Krystian Leonard CHRZAN[1], Marek OLESZ[2], Stanisław WOJTAS[3]

Politechnika Wrocławska, Wydział Elektryczny W5/K1 (1), Politechnika Gdańska, Katedra Mechatroniki i Inżynierii Wysokich Napięć (2), (3) Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Oddział Gdańsk

doi:10.15199/48.2020.09.36

Pierwsze laboratoria wysokich napięć na ziemiach polskich

Streszczenie. *W publikacji przedstawiono pierwsze laboratoria wysokich napięć w Gdańsku, Wrocławiu, Lwowie, Warszawie, Gródku oraz osoby, które przyczyniły się do ich powstania. Alfons Hoffmann na Pomorzu, Ignacy Mościcki i Stanisław Jasilkowski we Lwowie i Kazimierz Drewnowski w Warszawie należą do pionierów i propagatorów techniki wysokich napięć w Polsce. Podczas budowy na początku ubiegłego stulecia nowoczesnych laboratoriów wykorzystywali nowatorskie pomysły oraz produkty wiodących firm, m in. fabryki transformatorów Siemens-Schuckert.*

Abstract*. The paper shows the high voltage laboratories in Gdansk, Wroclaw, Lwow, Warsaw, Grodek and their organizers. Alfons Hoffmann in Pomerania Province, Ignacy Mościcki and Stanislaw Jasilkowski in Lwow and Kazimierz Drewnowski in Warsaw belong to pioneers of high voltage engineering in Poland. These first laboratories were often equipped in transformers of Siemens-Schuckert company. (**The first high voltage laboratories in Poland**).*

Słowa kluczowe: Politechnika, elektrotechnika, transformator, generator udarowy
Keywords: Technical University, electrotechnics, transformer, impulse generator

Wstęp

Pod koniec XIX wieku wystąpił znaczny wzrost produkcji energii elektrycznej w Europie, zwłaszcza po rozpoczęciu eksploatacji 3-fazowej linii 25 kV z Lauffen do Frankfurtu nad Menem w 1891 roku. Około 20 lat później wybudowano pierwsze 3-fazowe linie przesyłowe o napięciu 110 kV (1912 r.) w Michigan i w Niemczech. Poziom transmisji 220 kV osiągnięto w Kalifornii w 1923 roku. W tym samym okresie do rozpoczęcia II wojny światowej napięcie nominalne linii przesyłowych w Polsce wynosiło tylko 60 kV i 150 kV. Jakość urządzeń wysokiego napięcia w pierwszych dziesięcioleciach XX wieku często nie była wysoka ponieważ firmy nie miały doświadczenia w produkcji urządzeń energetycznych. W związku z powyższym pojawiła się potrzeba budowy laboratoriów wysokich napięć zlokalizowanych w większych zakładach energetycznych i na uniwersytetach technicznych w celu sprawdzania materiałów i gotowych wyrobów, a także do kształcenia inżynierów elektryków w nowej specjalności.

Pierwsze laboratorium wysokiego napięcia na terytorium obecnie należącym do Polski powstało w Technische Hochschule Danzing po jej otwarciu w roku 1904, drugie zorganizowano w 1911 w Technische Hochschule Breslau, trzecie na Politechnice Lwowskiej w 1919, czwarte na Politechnice Warszawskiej w 1922, a piąte w Gródku w 1924 roku.

Laboratorium Politechniki Gdańskiej/ Technische Hochschule Danzing-Langfuhr [1, 2]

