis using Kharitonow's theorem. IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 37, No 1, Jan. 1992, s. 129-132.
- [23] Bhattacharyya S.P., Chapellat H., Keel L.H.: Robust control. The parametric approach. Prentice Hall, London 1995.
- [24] Białas S.: Odporna stabilność wielomianów i macierzy. Wydawnictwa AHG, Kraków 2002.
- [25] Białas S.: A necessary and sufficient condition for the stability of intervalmatrices. Int. J. Control, vol. 37, 1983, s. 717-722.
- [26] Bian X.Y., Chunga C.Y., Wang K.W., Tse C.T.: Choice of SVC location/signal and its controller design by probabilistic method. Electric Power Systems Research, 71, 2004, s. 35-40.
- [27] Boboń A., Kudła J., Białek J.: Estymacja parametrów modeli matematycznych generatorów synchronicznych na podstawie testów zrzutu mocy. XI Międzynar. Konf. Nauk. Aktualne Problemy w Elektroenergetyce, Jurata, 11-13.06.2003, t. I, s. 261-268.
- [28] Bubnicki Z.: Teoria i algorytmy sterowania. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2002.
- [29] Bujko J., Halwa T.: Regulacja częstotliwości w połączonych systemach elektroenergetycznych w warunkach rynkowych. Problemy systemów elektroenergetycznych. Praca zbiorowa pod red. K. Wilkosza. Sekcja Systemów Elektroenergetycznych Komitetu Elektrotechniki PAN, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002, s. 321-336.
- [30] Bujko J., Stawski P.: Praca bloków elektrowni ciepłych w warunkach rynku energii. Energetyka, nr 12, 2003, s. 793-797.
- [31] Busłowicz M.: Stabilność układów liniowych stacjonarnych o niepewnych parametrach. Dział Wydawnictw i Poligrafii, Politechnika Białostocka, Rozprawy Naukowe nr 48, Białystok 1997.
- [32] Busłowicz M.: Odporna stabilność układów dynamicznych liniowych stacjonarnych. Dział Wydawnictw i Poligrafii, Politechnika Białostocka, Białystok 2000.
- [33] Cempel C.: Wstęp do teorii i inżynierii systemów, Poznań 2000, e-skrypt, <http://neur.am.put.poznan.pl>
- [34] Chang C.S., Yu Q.Z., Liew A.C., Elangovan, S.: Genetic algorithm tuning of fuzzy SVC for damping power system inter-area oscillations. Fourth Int. Conf. on Advances in Power System Control, Operation and Management, 1997, APSCOM-97, vol. 2, s. 509-514.
- [35] Chapellat H., Bhattacharyya S.P.: A generalization of Kharitonov's theorem; Robust stability of interval plants. IEEE Transaction on Automatic Control, vol. 34, No 3, March 1989, s. 306-311.
- [36] Chaudhuri B., Pal B.C.: Robust damping of multiple swing modes employing global stabilizing signals with a TCSC. IEEE Transactions on Power Systems, vol. 19, No 1, Feb. 2004, s. 499-506.
- [37] Chen D., Mohler R.R., Chen L.-K.: Synthesis of neural controller applied to flexible AC transmission systems. IEEE Transactions on Circuits and Systems - Part I: Fundamental theory and applications, vol. 47, No 3, March 2000, s. 376-388.
- [38] Chen C.-T., Wang M.-D.: Robust controller design for interval process systems. Computers & Chemical Engineering, vol. 21, No 7, 1997, s. 739-750.
- [39] Chiodo E., Lauria D.: Transient stability evaluation of multimachine power systems: a probabilistic approach based upon the extended equal area criterion. IEEE Proc. - Gener. Transm. Distrib., vol. 141, No 6, November 1994, s. 545-553.
- [40] Croustillat E.O.: Incorporating risk and uncertainty in power system planning. The World Bank Industry and Energy Department, Industry and Energy Department Working Paper, Energy Series Paper, No 17, June 1989.
- [41] Dimitrovski A., Tomsovic K.: Uncertainty in Load Flow Modeling: Application of the Boundary Load Flow. Automation of Electric Power Systems: Special Issue on Developments in Load Flow and Optimal Power Flow Techniques, ISSN 1000-1026, vol. 29, No 16, Aug. 25, 2005, s. 6-15.
- [42] Dimitrovski A., Tomsovic K.: Market feedback for bounding future uncertainties in power system planning. Proc. of the 2005 Int. Conf. on Intelligent System Applications to Power Systems, Washington, DC, Nov. 2005.
- [43] Djaferis T.E.: Robust Control Design: A Polynomial Approach. Kluwer Academic Publishers, Boston 1995.
- [44] Dohrzański S.: Perspektywy rozwoju systemu elektroenergetycznego z

[44] Dobrzański S.: Perspektywy rozwoju systemów elektroenergetycznego z uwzględnieniem uwarunkowań rynkowych, ekologicznych i nowych technologii wytwarzania. XI Międzynar. Konf. Nauk. Aktualne Problemy w Elektroenergetyce, Jurata, 11-13 czerwca 2003, t. V, s. 3-21.

