



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział  
elektrotechniki  
elektroniki  
informatyki  
i automatyki

# ŁĄCZENIOWE ELEMENTY MECHATRONIKI

PRZEDMIOT OBIERALNY

Kierownik Katedry:

prof. dr hab. inż. **Piotr Borkowski**

piotr.borkowski@p.lodz.pl

Członkowie zespołu, m.in.:

dr hab. inż. **Franciszek Wójcik**

franciszek.wojcik@p.lodz.pl

dr inż. **Mariusz Jabłoński**

mariusz.jablonski@p.lodz.pl

mgr inż. **Michał Rodak**

michal.rodak@p.lodz.pl

mgr inż. **Arkadiusz Ambroziak**

arkadiusz.ambroziak@p.lodz.pl

mgr inż. **Adrian Sienicki**

adrian.sienicki@p.lodz.pl

Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ  
[www.kae.p.lodz.pl](http://www.kae.p.lodz.pl); [w2k21@adm.p.lodz.pl](mailto:w2k21@adm.p.lodz.pl)



KATEDRA APARATÓW  
ELEKTRYCZNYCH  
na wydziale WEEIA PŁ  
dla kierunku MECHATRONIKA

od wielu lat prowadzi  
następujące zajęcia:

- SYSTEMY POMIAROWE I METROLOGIA ELEKTRYCZNA
- SYSTEMY ZARZĄDZANIA INTELIGENTNYMI BUDYNKAMI
- HYBRYDOWE I PÓŁPRZEWODNIKOWE ELEMENTY ŁĄCZENIOWE
- ŁĄCZENIOWE ELEMENTY MECHATRONIKI



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział  
elektrotechniki  
elektroniki  
informatyki  
i automatyki

Podstawowe obszary badań naukowych, specjalizacji i edukacji w Katedrze Aparatów Elektrycznych

Aparatura  
Elektryczna

Technologie  
stykowe

- > Konstrukcja i badania zestyków,
- > Technologie ultraszybkie,
- > Technologie styków kompozytowych,
- > Elektrodynamika styków,
- > Modelowanie i symulacja łączników.

Inteligentny  
budynek

- > Sterowanie urządzeniami budynku,
- > Integracja systemów Smart City,
- > Systemy BMS,
- > Współpraca z systemami DSR,
- > Systemy OZE.

Automatyka  
przemysłowa

- > Sterowniki PLC,
- > Przeмиenniki i falowniki,
- > Servo-napędy i multi-napędy,
- > Wizualizacja HMI i SCADA,
- > Komunikacja przemysłowa,
- > Technologie Przemysł 4.0.

Elektroenergetyka  
i systemy pomiarowe

- > Liczniki inteligentne,
- > Power Line Communication,
- > Urządzenia dla DSR,
- > Inteligentne systemy pomiarowe
- > Rozwiązania Smart Grids,
- > Systemy pomiarowe, LabView.



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



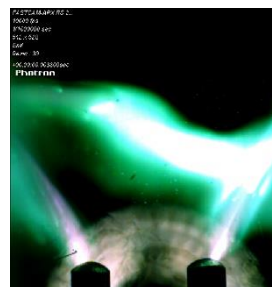
KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział  
elektrotechniki  
elektroniki  
informatyki  
i automatyki

## Stanowiska badawcze - projektowanie i badanie styków i łączników elektrycznych

- Stanowisko do badania erozji łukowej i rezystancji zestykowej przy małych prądach,
- Stanowisko do badań erozji łukowej, rezystancji zestykowej i temperatury styków przy dużych prądach,
- Stanowisko do badań szepiania statycznego styków,
- Stanowisko do badań szepiania dynamicznego,
- Stanowisko do badań łączeniowych łączników instalacyjnych klawiszowych,
- Stanowisko do badań łączenia prądu i pomiaru rezystancji zestykowej w przekaźnikach samochodowych.





POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH

Laboratoria naukowo-dydaktyczne dla praktyków



wydział  
elektrotechniki  
elektroniki  
informatyki  
i automatyki

Laboratorium specjalistyczne, weryfikujące i ugruntowujące praktycznie umiejętności teoretyczne zdobyte w trakcie dwóch lat studiowania. Cel laboratoriów, to przekazanie jak najwięcej wiedzy praktycznej oraz poznanie podstawowych zjawisk łączeniowych oraz badanie łuku elektrycznego, wpływu obwodu elektrycznego na warunki pracy łącznika. Dodatkowo przekazana zostanie studentom wiedza z zakresu podstawowych właściwości łączeniowych łączników zestykowych oraz półprzewodnikowych. Do tego celu wykorzystana zostanie szeroka gama aparatury kontrolno – pomiarowej będącej na wyposażeniu Katedry.