Politechnikę Gdańską otwarto w październiku 1904 roku. Budynek Instytutu Elektrotechnicznego (rys. 1) wybudowano w pobliżu budynku laboratorium maszynowego. Pierwszym dziekanem (Abteilungs-vorsteher) Wydziału III Maszynoznawstwa i Elektrotechniki został elektryk – prof. dr Gustav Roessler. Na kondygnacji przyziemnej mieściło się także Laboratorium Wysokich Napięć z kilkoma stanowiskami probierczymi, z których jedno umożliwiało wykonywanie badań wytrzymałości elektrycznej izolatorów pod deszczem. Napięcie probiercze stałe wytwarzano z zainstalowanych na miejscu dwóch prądnic o napięciu znamionowym 3 kV napędzanych silnikami bocznikowymi. Napięcie przemienne otrzymywano z dwóch transformatorów probierczych: jednego 20 kV/160 V, o mocy 5 kVA i drugiego 200 kV/220 V o mocy 35 kVA. Po roku 1920 zainstalowano dwa nowsze transformatory probiercze na napięcie odpowiednio 2×100 kV i 150 kV oraz dwustopniowy generator udarów 200 kV. Rysunek 2 przedstawia widok laboratorium wysokich napięć zamieszczony w publikacji z 1930 roku [13]. Powierzchnia pomieszczenia laboratoryjnego wynosiła 70 m^2. Widoczne na fotografii kondensator oraz transformator probierczy 150 kV pracują do dnia dzisiejszego. Pokazany na rysunku 3 wyżej wspomniany transformator 150 kV ma przełączalne zaciski uzwojeń strony górnego (GN) i dolnego napięcia (DN), co umożliwia zmianę napięcia i mocy transformatora zgodnie ze schematem – 150 kV - 20 kVA, 75 kV – 10 kVA lub 20 kVA oraz 37,5 kVA – 10 kVA. Transformatory w laboratorium wysokonapięciowym zasilano z dwóch zespołów przetwornic umieszczonych w laboratorium maszyn elektrycznych, które znajdowało się w tym samym budynku. Przetwornice przystosowano także do pracy równoległej zapewniając przy takim połączeniu moc około 120 kW.

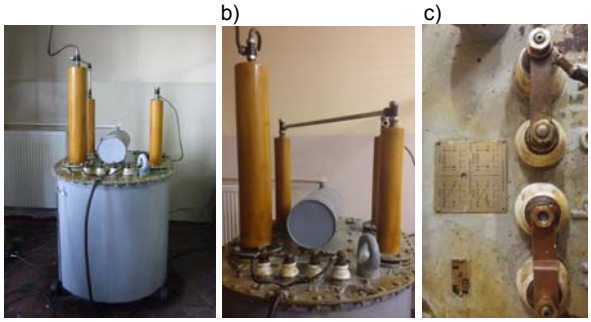
Na podkreślenie zasługuje fakt, że wysokie napięcie z transformatora znajdującego się w wyżej opisanym laboratorium doprowadzano za pomocą kabla do sali wykładowej o 196 miejscach mieszczącej się 2 kondygnacje wyżej, w której studenci mogli obserwować eksperymenty wysokonapięciowe. Rysunek 4 przedstawia fotografię frontowej ściany sali z kablami i głowicami wysokiego napięcia firmy Land- und Seekabelwerke widocznymi nad drzwiami po lewej stronie ściany [2, 13].

W tym samym miejscu funkcjonowało Laboratorium Wysokich Napięć (1945–1950) polskiej Politechniki Gdańskiej jeszcze w pierwszych latach po wojnie. Dopiero w roku 1951 prof. Stanisław Szpor zmienił lokalizację laboratorium z głównego budynku wydziału do dawnej loży masońskiej przy ulicy Własny Strzecha, gdzie była znacznie większa przestrzeń i tam pozostaje do dnia dzisiejszego.

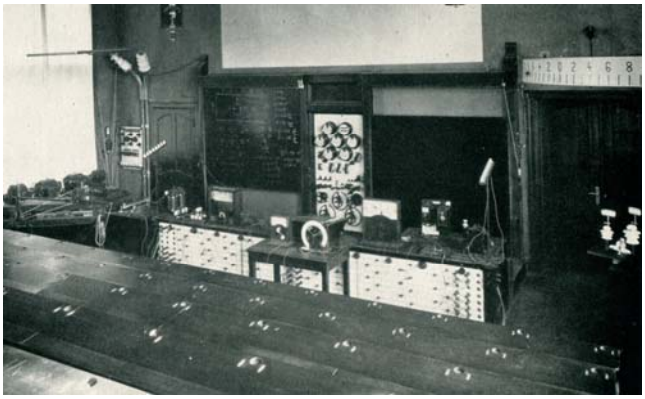
Rys. 1. Budynek Instytutu Elektrotechnicznego, na drugim planie Laboratorium Maszynowe z kominem i zbiornikiem wody. Źródło: www.google.com