[45] Dobson I., Greene S., Rajaraman R., DeMarco C.L., Alvarado F.L., Glavic M., Zhang J., Zimmerman R.: Electric Power Transfer Capability: Concepts, Applications, Sensitivity, Uncertainty. Power Systems Engineering Research Center. Nov. 2001, <http://www.pserc.comell.edu/tcc/info.html>

[46] Elektroenergetyczne układy przesyłowe. Praca zbiorowa. WNT, Warszawa 1997.

[47] Ellithy K.A., A. Al-Naamany: A hybrid neuro-fuzzy SVC stabilizers for power

system damping improvement in the presence of load parameters uncertainty.

Electric Power Systems Research, vol. 56, No 3, 2000, s. 211-223.

[48] Fan L., Feliachi A., Schoder K.: Selection and design of TCSC control signal in damping power system inter-area oscillations for multiple operating conditions. Electric Power Systems Research, 62, 2002, s. 127-137.

[49] Fang D.Z., Xiaodong Y., Chung T.S., Wong K.P.: Adaptive fuzzy-logic SVC damping controller using strategy of oscillation energy descent. IEEE Transactions on Power Systems, vol. 19, No 3, Aug. 2004, s. 1414-1421.

[50] Findeisen W. (red.): Analiza systemowa. Podstawy metodologiczne. PWN, Warszawa 1985.

[51] Folly K.A., Magidimisa M.: Power Systems Stabilization Considering System Uncertainties. Inaugural IEEE PES 2005 Conf. and Exposition in Africa, Durban, South Africa, 11-15 July 2005, s. 249-255.

[52] Frydrychowski R.: Odnawialne źródła energii. XI Międzynar. Konf. Nauk. Aktualne Problemy w Elektroenergetyce, Jurata, 11-13 czerwca 2003, t. V, s. 105-112.

[53] Fuzzy Sets and Systems. Special Issues, vol. 102, No 1, 1999, s. 1-133.

[54] Gapys T., Gluszek A., Paprocki R.: Nowe podejście do oceny opłacalności inwestycji w systemie przesyłowym w warunkach rynku energii elektrycznej. X Międzynar. Konf. Nauk. Aktualne Problemy w Elektroenergetyce, Jurata, 6-8 czerwca 2001, t. III, s. 13-20.

[55] Gładys H., Matla R.: Praca elektrowni w systemie elektroenergetycznym. WNT, Warszawa 1999.

[56] Green M., Limebeer D.J.N.: Linear robust control. Prentice Hall, London 1995.

[57] Gutenbaum J.: Modele matematyczne systemów. Omnitech, Warszawa 1992.

[58] Hellman W., Szczerba Z.: Regulacja częstotliwości i napięcia w systemie elektroenergetycznym. WNT, Warszawa 1978.

[59] Henry S., Pompee J., Devatine L., Bulot M., Bell K.: New trends for the assessment of power system security under uncertainty. IEEE PES Power Systems Conf. and Exposition, 2004, 10-13 Oct. 2004, vol. 3, s. 1380-1385.

[60] Hingorani N.G., Gyugyi L.: Understanding FACTS: Concepts and Technology of Flexible AC Transmission Systems. Wiley-IEEE Press, New York 1999.

[61] Hiskens I.A., Alseddiqui J.: Sensitivity, approximation and uncertainty in power system dynamic simulation. IEEE Transactions on Power Systems, vol. 21, No 4, Nov. 2006, s. 1808-1820.

[62] Hiskens I.A., Milanovic J.V.: Load modelling in studies of power system damping. IEEE Transactions on Power Systems, vol. 10, No 4, Nov. 1995, s. 1781-1788.

[63] Hiskens I.A., Pai M.A., Nguyen T.B.: Bounding uncertainty in power system dynamic simulations. Proc. of the IEEE PES 2000 Winter Meeting, Singapore, 23-27 Jan. 2000, vol. 2, s. 1533-1537.

[64] Ho M.T., Datta A., Bhattacharyya S.P.: A linear programming characterization of all stabilizing PID controllers. Proc. of the American Control Conf., Albuquerque, New Mexico, 4-6 June 1997, vol. 6, s. 3922-3928.

[65] Holttinen H.: Impact of hourly wind power variations on the system operation in the Nordic countries. Wind Energy, vol. 8, No 2, April/June 2005, s. 197-218.

[66] Hrubji R., Piotrowska J., Zdun Z.: Modele KSE w układzie normalnym - nowe elementy. XI Międzynar. Konf. Nauk. Aktualne Problemy w Elektroenergetyce, Jurata, 11-13 czerwca 2003, t. I, s. 19-26.

[67] Huang, P.-H.: Analysis of power system dynamic stability via fuzzy concepts.