Do realizacji w/w zadań posiadamy laboratoria:

1. Zwarcionia trakcji tramwajowej 800 VDC
2. Zwarcionia trakcji kolejowej 3 kV DC
3. Zwarcionia kondensatorowa
4. Zwarcionia 25 kV
5. Zwarcionia transformatorowa AC  $U = 125 \div 1$  kV



Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ  
[www.kae.p.lodz.pl](http://www.kae.p.lodz.pl); [w2k21@adm.p.lodz.pl](mailto:w2k21@adm.p.lodz.pl)



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział  
elektrotechniki  
elektroniki  
informatyki  
i automatyki

## Projektowanie i badanie styków i łączników elektrycznych

- Konstrukcja ultraszybkich łączników prądu stałego i przemiennego oraz ograniczników przepięć:
  - współpraca z CERN\* – wykonanie najnowszej generacji zabezpieczeń dla elektromagnesów LHC\*\*,
- Projektowanie energooszczędnych układów i urządzeń zasobnikowych do użytkowania energii elektrycznej,
- Badania elektrodynamiki aparatów elektrycznych,
- Badanie zjawisk fizycznych w stykach elektrycznych:
  - erozji łukowej, szepiania, rezystancji zestykowej,
- Ocena eksperymentalna właściwości materiałów stykowych,
- Opracowanie skomputeryzowanych systemów badań łączników elektrycznych i ich elementów,
- Ekspertyzy i doradztwo z zakresu zastosowania i pracy w łącznikach materiałów stykowych.



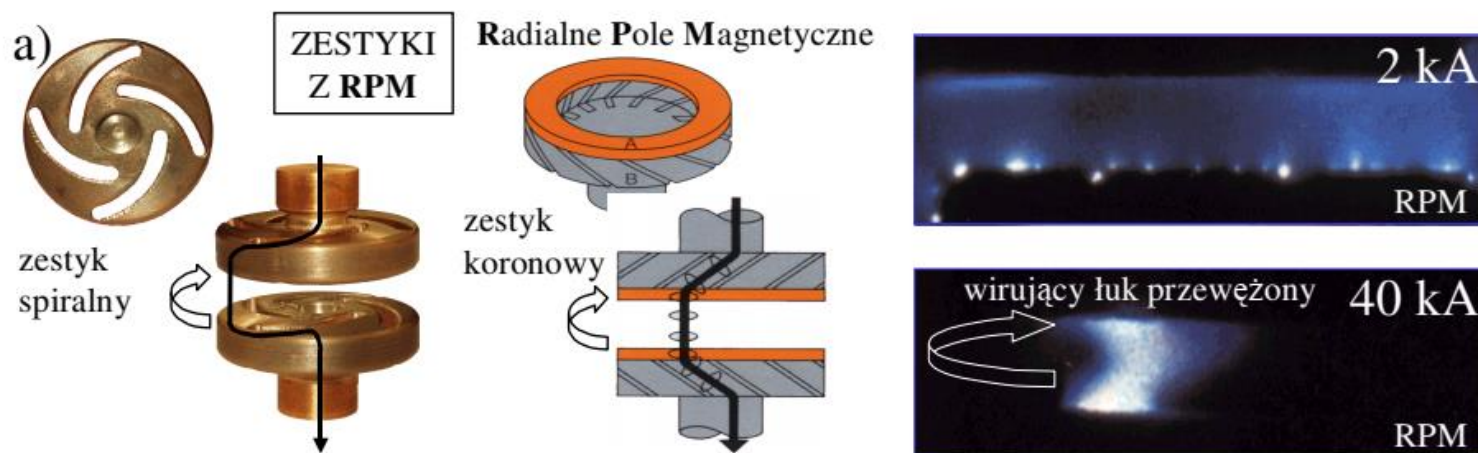
\* Europejska Organizacja Badań Jądrowych CERN (fr. *Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire*) – ośrodek naukowo-badawczy położony na północno-zachodnich przedmieściach Genewy na granicy Szwajcarii i Francji, pomiędzy Jeziorem Genewskim a górkim pasmem Jury. Obecnie do organizacji należą dwadzieścia dwa państwa. CERN zatrudnia 2600 stałych pracowników oraz około 8000 naukowców i inżynierów reprezentujących ponad 500 instytucji naukowych z całego świata. Najważniejszym narzędziem ich pracy jest największy na świecie akcelerator cząstek – Wielki Zderzacz Hadronów. <https://pl.wikipedia.org/wiki/CERN>