Rys. 2. Fotgrafia laboratorium wysokich napięć wykonana przed rokiem 1930; w centralnym punkcie jest zawieszony kondensator powietrzny o pojemności 50 pF a po prawej stronie widoczny fragment transformatora o napięciu 150 kV [13]

a) b) c)



Rys. 3. Eksploatowany obecnie historyczny transformator olejowy 150 kV widoczny na rysunku 2, a) widok ogólny, b) zaciski strony górnego napięcia, c) zaciski strony dolnego napięcia



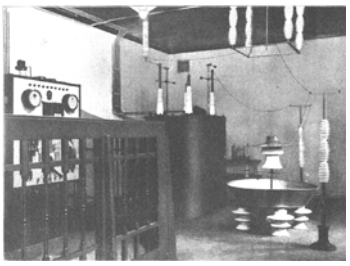
Rys. 4. Widok na przednią ścianę dużego audytorium; na pierwszym planie tablica rozdzielcza demonstracyjna, dalej główna tablica rozdzielcza i tablice do pisania a nad nimi ekran; po lewej stronie nad drzwiami dla wykładowcy widoczne kable wysokiego napięcia z głowicami [13]

Laboratorium Politechniki Wrocławskiej/Technische Hochschule Breslau [3, 4, 5]

Politechnika Wrocławska rozpoczęła działalność w październiku 1910 jako Technische Hochschule Breslau. Pierwszym kierownikiem Instytutu Elektrotechnicznego był Prof. Georg Hilpert (rys. 5a), a w latach 1936-1945 - prof. Paul Boening (rys. 5b). Otwarte w 1911 r. laboratorium wysokich napięć dysponowało transformatorem 20 kVA firmy Siemens-Schuckert-Werke o trzech zakresach napięcia 50, 100, 200 kV przełączanych na stronie niskiego napięcia 160 V (rys. 6). Drugi, niewidoczny na rys. 6 transformator 10 kVA miał również trzy zakresy 3,75; 7,5 i 15 kV. Dostęp do części wysokonapięciowej ograniczano drewnianą kratą z bramką zaopatrzoną w blokadę. Sterowanie napięciem wykonywano na tablicy umieszczonej na ścianie, przed drewnianą kratą. Obok transformatora 200 kV znajdowała się ocynkowana wanna o średnicy 1 m umieszczona na czterech izolatorach deltowych. Po wypełnieniu wanny olejem izolacyjnym wykonywano w niej badania wytrzymałości elektrycznej skrośnej dielektryków. Nad wanną zawieszono dyszę Köertinga do wytwarzania sztucznego deszczu o pionowo opadających kroplach. W następnych latach zbudowano w Instytucie generator udarowy 350 kV. W latach 1960-tych zakupiono transformator 800 kV i generator udarowy 1,8 MV wyprodukowany w ZWAR. Oryginalny transformator 200 kV Siemens-Schuckert przerobiono na transformator TPZ 160 kV 300 kVA według pomysłu Jerzego Lisieckiego (rys. 7). Z uwagi na znaczny poziom prądu zwarcia transformatora powyżej 6 A wykorzystywano go do prób zabrudzeniowych aż do roku 2014.

a b

Rys. 5. Prof. Georg Hilpert (a) i Prof. Paul Boening (b) [4]



Rys. 6. Najstarsze laboratorium wysokich napięć Politechniki Wrocławskiej [**3**]

Rys. 7. Transformator TPZ 160 kV 300 kVA przerobiony z niemieckiego transformatora 200 kV z TH Breslau wykorzystywany w latach 1962-2014 [5]

Laboratorium Politechniki Lwowskiej/ Technische Hochschule Lemberg

Laboratorium wysokich napięć umieszczono na parterze gmachu głównego Politechniki Lwowskiej w 1919 r. (lub jeszcze wcześniej). W 1930 r. laboratorium wyposażono w transformator 150 kV firmy Siemens-Schuckert (rys. 8), który do tej pory znajduje się w tym samym pomieszczeniu. W piwnicy, pod laboratorium wciąż pozostaje nieczynny już generator firmy Siemens, który ówcześnie zasilał energią elektryczną kampus Politechniki. Na Politechnice Lwowskiej wykład z ”Elementów Techniki Wysokich Napięć” prowadził

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

prof. Ignacy Mościcki [7], a w latach 1924-1938 zajęcia te kontynuował inż. Stanisław Jasilkowski, którego fotografia jest pokazana na rysunku 9.