IEEE Int. Conf. on Systems, Man and Cybernetics, 18-21 Oct. 1992, s. 1584-1588.

[68] Huang Y.J., Wang Y.-J.: Robust PID tuning strategy for uncertain plants based on the Kharitonov theorem. ISA Transactions, vol. 39, No 4, Sept. 2000, s. 419-431.

[69] IEEE Committee Report: Current usage and suggested practices in power system stability simulations for synchronous machines. IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 1, No 1, March 1986, s. 77-93.

[70] IEEE Recommended practice for excitation system models for power system stability studies. IEEE Standard 421.5-1992, 1992.

[71] IEEE Special Stability Controls Working Group. Static var compensator models for power flow and dynamic performance simulation. IEEE Transactions on Power Systems, vol. 9, No 1, Feb. 1994, s. 229-240.

[72] Instrukcja eksploatacji generatorów i kompensatorów synchronicznych. Instytut Energetyki, Warszawa 1980.

[73] Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej - Warunki korzystania, prowadzenia ruchu, eksploatacji i planowania rozwoju sieci. PSE - Operator S.A., Warszawa 2006.

[74] Irvani M.R., Dandeno P.L., Nguyen K.H., Zhu D., Maratukulam D.: Applications of static phase shifters in power systems. IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 9, No 3, July 1994, s. 1600-1608.

[75] Irvani M.R., Maratukulam D.: Review of semiconductor-controlled static phase

- sniners for power system applications. IEEE Transaction on Power Systems, vol. 9, No 4, Nov. 1994, s. 1833-1839.
- [76] Janiczek R.S.: Operatorzy systemu elektroenergetycznego a rynek energii elektrycznej. Problemy systemów elektroenergetycznych. Praca zbiorowa pod red. K. Wilkosza. Sekcja Systemów Elektroenergetycznych Komitetu Elektrotechniki PAN, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002, s. 71-97.
- [77] Janiczek R.S.: Eksploatacja elektrowni parowych. WNT, Warszawa 1992.
- [78] Januszewski M.: Urządzenia FACTS jako środek poprawy stabilności systemu elektroenergetycznego. Rozprawa doktorska, Politechnika Warszawska, Warszawa 2001.
- [79] Jasicki Z.: Elektromechaniczne stany przejściowe w systemach elektroenergetycznych. T. 1. PWN, Warszawa 1987.
- [80] Jastriebow A., Wciślik M.: Optymalizacja - teoria, algorytmy i ich realizacja w Matlabie. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2004.
- [81] Jiang F., Choi S.S., Shrestha G.: Power system stability enhancement using static phase shifter. IEEE Transactions on Power Systems, vol. 12, No 1, Feb. 1997, s. 207-214.
- [82] Jones L., Webb J., Donohoo K., Santos J.: Modeling RTO/ISO power systems for real time operations and planning. Grand Challenges in Electric Power Engineering, Wednesday, 24 July, 2002, IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, 2002.
- [83] Kabziński J.: Projektowanie układów automatycznej regulacji z zastosowaniem warunków wrażliwości modów. Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej, z. 637, Seria Rozprawy Naukowe, nr 162, 1992.
- [84] Kaczorek T.: Teoria sterowania i systemów. PWN, Warszawa 1996.
- [85] Kaczorek T.: Teoria układów regulacji automatycznej. WNT, Warszawa 1977.
- [86] Kasprzyk S.: Aktualne problemy operatora systemu przesyłowego. XII Międzynar. Konf. Nauk. Aktualne Problemy w Elektroenergetyce, Jurata, 8-10 czerwca 2005, t. V, s. 3-13.