\*\*Wielki Zderzacz Hadronów ([ang. Large Hadron Collider, LHC](https://en.wikipedia.org/wiki/Large_Hadron Collider)) – największy na świecie akcelerator cząstek (hadronów), znajdujący się w Europejskim Ośrodku Badań Jądrowych CERN w pobliżu Genewy. LHC jest położony na terenie Francji oraz Szwajcarii<sup>[1]</sup>. Wielki Zderzacz Hadronów jest największą maszyną świata. Jego zasadnicze elementy są umieszczone w tunelu w kształcie torusa o długości około 27 km<sup>[2]</sup>, położonym na głębokości od 50 do 175 m pod ziemią<sup>[3]</sup>. [https://pl.wikipedia.org/wiki/Wielki\\_Zderzacz\\_Hadronów](https://pl.wikipedia.org/wiki/Wielki_Zderzacz_Hadronów)

Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ

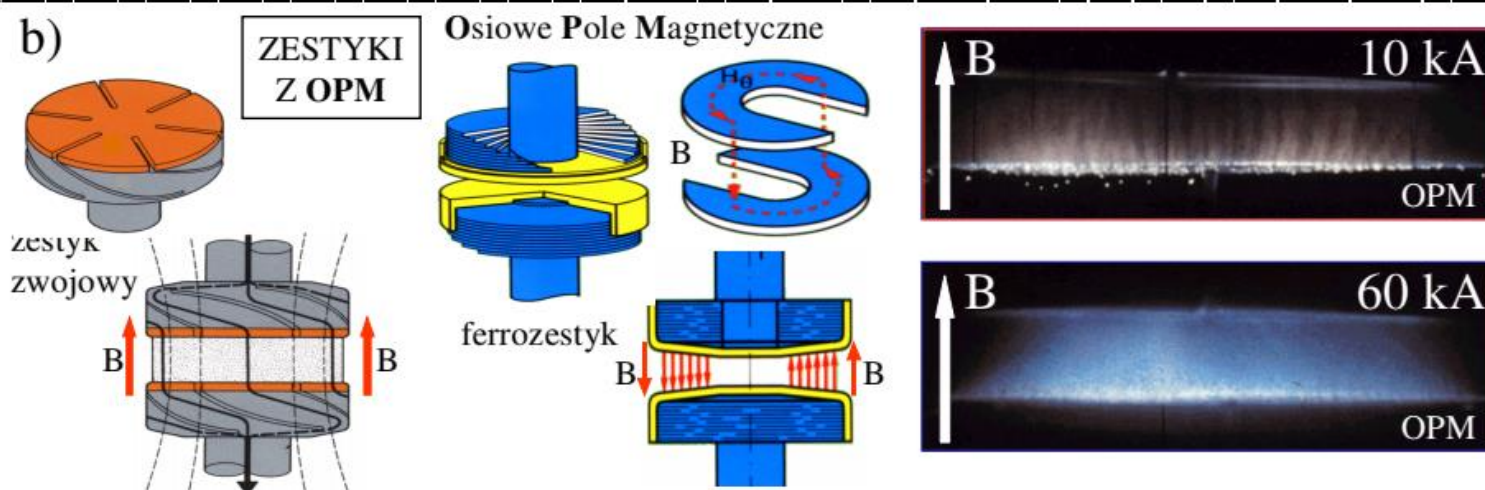
[www.kae.p.lodz.pl](http://www.kae.p.lodz.pl); [w2k21@adm.p.lodz.pl](mailto:w2k21@adm.p.lodz.pl)

Formy łuku próżniowego oraz wpływ pola magnetycznego radialnego i osiowego na łuk