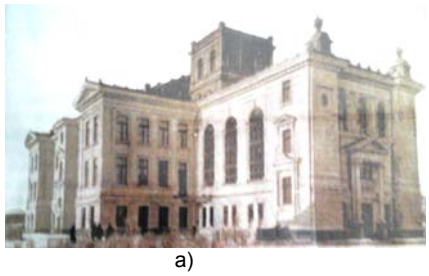
Stanisław Jasilkowski urodził się 20.11.1892 w Czerniowcach na Bukowinie gdzie ukończył liceum w 1912 roku. Jako oficer armii austriackiej dostał się w 1915 roku do niewoli. Od 1917 do 1920 roku pracował w belgijjskim Towarzystwie Tramways de Taschkent. W czerwcu 1924 uzyskał dyplom inżyniera elektryka na Politechnice Lwowskiej, gdzie rozpoczął pracę na stanowisku adiunkta w Katedrze Pomiarów Elektrotechnicznych prof. K. Idaszewskiego. W 1925 pracował w firmie Brown Boveri w Szwajcarii, gdzie samodzielnie opracował projekt elektryfikacji kolei Waedenswil-Einsiedeln i Pfaeffikon-Arth Golden. Od 1926 r. wykładał Zasady Elektrotechniki, Technikę Wysokich Napięć i Koleje Elektryczne. Wykonał m. in. projekty elektryfikacji Zborowa i Brodów, które zrealizowano w 1930 roku. W 1938 przeniósł się do Mościc, gdzie pracował w Zakładach Azotowych aż do emerytury. Zmarł w 1958 r. i został pochowany na cmentarzu komunalnym w Mościcach [14].

Rys. 8. Transformator 150 kV firmy Siemens-Schuckert znajdujący się obecnie w gmachu głównym Politechniki Lwowskiej [6]

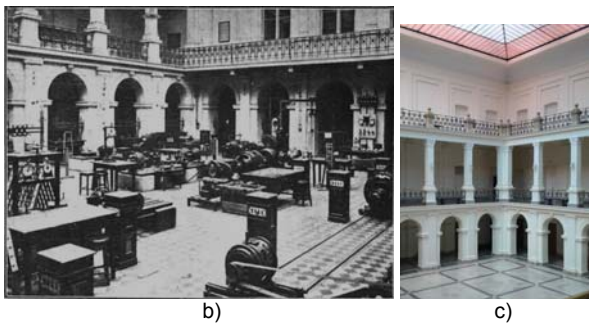
Rys. 9. Stanisław Jasilkowski - adiunkt Politechniki Lwowskiej [8]

Laboratorium Politechniki Warszawskiej

Już w czasach carskiego Instytutu Politechnicznego przed I wojną światową, w atrium Pawilonu Fizyki i Elektrotechniki (rys. 10) urządzono laboratorium maszynowe z licznymi silnikami, prądnicami i transformatorami. Kazimierz Drewnowski został mianowany profesorem oraz kierownikiem Katedry Miernictwa Elektrycznego i Wysokich Napięć w roku 1923 [9]. Laboratorium wysokich napięć umieszczono w 1922 r. na parterze w trzech pokojach o łącznej powierzchni 100 m^2 (rys. 11). W warsztatach Elektrowni Warszawskiej przezwojono transformator otrzymany od wojska tak, że jego napięcie znamionowe wynosiło 140 kV a moc 50 kVA. Regulację napięcia można było zmieniać począwszy od 30 kV. Przygotowano również stanowisko do badania izolatorów na sucho i pod deszczem oraz do pomiaru napięcia przebicia w oleju. W 1925 roku był to transformator o najwyższym napięciu w Polsce [10]. W roku akademickim 1924/1925 Kazimierz Drewnowski rozpoczął zajęcia praktyczne ze studentami. W jednym semestrze wykład Techniki Wysokich Napięć (TWN) trwał 2 godziny a ćwiczenia laboratoryjne 3 godziny tygodniowo. W roku 1934 otwarto halę wysokich napięć przy nowo wybudowanym gmachu Wydziału Elektrycznego. Hala o wymiarach 24 m×16 m i wysokości 17 m należała wówczas do największych na świecie [10].