- [87] Kazemi A., Andami H.: FACTS devices in deregulated electric power systems: a review. Proc. of the 2004 IEEE Int. Conf. on Electric Utility Deregulation, Restructuring and Power Technologies, 2004. (DRPT 2004), April 2004 Hong Kong, s. 337-342.
- [88] Kądziaława A.: Analiza wrażliwości rynkowych cen energii na zmienność warunków pracy krajowego systemu elektroenergetycznego. X Międzynar. Konf. Nauk. Aktualne Problemy w Elektroenergetyce, Jurata, 6-8 czerwca 2001, t. III, s. 163-170.
- [89] Kądziaława A.: Uwarunkowania rynkowe bezpieczeństwa elektroenergetycznego. Elektroenergetyka, Nr 1, 2005, s. 1-16.
- [90] Keel L.H., Bhattacharyya S.P.: Robust parametric classical control design. IEEE Transaction on Automatic Control, vol. 39, No 7, July 1994, s. 1524-1530.
- [91] Keel L.H., Bhattacharyya S.P.: Robust, Fragile, or Optimal? IEEE Transaction on Automatic Control, vol. 42, No 8, Aug. 1997, s. 1098-1105.
- [92] Kharitonov V.L.: Ob asimptoticheskoj ustojczivosti položenija rawnowiesija semistwa sistiem liniejnyh differencjalnyh urawnienij. Diff. Uravn., 1978, vol. 4, no. 11, s. 2086-2088.
- [93] Khutoryansky E., Pai M.A.: Parametric robust stability of power systems using generalized Kharitonov's theorem. Proc. of the 36th IEEE Conf. on Decision and Control, 1997, vol. 4, s. 3097-3099.
- [94] Kocot H., Korab R., Żmuda K.: Opłaty przesyłowe w sieciach elektroenergetycznych zamkniętych. Problemy systemów elektroenergetycznych. Praca zbiorowa pod red. K. Wilkosza. Sekcja Systemów Elektroenergetycznych Komitetu Elektrotechniki PAN, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002, s. 247-272.
- [95] Koziński W.: Projektowanie regulatorów. Wybrane metody klasyczne i optymalizacyjne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2004.
- [96] Kremens Z., Sobierajski M.: Analiza systemów elektroenergetycznych. WNT, Warszawa 1996.
- [97] Ku A.: Modelling Uncertainty in Electricity Capacity Planning. Thesis submitted to the University of London for the degree of Doctor of Philosophy London Business School, February 1995, <http://www.analyticalq.com/thesis/>
- [98] Kundur P.: Power system stability and control. McDraw-Hill, New York 1994.
- [99] Kundur P., Klein M., Rogers G.J., Zywno M.S.: Application of power system stabilizers for enhancement of overall system stability. IEEE Transactions on Power Systems, 1989, vol. 4, No 2, s. 614-626.
- [100] Kwiesielewicz M.: Different frameworks for handling uncertainties. www.ely.pg.gda.pl/~mkwies/
- [101] Lachs W.R., Sutanto D.: Uncertainty in electricity supply controlled by energy storage. Int. Conf. on Energy Management and Power Delivery, Singapore 1995. Proc. of EMPD'95, 21-23 Nov. 1995, vol. 1, s. 302-307.
- [102] Larsen E.V., Sanchez-Gasca J.J., Chow J.H.: Concept for design of FACTS controllers to damp power swings. IEEE Transactions on Power Systems, vol. 10, No 2, May 1995, s. 948-955.
- [103] LaSalle J., Lefschetz S.: Zarys teorii stabilności Lapunowa i jego metody bezpośrednio. PWN, Warszawa 1966.
- [104] La Scala M., Sbrizzai R., Torelli F., Trovato M.: Enhancement of interconnected power system stability using a control strategy involving static phase shifters. Electrical Power and Energy Systems, vol. 15, No 6, 1993, s. 387-396.
- [105] Latek W.: Teoria maszyn elektrycznych. WNT, Warszawa 1987.
- [106] Laudyn D., Pawlik M., Strzelczyk F.: Elektrownie. WNT, Warszawa 1995.