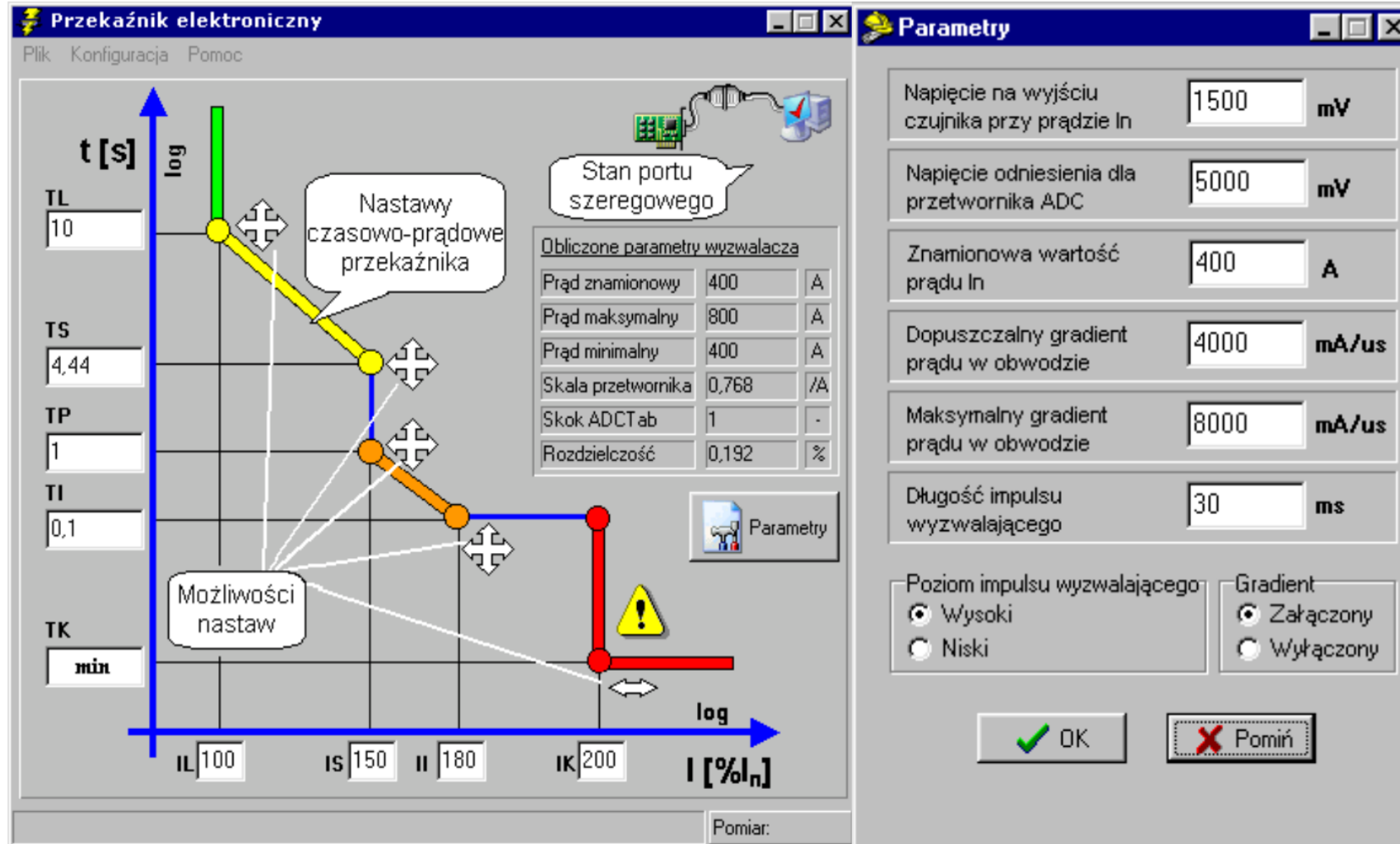


Zestyki komór próżniowych dla ultraszybkiego wyłącznika prądu stałego - UWPS:

a) zestyki spiralny i koronowy generujące pole radialne ze składową styczną do zestyku, nie mającą wpływu na łuk dyfuzyjny i powodującą obwodowe wirowanie łuku przewężonego;



b) Zestyk zwojowy oraz ferrozestyk, generujące pole osiowe zwiększające prąd graniczny przemiany łuku dyfuzyjnego w łuk przewężony.