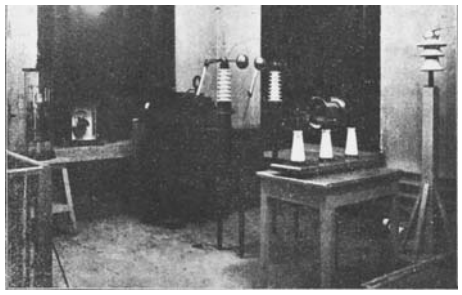


a)



b) c)

Rys. 10. Pawilon Fizyki i Elektrotechniki Politechniki Warszawskiej, stan z r. 1913 (a), laboratorium maszynowe w atrium pawilonu (b) [10] i stan obecny atrium (c)



Rys. 11. Laboratorium WN Politechniki Warszawskiej w 1925 r. [10]

Laboratorium przy Elektrowni Gródek

Budowę elektrowni w Gródku na rzece Wdzie rozpoczęto w roku 1914 wykorzystując pierwszych, rosyjskich jeńców wojennych. Po I wojnie światowej, w 1920 r. prace były kontynuowane pod kierownictwem absolwenta TH Danzig Alfonsa Hoffmanna. Pierwszą turbinę uruchomiono już w grudniu 1923 r. a trzecią w roku 1927, co przyczyniło się do powstania pierwszej i największej hydroelektrowni w Polsce o mocy 3,9 MW. Alfons Hoffmann opracował plan elektryfikacji Pomorza jako tzw. „Mały Plan Gródka", który zakładał wybudowanie 9 elektrowni wodnych wraz z linią napowietrzną 60 kV relacji Gródek - Gdynia o długości 140 km. Na liniach 60 kV zawieszano izolatory Hoffmanna Hf 35 produkowane przez fabrykę porcelany w Ćmielowie. Aby testować osprzęt sieciowy, izolatory i przewody zbudowano w Gródku laboratorium mechaniczne (rys. 12) i laboratorium wysokich napięć (rys. 13) wyposażone w transformator 60 kV i (od roku 1929) transformator 300 kV 200 kVA. Generator udarowy 600 kV zaprojektowano i zmontowano w Gródku wykorzystując szwajcarskie kondensatory (rys. 14). W roku 1949 generator przekazano Politechnice Gdańskiej a

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

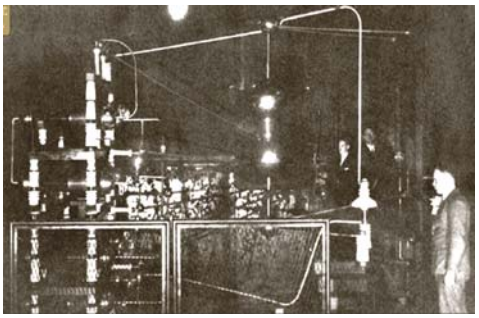
transformator 300 kV do Bydgoszczy. Natomiast zrywarki, w tym największą firmy Amsler o sile do 30 ton przekazano w 1950 r. Instytutowi Elektrotechniki Politechniki Warszawskiej [11].

W latach 1932-1933 Alfons Hoffmann zbudował w Gródku Fabrykę Grzejników Elektrycznych produkującą doskonałe kuchenki domowe, bojlery, grzejniki i żelazka elektryczne. Fabrykę zatrudniającą ponad 400 pracowników po zakończeniu II wojny światowej przeniesiono do Szczecina (obecnie SELFA Grzejnictwo Elektryczne SA).

Po roku 1932 wszystkie znaczące firmy produkujące sprzęt wysokich napięć dysponowały laboratoriami wyposażonymi w źródła umożliwiające próby przy wysokich napięciach. Należały do nich: Fabryka Porcelany Ćmielów, Fabryka Aparatów Imass–150 kV, Giesche, Elektrobudowa, fabryka S. Kleimana–300 kV. Firma S. Kleinman w 1935 zainstalowała generator udarowy 1 MV a firma Szpotański generator o napięciu znamionowym 1,6 MV [12].