- [107] Liu Q., Vittal V., Elia N.: LPV supplementary damping controller design for a thyristor controlled series capacitor (TCSC) device. *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 21, No 3, Feb. 2006, s. 1242-1249.
- [108] Lubośny Z.: Self-organising controllers of generation unit in electric power system. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 1999.
- [109] Ma T.-T.: Adaptive Power System Damping Control Strategies for a Variable Structure Unified Power Flow Controller (VSUPFC). *Proc. of Conf. Energy and Power System, EPS 2005*, 4/18/2005-4/20/2005, Krabi, Thailand.
- [110] Machowski J.: Elastyczne systemy przesyłowe - FACTS. *Przegląd Elektrotechniczny*, nr 7, 2002, s. 189-196.
- [111] Machowski J.: Zastosowanie rozległych systemów pomiarowych w automatyce przeciwwarjacyjnej systemu elektroenergetycznego. *Przegląd Elektrotechniczny*, nr 2, 2005, s. 1-15.
- [112] Machowski J., Bialek J.W., Bumby J.R.: *Power System Dynamics and Stability*. John Wiley&Sons, Chichester 1997.
- [113] Machowski J., Nelles D.: Power system transient stability enhancement by optimal control of static VAR compensators. *Electrical Power and Energy Systems*, 14(6), 1992, s. 411-421.
- [114] Majchrzak H.: Analiza wpływu technologii uruchomienia i odstawiania bloków energetycznych na straty energii i koszty rozruchowe. *Archiwum Energetyki*, t. XXXIII, nr 1-2, 2004, s. 77-112.
- [115] Majumder R., Pal B.C., Dufour C., Korba P.: Design and real-time implementation of robust FACTS controller for damping inter-area oscillation. *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 21, No 2, Feb. 2006, s. 809-816.
- [116] Makarov Y.V., Hill D.J., Milanovic J.V.: Effect of Load Uncertainty on Small Disturbance Stability Margins in Open-Access Power Systems. *Proc. Hawaii Int. Conf. on System Sciences HICSS-30*, Kihei, Maui, Hawaii, January 7-10, 1997, vol. 5, s. 648-657.
- [117] Malko J.: Wybrane zagadnienia prognozowania w elektroenergetyce. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1995.
- [118] Malko J., Weron A.: Strategie zarządzania ryzykiem na rynku energii elektrycznej. Praca zbiorowa pod red. K. Wilkosza. Sekcja Systemów Elektroenergetycznych Komitetu Elektrotechniki PAN, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002.
- [119] Matla R.: *Gospodarka elektroenergetyczna*. Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1988.
- [120] Meliopoulos A.P.S., Cokkinides G.J., Chao X.Y.: A new probabilistic power flow analysis metod. *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 5, No 1, Feb. 1990, s. 182-190.
- [121] Miranda V., Saraiva J.T.: Fuzzy Modelling of Power System Optimal Power Flow. *IEEE Trans. on PWRs*, vol. 7, No 2, May 1992, s. 843-849.
- [122] Misiorek A., Weron R.: Zastosowanie zmiennych zewnętrznych w celu zwiększenia dokładności prognoz zapotrzebowania na energię elektryczną. *XII Międzynar. Konf. Nauk. Aktualne Problemy w Elektroenergetyce*, Jurata, 8-10 czerwca 2005 r., t. III, s. 25-32.
- [123] Mithulananthan N., Canizares C.A., Reeve J., Rogers G.: Comparison of PSS, SVC, and STATCOM controllers for damping power system oscillations. *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 18, No 2, May 2003, s. 786-792.
- [124] Mithulananthan N. et al.: Application of FACTS Controllers in Thailand Power Systems. RTG Budget-Joint Research Project, <http://www.serd.ait.ac.th/ep/facts>
- [125] Modeling of Power Electronics Equipment (FACTS) in Load Flow and Stability Programs. CIGRE Task Force 38.01.08, Technical Brochure 145, August 1999.
- [126] Nahman J., Kokljev I.S.: Probabilistic steady-state power system security indices. *Electrical Power and Energy Systems*, 21(7), 1999, s. 515-522.
- [127] Nazarko J.: Estymacja stanów pracy elektroenergetycznych sieci rozdzielczych. *Rozprawy Naukowe nr 9*, Wydawnictwa Politechniki Białostockiej, 1991.
- [128] Nejmark, J.J.: *Dinamiczeskije sistemy i upravljajemyje processy*. Nauka, Moskwa 1978.
- [129] Niederliński A., Mościński J., Ogonowski Z.: *Regulacja adaptacyjna*, PWN, Warszawa 1995.
- [130] Norma PN-EN 60034-1:2001. *Maszyny elektryczne wirujące. Dane znamionowe i parametry*.
- [131] Noroozian N., Andersson G.: Damping of inter-area and local modes by use of controllable components. *IEEE Transaction on Power Delivery*, vol. 10, No 4., Oct. 1995, s. 2007-2012.
- [132] Noroozian N., Andersson G.: Damping of power system oscillations by use of controllable components. *IEEE Transaction on Power Delivery*, vol. 9, No 4., Oct. 1994, s. 2046-2054.
- [133] Noroozian M., Ghandhari M., Andersson G., Gronquist J., Hiskens I.: A robust control strategy for shunt and series reactive compensators to damp electromechanical oscillations. *IEEE Transaction on Power Delivery*, vol. 16, No 4., Oct. 2001, s. 812-817.
- [134] Oberkampf W. L., DeLand S.M., Rutherford B.M., Diegert K.V., Alvin K.F.: Error and uncertainty in modeling and simulation. *Reliability Engineering and System Safety*, vol. 75, No 3, 2002, s. 333-357.
- [135] Oberkampf W.L., Helton J.C., Joslyn C.A., Wojtkiewicz S.F., Ferson S.: Challenge problems: uncertainty in system response given uncertain parameters. *Reliability Engineering and System Safety*, vol. 85, No 1-3, 2004, s. 11-19.
- [136] Opalski L.J.: Metody i algorytmy optymalizacji jakości układów elektronicznych. *Pr. Nauk. Politechniki Warszawskiej, Elektronika*, 7, 195, 2002

- elektronicznych. Pr. Nauk. Politechniki Warszawskiej, Elektronika, z. 155, 2002.
- [137] Othman H.A., Chow J.H., Taranto G.N.: Modeling of Impedance Uncertainty in Power System Networks. Proc. of the 31st IEEE Conf. on Decision and Control, 12-18 Dec. 1992, s. 591-592.
- [138] Pai M.A., Ranjan R.K., Sauer P.W.: Robust stability in power systems with nonlinear loads using generalized Kharitonov's theorem. Electric Power & Energy Systems, vol. 16, No 5, 1994, s. 321-328.
- [139] Pai M.A., Sauer P.W.: A framework for application of generalized Kharitonov's theorem in the robust stability analysis of power systems. Proc. of the 28th IEEE Conf. on Decision and Control, 1989, vol. 2, s. 1818-1821.
- [140] Pai M.A., Voumas C.D., Michel A.N., Ye H.: Applications of interval matrices in power system stabilizer design. Electrical Power and Energy Systems, 19(3), 1997, s. 179-184.
- [141] Pal B.C.: Robust damping of interarea oscillations with unified power-flow controller. IEE Proc. - Gener. Transm. Distrib., vol. 149, No 6, Nov. 2002, s. 733-738.
- [142] Pal B.C., Chaudhuri B.: Robust control in power systems. Springer, New York 2005.
- [143] Pal B.C., Chaudhuri B., Zolotas A.C., Jaimoukha I.M.: Simultaneous stabilisation approach for power system damping control design through TCPAR employing global signals. IEE Proc. - Gener. Transm. Distrib., vol. 151, No 1, January 2004, s. 43-50.
- [144] Parol M.: Optymalizacja konfiguracji sieci elektroenergetycznych wielokrotnie zamkniętych 110 kV za pomocą adaptacyjnych technik ewolucyjnych. Pr. Nauk. Politechniki Warszawskiej, Elektryka, z. 126, Warszawa 2003.
- [145] Parol M.: Metody optymalizacji rozpiętych mocy w systemie elektroenergetycznym. XII Międzynar. Konf. Nauk. Aktualne Problemy w Elektroenergetyce, Jurata, 8-10 czerwca 2005, t. I, s. 187-196.
- [146] Paska J.: Niezawodność systemów elektroenergetycznych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
- [147] Paska J.: Wytwarzanie energii elektrycznej. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
- [148] Paszek S.: Optymalizacja: stabilizatorów systemowych w systemie elektroenergetycznym. Zeszyty Naukowe nr 1388, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1998.
- [149] Pełczewski W.: Teoria sterowania. WNT, Warszawa 1980.
- [150] Piotrowski P.: Krótkoterminowe prognozy zapotrzebowania na energię elektryczną dla spółek dystrybucyjnych w warunkach rynku energii przy wykorzystaniu technik sztucznej inteligencji. X Międzynar. Konf. Nauk. Aktualne Problemy w Elektroenergetyce, Jurata, 6-8 czerwca 2001, t. III, s. 117-124.
- [151] Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną. PSE SA, Warszawa 2000.
- [152] Popczyk J.: Modele probabilistyczne w sieciach elektroenergetycznych. WNT, Warszawa 1991.
- [153] Poradnik inżyniera elektryka. Praca zbiorowa. T. 2. WNT, Warszawa 1995.
- [154] Praprost K.L., Loparo K.A.: Power system transient stability analysis for random initial conditions and parameters. IEEE Int. Conf. on Systems, Man and Cybernetics, 18-21 Oct. 1992, vol. 1, s. 761-767.
- [155] Prawo energetyczne. Dziennik Ustaw, 1997, nr 54.
- [156] Qian Liu: Damping controller design for FACTS devices in power systems using novel control techniques. PhD dissertation, Iowa State University, Ames 2006.
- [157] Ramirez J.M., Coronado I.: Allocation of the UPFC to enhance the damping of power oscillations. Electrical Power and Energy Systems, 24(5), 2002, s. 355-362.
- [158] Raport roczny z funkcjonowania KSE i RB, Raport 2005, Część I "Raport z funkcjonowania Krajowego Systemu Elektroenergetycznego 2005 roku", <http://www.pse-operator.pl>
- [159] Raport roczny 2001, PSE S.A, <http://www.pse.pl>
- [160] Raport roczny 2005, PSE S.A, <http://www.pse.pl>
- [161] Rasolomampionona D.D.: Analysis of the power system steady-state stability. Influence of the load characteristic. Archives of Electrical Engineering, vol. XLIX, 2000, No 1, s. 65-101.
- [162] Rasolomampionona D.D., Machowski J.: Współdziałanie ARCM oraz urządzeń FACTS w regulacji połączonych systemów elektroenergetycznych. XI Międzynar. Konf. Nauk., Aktualne Problemy w Elektroenergetyce, Jurata, 11-13 czerwca 2003, t. 1, s. 269-276.
- [163] Robak S.: Optymalne sterowanie urządzeniem FACTS typu PST. Przegląd Elektrotechniczny, nr 2, 2003, s. 49-52.
- [164] Robak S.: Nowa metoda hierarchicznego sterowania generatorów synchronicznych poprawiająca stabilność systemu elektroenergetycznego. Rozprawa doktorska, Wydział Elektryczny Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999.
- [165] Robak S.: Metody opisu niepewności parametrów układu w badaniach systemu elektroenergetycznego. Przegląd Elektrotechniczny, nr 5, 2006, s. 72-76.
- [166] Robak S.: Ocena przydatności wybranych sygnałów mierzalnych lokalnie do sterowania za pomocą stabilizatora systemowego. Archiwum Energetyki, t. XXIX, 2000, nr 3-4, s. 93-114.
- [167] Robak S.: Analiza układu jednomaszynowego generator - sieć sztywna z urządzeniem FACTS typu PST. XI Międzynar. Konf. Nauk. Aktualne Problemy w Elektroenergetyce, Jurata, 11-13 czerwca 2003, t. I, s. 341-348.
- [168] Robak S.: Analysis of state variable control of UPFC device in multi-machine

power system. 39th Int. Universities Power Engineering Conf., 6-8 September 2004, Bristol, UK, vol. 1, s. 308-311.

[169] Robak S.: Analiza interakcji układów regulacji w wielomaszynowym systemie elektroenergetycznym - przegląd metod. Energetyka, Zeszyt tematyczny, nr VII, czerwiec 2005, s. 78-82.

[170] Robak S., Rasolomampionona D.D.: Effectiveness of power system oscillation damping using TCPAR devices. 39th Int. Universities Power Engineering Conf., 6-8 September 2004, Bristol, UK, vol. 1, s. 270-273.

[171] Robak S., Rasolomampionona D.D.: Advanced modelling of generator infinite busbar system including thyristor controlled phase shift transformer. Archives of Electrical Engineering, vol. LII (204), No 2, 2003, s. 201-219.

[172] Robak S., Rasolomampionona D.D.: Selection of PST control signal using block diagram transfer function model. IEEE Bologna Power Tech 2003, Bologna, June 23-26, 2003.

[173] Robak S., Rasolomampionona D.D.: Modelowanie systemu elektroenergetycznego z uwzględnieniem urządzenia FACTS typu PST. Archiwum Energetyki, t. XXXII, nr 1-2, 2003, s. 3-22.

[174] Robak S., Rasolomampionona D.D.: Zastosowanie analizy charakterystyk transmitancji do wyboru lokalizacji urządzenia UPFC. Przegląd Elektrotechniczny, nr 11, 2003, s. 833-836.

[175] Robak S., Rasolomampionona D.D., Januszewski M.: Influence of FACTS device like UPFC on damping of electromechanical swings. Part I: Multimachine system model for steady state analysis. Archives of Electrical Engineering, vol. LII (206), No 4, 2003, s. 399-419.

[176] Robak S., Rasolomampionona D.D., Januszewski M.: Influence of FACTS device like UPFC on damping of electromechanical swings. Part II. Application of the LQR technique to design of UPFC controller. Archives of Electrical Engineering, vol. LIII (207), No 1, 2004, s. 35-48.

[177] Robak S., Rasolomampionona D.D., Januszewski M.: Damping of power swings using FACTS device of the TCPS type. Modelling and laboratory experiments. Int. J. of Electrical Engineering Education, vol. 44, No 3, 2007, s. 263-279.

[178] Rocco S.C.M.; Klindt W.: Distribution systems reliability uncertainty evaluation using an interval arithmetic approach. Proc. of the 1998 Second IEEE Int. Caracas Conf. on Devices, Circuits and Systems, 2-4 March 1998, s. 421-425.

[179] Sadegh M.O., Lo K.L.: Decentralised coordination of facts devices for power system stability enhancement using intelligent programming. COMPEL: The Int. J. for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering, vol. 24, No 1, 2005, s. 179-201.

[180] Sadikovic R., Korba P., Andersson G.: Self-tuning controller for damping of power system oscillations with FACTS devices. IEEE Power Engineering Society

General Meeting, 18-22 June 2006, Montreal.

[181] Sanchez-Gasca J.J., Chow J.H.: Power system reduction to simplify the design of damping controllers for interarea oscillations. IEEE Trans. On Power Systems, vol. 11, No 3, Aug. 1996, s. 1342-1348.

[182] Schweppe F.C.: Układy dynamiczne w warunkach losowych. WNT, Warszawa 1978.

[183] Siodelski A: Analiza pracy wybranych regulatorów grupowych dla transformatorów zasilających sieci 110 kV. X Międzynar. Konf. Nauk. Aktualne Problemy w Elektroenergetyce, Jurata, 6-8 czerwca 2001, t. II, s. 171-180.

[184] Siwek K.: Prognozowanie obciążeń w systemie elektroenergetycznym przy wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych, Rozprawa doktorska, Politechnika Warszawska, Warszawa 2000.

[185] Skogestad S., Postlethwaite I.: Multivariable Feedback Control: Analysis and Design. John Wiley&Sons, Chichester 1996.

[186] Soliman H.M., Elshafei A.L., Shaltout A.A., Moris M.F.: Robust power system stabilizer. IEE Proc. - Electr. Power Appl., vol. 147, No 5, September 2000, s. 285-291.

[187] Son K.M., Park J.K.: On the robust LQG control of TCSC for damping power system oscillations. IEEE Transactions on Power Systems, vol. 15, No 4, Nov. 2000, s. 1306-1312.

[188] Söylemez M.T., Munro N., Baki H.: Fast calculation of stabilizing PID controllers. Automatica, vol. 39, No 1, 2003, s. 121-126.

[189] Statystyka elektroenergetyki polskiej 2004. Agencja Rynku Energii S.A., Warszawa 2005.

[190] Statystyka elektroenergetyki polskiej 2005. Agencja Rynku Energii S.A., Warszawa 2006.

[191] Sullivan D.J.: Improvements in Voltage Control and Dynamic Performance of Power Transmission Systems Using Static VAR Compensators (SVC). Master's Thesis, University of Pittsburgh, School of Engineering, Pittsburgh 2006.

[192] Tan N.: Computation of stabilizing Lag/Lead controller parameters. Computers and electrical Engineering, vol. 29, No 8, Nov. 2003, s. 835-846.

[193] Tan N., Kaya I., Yeroglu C., Atherton D.P.: Computation of stabilizing PI and PID controllers using stability boundary locus. Energy Conversion and Management, vol. 47, No 18-19, Nov. 2006, s. 3045-3058.

[194] Wang H.: The Effectiveness Function to Select Robust and Non-negatively Interactive Installing Locations and Feedback Signals of FACTS-based Stabilizers. Electric Power Components and Systems, vol. 27, No 12, Nov. 1999, s. 1299-1312.

[195] Wang H.F.: Selection of robust installing locations and feedback signals of FACTS-based stabilizers in multi-machine power systems. IEEE Transactions on Power Systems, vol. 14, No 2, May 1999, s. 569-574.

[196] Wang H.F., Swift F.L.: Application of the Phillips-Heffron model in the analysis

- [196] Wang H.F., Swift F.J.: Application of the Timpone-Henrich model in the analysis of the damping torque contribution to Power systems by SVC damping control. *Electrical Power and Energy Systems*, 18(5), 1996, s. 307-313.
- [197] Wang H.F., Swift F.J.: A unified model for the analysis of FACTS devices in damping power system oscillations. Part I. Single-machine infinite-bus power systems. *IEEE Transaction on Power Delivery*, vol. 12, No 2, April 1997, s. 941-946.
- [198] Wang H.F., Swift F.J., Li M.: A unified model for the analysis of FACTS devices in damping power system oscillations. Part II. Multi-machine power systems. *IEEE Transaction on Power Delivery*, vol. 13, No 4, Oct. 1998, s. 1355-1362.
- [199] Wang H.F., Xu H.Z.: FACTS-based stabilizers to damp power system oscillations - a survey. 39th Int. Universities Power Engineering Conf., 2004, UPEC 2004, vol. 1, 6-8 Sept. 2004, s. 318-322.
- [200] Wang K.W., Chung C.Y., Tse C.T., Tsang K.M.: Multimachine Eigenvalue Sensitivities of Power System Parameters. *IEEE Trans. on Power Systems*, vol. 15, No 2, May 2000, s. 741-747.
- [201] Wang L., Wang Z., Yu W., Zhang L.: Edge Theorem for MIMO systems. *IEEE Transaction on Circuits and Systems - I: Fundamental Theory and Applications*, vol. 50, No 12, Dec. 2003, s. 1577-1580.
- [202] Wang Z., Alvarado F.L.: Interval arithmetic in power flow analysis. *IEEE Transaction on Power Systems*, vol. 7, No 3, August 1992, s. 1341-1349.
- [203] Wojciechowski K.: Systemy z niepewnością ograniczoną. Model, analiza i modyfikacja. Podejmowanie decyzji i reguły decyzyjne. Akademia Wydawnicza PLJ, Warszawa 1998.
- [204] Wróblewski J., Kreft M., Machoła M.M.: Obciążenie jednostek elektrowni szczytowo-pompowych w zależności od krzywej dobowego wytwarzanie mocy KSE. XII Międzynar. Konf. Nauk. Aktualne Problemy w Elektroenergetyce, Jurata, 8-10 czerwca 2005, t. I, s. 43-50.
- [205] www.elko.com.pl
- [206] www.ellaz.pl
- [207] www.elopole.com.pl
- [208] www.eltur.com.pl
- [209] www.mathworks.com
- [210] www.zepak.com.pl
- [211] www.pse-operator.pl
- [212] Yager R.R., Filev D.P.: Podstawy modelowania i sterowania rozmytego. WNT, Warszawa 1995.
- [213] Zajczyk R.: Blok wytwórczy w hierarchicznej strukturze sterowania U i Q. XI Międzynar. Konf. Nauk. Aktualne Problemy w Elektroenergetyce, Jurata, 11-13 czerwca 2003, t. I, s. 77-84.
- [214] Zajczyk R.: Modele matematyczne elementów systemu elektroenergetycznego do badania stanów niestabilnych i procesów regulacyjnych. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2003.
- [215] Zhao Q., Jiang J.: A TCSC damping controller design using robust control theory. *Electric Power and Energy Systems*, 20(1), 1998, s. 25-33.

Kolekcja	BazTech
Identyfikator YADDA	bwmeta1.element.baztech-article-PWA5-0020-0008
Identyfikatory	BazTech ID PWA5-0020-0008