Opracowane w Katedrze KAE oprogramowanie umożliwia:

- wprowadzanie danych dla czujnika prądu,
- dobór skali prądu poprzez zmiany skali przeliczenia napięcia z czujnika na prąd,
- zmiany wartości napięcia odniesienia dla przetwornika,
- zmiany długości i poziomu trwania impulsu wyzwalającego,
- zmiany minimalnej i maksymalnej wartości  $di/dt$  identyfikującej zwarcie,
- wybór trybu pracy (załączenie/wyłączenie trybu pracy stromościowej),
- zmiany (pięciopunktowe) nastaw przeciążeniowych charakterystyk czasowo – prądowych,
- zapis (odczyt) danych do pliku danych konfiguracyjnych.

Wprowadzenie kolejnych parametrów jest kontrolowane przez program i w chwili wykrycia błędu pojawia się odpowiedni komunikat, np. przy podaniu wartości prądu  $I_k$  poza zakresem pomiarowym czujnika itp.



POLITECHNIKA ŁÓDZKA

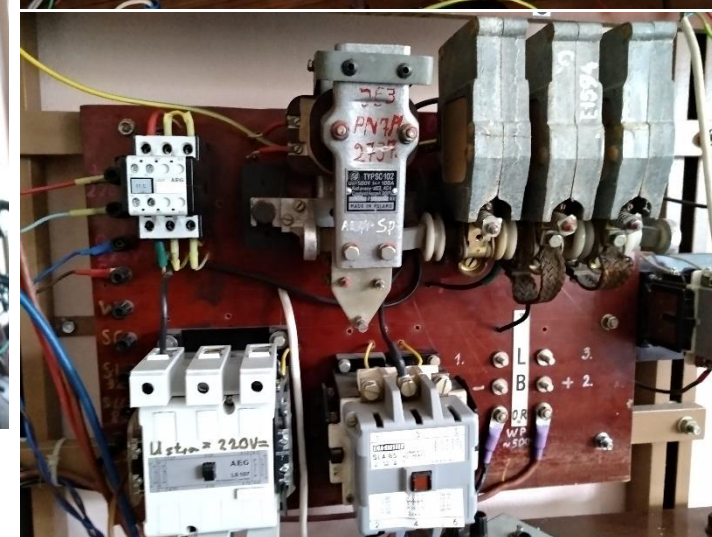
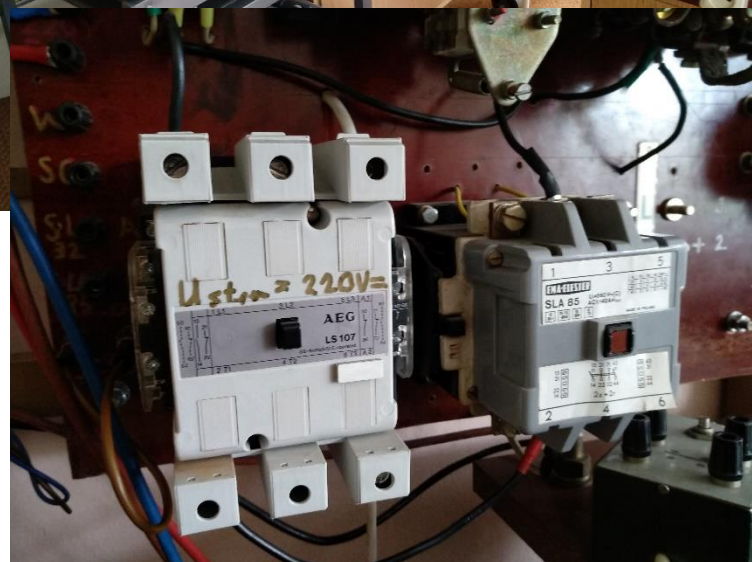
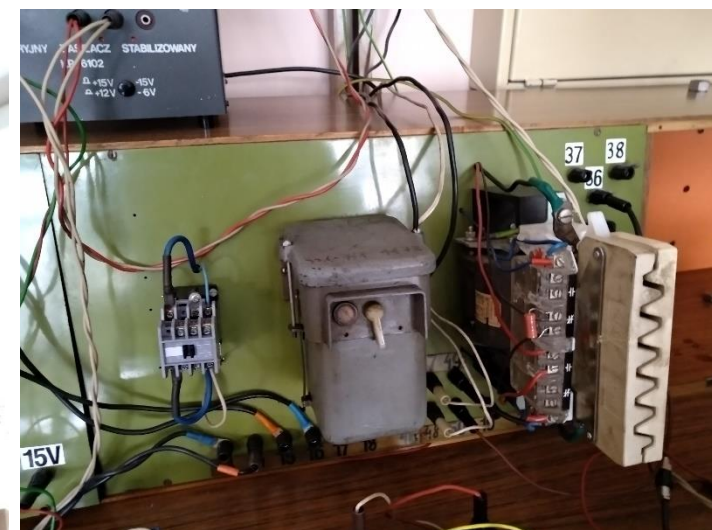
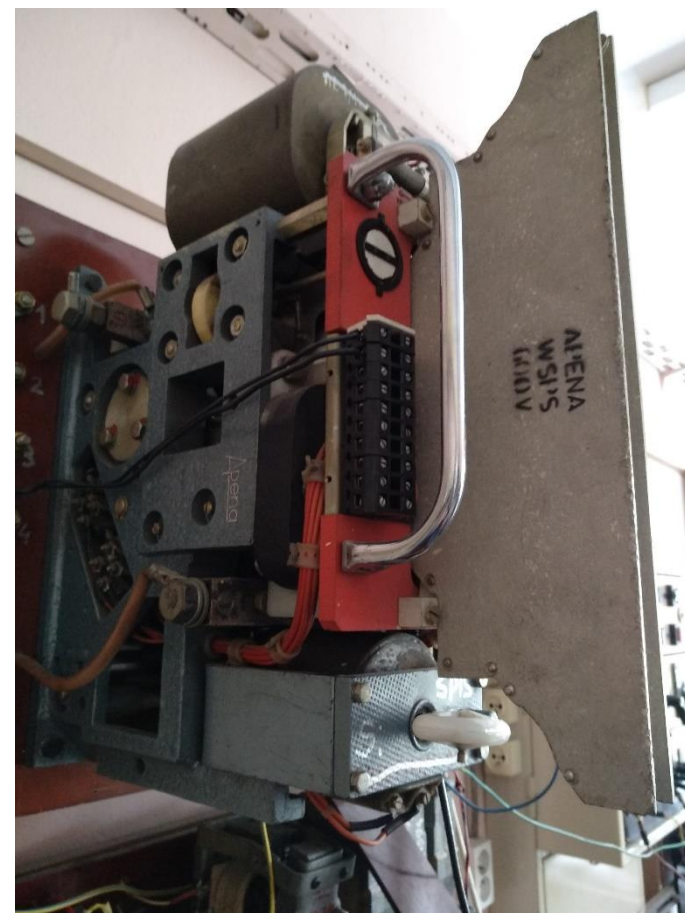


KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział  
elektrotechniki  
elektroniki  
informatyki  
i automatyki

Laboratoria i badania z zakresu technologii łączeniowych elementów mechatroniki



Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ  
[www.kae.p.lodz.pl](http://www.kae.p.lodz.pl); [w2k21@adm.p.lodz.pl](mailto:w2k21@adm.p.lodz.pl)





POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział  
elektrotechniki  
elektroniki  
informatyki  
i automatyki

Cele dodatkowe osiągnięte w trakcie realizacji wybranych przedmiotów i bloków obieralnych w Katedrze

- Uzupelnienie wiedzy specjalistycznej z zakresu elektrotechniki, elektroniki, energoelektroniki, automatyki i mechatroniki,
- Wiedza praktyczna z zakresu zastosowań elektrotechniki,
- Obwody elektryczne prądu stałego i prądu przemiennego,
- Podstawy energoelektroniki,
- Wiedza praktyczna z zakresu metrologii i pomiarów elektrycznych,
- Umiejętność posługiwania się miernikami elektrycznymi,
- Umiejętność wykonywania i interpretacji pomiarów,
- Obsługa oscyloskopu cyfrowego,
- Rejestracje przebiegów statycznych i dynamicznych na oscyloskopie,
- Rejestracje pomiarów za pomocą komputerowych systemów pomiarowych,
- Wiele innych.



Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ  
[www.kae.p.lodz.pl](http://www.kae.p.lodz.pl); [w2k21@adm.p.lodz.pl](mailto:w2k21@adm.p.lodz.pl)



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH

Laboratoria naukowo-dydaktyczne dla praktyków



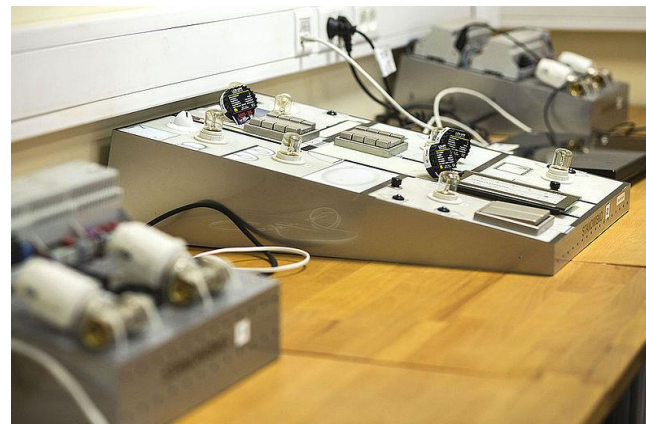
wydział  
elektrotechniki  
elektroniki  
informatyki  
i automatyki

Laboratorium specjalistyczne, weryfikujące i ugruntowujące praktycznie umiejętności teoretyczne zdobyte w trakcie dwóch lat studiowania. Cel laboratoriów, to przekazanie jak najwięcej wiedzy praktycznej oraz poznanie podstawowych zjawisk łączeniowych oraz badanie łuku elektrycznego, wpływu obwodu elektrycznego na warunki pracy łącznika. Dodatkowo przekazana zostanie studentom wiedza z zakresu podstawowych właściwości łączeniowych łączników zestykowych oraz półprzewodnikowych.

Do tego celu wykorzystana zostanie szeroka gama aparatury kontrolno – pomiarowej będącej na wyposażeniu Katedry.

Do realizacji w/w zadań posiadamy laboratoria:

1. Zwarcionia trakcji tramwajowej 800 VDC
2. Zwarcionia trakcji kolejowej 3 kV DC
3. Zwarcionia kondensatorowa
4. Zwarcionia 25 kV
5. Zwarcionia transformatorowa AC  $U = 125 \div 1$  kV



Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ  
[www.kae.p.lodz.pl](http://www.kae.p.lodz.pl); [w2k21@adm.p.lodz.pl](mailto:w2k21@adm.p.lodz.pl)



POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział  
elektrotechniki  
elektroniki  
informatyki  
i automatyki

Studenci na naszych zajęciach zdobywają doświadczenie praktyczne





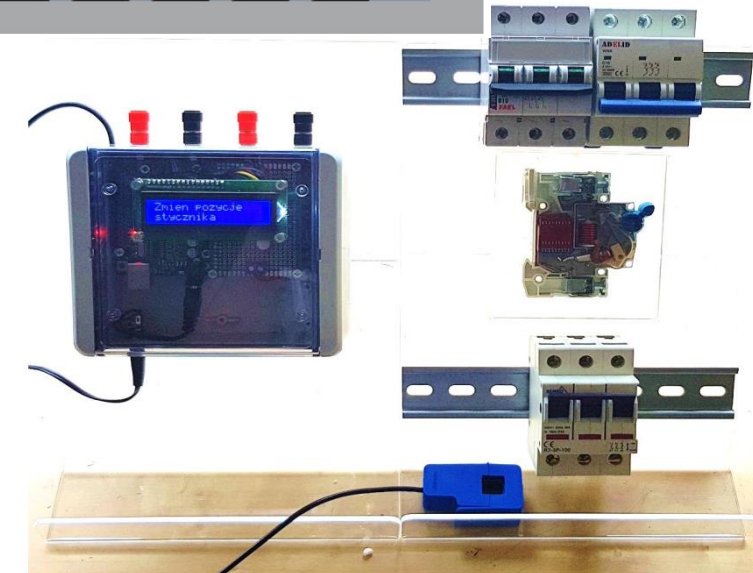
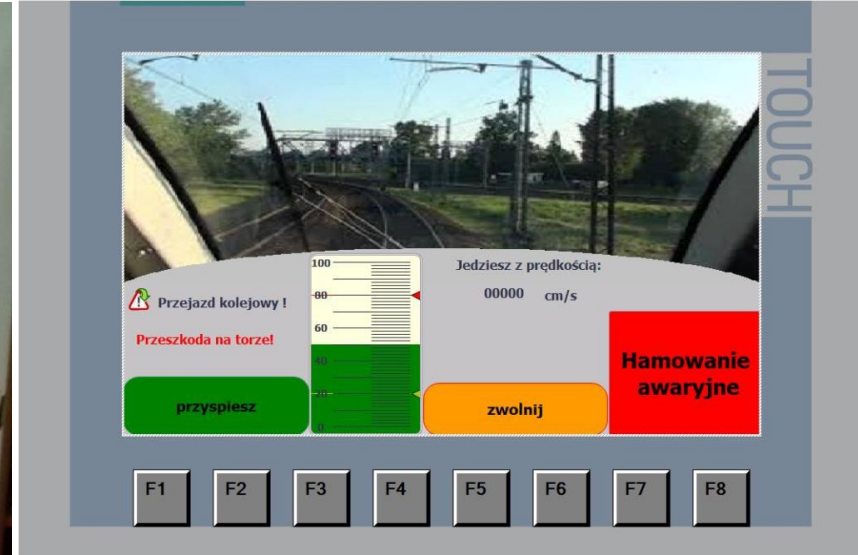
POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH  
Przykłady prac dyplomowych



wydział  
elektrotechniki  
elektroniki  
informatyki  
i automatyki



Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ  
[www.kae.p.lodz.pl](http://www.kae.p.lodz.pl); [w2k21@adm.p.lodz.pl](mailto:w2k21@adm.p.lodz.pl)



POLITECHNIKA ŁÓDZKA

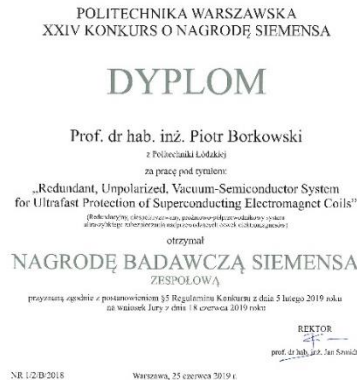


KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH

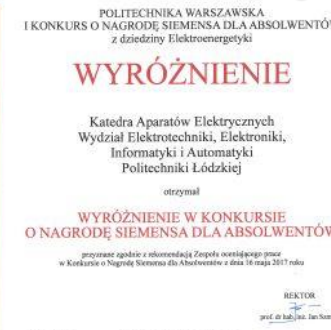


wydział elektrotechniki elektroniki informatyki i automatyki

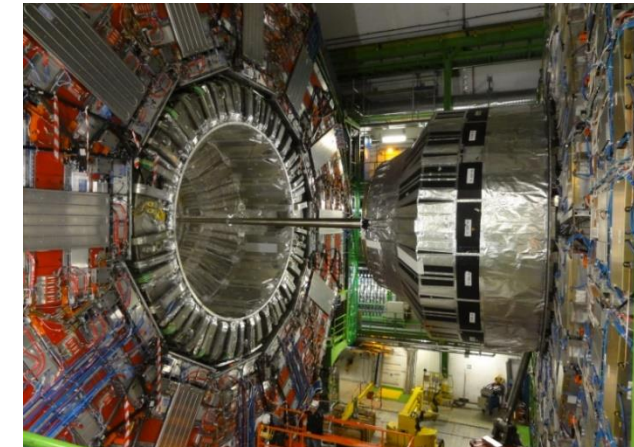
Od studenta do asystenta w Katedrze Aparatów Elektrycznych Politechniki Łódzkiej



Dociekliwość, pomysłowość, pracowitość, zmysł inżynierski, kreatywność, majsterkowanie, umiejętność pracy w zespole? Zapraszamy do nas, razem różnie.



Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ  
[www.kae.p.lodz.pl](http://www.kae.p.lodz.pl); [w2k21@adm.p.lodz.pl](mailto:w2k21@adm.p.lodz.pl)





POLITECHNIKA ŁÓDZKA



KATEDRA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH



wydział  
elektrotechniki  
elektroniki  
informatyki  
i automatyki

**Szanowni studenci !**

**Studiujcie przyjemnie i z pasją w Politechnice Łódzkiej.**

**Niech studia będą Waszą nową drogą do przyszłości.**

**Uczcie i rozwijajcie się poprzez zdobywanie nowych  
umiejętności oraz doświadczeń praktycznych.**

**Rozwijajcie się razem z nami !**

**Smart Katedra!**

**Katedra Aparatów Elektrycznych**

**Wydział Elektrotechniki Elektroniki Informatyki i Automatyki**

**Politechniki Łódzkiej**



Katedra Aparatów Elektrycznych PŁ  
[www.kae.p.lodz.pl](http://www.kae.p.lodz.pl); [w2k21@adm.p.lodz.pl](mailto:w2k21@adm.p.lodz.pl)