Rys. 12. Próbne rozciąganie łańcucha czterech izolatorów typu Hf 35 za pomocą 20 tonowego dynamometru pod nadzorem Alfonsa Hoffmanna [11]

Rys. 13. Budynki w Gródku, w których mieściły się laboratorium wysokich napięć oraz laboratorium olejowe [11]



Rys. 14. Próba napięciowa izolatora za pomocą generatora udarowego 600 kV [11]

Wnioski

Laboratoria wysokich napięć powstające na ziemiach polskich na początku XX wieku były przeznaczone przede wszystkim do celów badawczo – dydaktycznych i lokalizowano je na uczelniach technicznych. W niewielkim odstępie czasu laboratoria takie zaczęły pojawiać się również w fabrykach z przeznaczeniem do testowania produkowanych urządzeń wysokonapięciowych.

Możliwości badawcze ówczesnych laboratoriów pozwalały na wykonywanie prób napięciowych prototypowych jak również produkowanych seryjnie konstrukcji układów izolacyjnych do napięcia znamionowego około 150 kV.

Autorzy dziękują za informacje i zdjęcia Prof. Bolesławowi Mazurkowi z Politechniki Wrocławskiej, Prof. Jackowi Przygodzkiemu z Politechniki Warszawskiej, Prof. Jerzemu Hickiewiczowi z Politechniki Opolskiej, Dr hab. Dariuszowi Świsulskiemu z Politechniki Gdańskiej, Maciejowi Domżalskiemu z ENEA Bydgoszcz i Tadeuszowi Partyce, emerytowanemu pracownikowi Elektrowni Gródek

***Autorzy**: dr hab. inż. Krystian Leonard Chrzan, Politechnika Wrocławska, Wydział Elektryczny, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław e-mail: krystian.chrzan@pwr.edu.pl; dr hab. inż. Marek Olesz, Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk e-mail: marek.olesz@pg.edu.pl, dr inż. Stanisław Wojtas, SEP O/Gdańsk, ul. Rajska 6, 80-850 Gdańsk, e-mail: swojtas@sep.gda.pl*

LITERATURA

[1] Roesler G., Das Elektrotechnische Institut der Technischen Hochschule in Danzig-Langfuhr. Elektrotechnische Zeitschrift, Heft 47, 48 i 50, Jahrgang 1909, Julius Springer, Berlin
[2] Musiał E., Dzieje Wydziału Elektrotechniki i Automatyki (1904-1945) http://www.edwardmusial.info/pliki/lata_1904_1945.pdf
[3] Hilpert G., Das Elektrotechnische Institut der Kgl. Technischen Hochschule Breslau. Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen, Heft 15 u. 16, 1911, s. 1-12
[4] Chrzan K.L., 100 lat wysokich napięć we Wrocławiu. Wiadomości Elektrotechniczne, nr 3/2010, s. 46-49
[5] Chrzan K.L., Inżynierskie dzieła Jerzego Lisieckiego. IV Sympozjum Historii Elektryki, Kraków 2018, Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe Nr 120, 4/2018, s. 149-154
[6] Veselova N., Nazar R., Brzhezitsky V., Chrzan K.L., The first high voltage laboratories in Ukraine, Congress Societas Humboldtiana Polonorum, Szczecin 2019, pp. 132-133
[7] Plan Politechniki Lwowskiej na rok akademicki 1922/23, Lwów 1922
[8] Album inżynierów i techników w Polsce. Tom I, część 3 Życiorysy, Nakładem Towarzystwa Bratniej Pomocy Stud. Politechniki Lwowskiej, 1932, s. 96
[9] Kosztaluk R., Badania wysokonapięciowe w Polsce. w: Kosztaluk R. (red.) Technika badań wysokonapięciowych tom 1, WNT Warszawa 1985, s. 17-23
[10] Staniewicz L. (red), Politechnika Warszawska 1915-1925. Księga pamiątkowa. s. 365-368
[11] Chudecki Mariusz (red) Elektrownie wodne w Gródku i Żurze, Wydawnictwo Unitex 2017, s. 138-149
[12] Praca zbiorowa, Historia Elektryki Polskiej, tom IV, Przemysł i instalacje elektryczne. WNT Warszawa 1972, s. 110-111 Elektrotechniczny w okresie międzywojennym.
[13] E. Pohhausen (red.), Die Technische Hochschule Danzig, Dari-Verlag, Berlin-Halensee, 1930
[14] J. Kubiatowski, Przegląd Elektrotechniczny, nr 4, 1980, s. 171

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl