

Autor: mgr inż. Adam Garczarek

Promotor: dr hab. inż. Dorota Stachowiak, prof. PP

Tytuł: Opracowanie i wdrożenie metodyki badań dynamicznej współpracy odbieraka prądu z siecią trakcyjną

Streszczenie

Rozprawa dotyczy opracowania, eksperymentalnej weryfikacji i wdrożenia konfigurowalnej metodyki pomiarowo-analitycznej badań dynamicznej współpracy odbieraka prądu z siecią trakcyjną. Jej celem było zapewnienie wiarygodnego wyznaczania chwilowej siły stykowej $F_c(t)$ z uwzględnieniem właściwości dynamicznych kompletnej konfiguracji pomiarowej, oddziaływań bezwładnościowych i aerodynamicznych oraz niepewności pomiaru, a następnie wykorzystanie wyników do oceny zdolności eksploatacyjnej systemu odbioru prądu.

W pracy opracowano modułową architekturę układu pomiarowego, cztery tory pomiaru siły i cztery przyspieszenia, zaprojektowano elementy integrujące czujniki z odbierakiem oraz przeprowadzono ich weryfikację konstrukcyjną. Opracowana w ramach rozprawy kompleksowa metodyka obejmuje wzorcowanie torów pomiarowych, kontrolę funkcjonalną, laboratoryjną ocenę właściwości dynamicznych kompletnego oprzyrządowanego odbieraka, wyznaczanie korekcji aerodynamicznej, realizację pomiarów podczas jazdy, przetwarzanie danych oraz ocenę niepewności.

Eksperymentalną weryfikację przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych i terenowych, dla systemów 3 kV DC i 25 kV AC. Wyznaczono wartość bezwzględną funkcji przenoszenia i wskaźnik J , korekcję aerodynamiczną oraz parametry charakteryzujące dynamiczną współpracę odbieraka z siecią. Opracowano również budżety niepewności kluczowych wielkości. Uzyskane wyniki potwierdziły przydatność opracowanej metodyki do badań pojazdów szynowych oraz jej skuteczność w rozpatrywanych warunkach eksploatacyjnych.

Metodykę rozszerzono o moduły obejmujące analizę obrazu, badania parametrów elektrycznych zestawów kołowych, emisji zaburzeń promieniowanych, prądów zakłócających oraz pola magnetycznego. Wykazano, że struktura opracowanej metodyki może być przenoszona na inne konfiguracje pomiarowe, natomiast wielkości zależne od konfiguracji wymagają każdorazowej weryfikacji. Tezę rozprawy zweryfikowano pozytywnie, a wdrożenie potwierdzono zastosowaniem metodyki w rzeczywistych kampaniach badawczych oraz jej

formalizacją w dokumentacji systemu zarządzania laboratorium Sieć Badawcza Łukasiewicz – Poznańskiego Instytutu Technologicznego, posiadającego akredytację PCA nr AB 053.

Abstract

The dissertation concerns the development, experimental verification, and implementation of a configurable measurement and analytical methodology for investigating the dynamic interaction between a current collector and the overhead contact line. Its objective was to ensure reliable determination of the instantaneous contact force $F_c(t)$, taking into account the dynamic properties of the complete measurement configuration, inertial and aerodynamic effects, and measurement uncertainty, and subsequently to use the results to assess the operational capability of the current collection system.

The work involved the development of a modular architecture of the measurement system, comprising four force measurement channels and four acceleration measurement channels, the design of components integrating the sensors with the current collector, and the structural verification of these components. The comprehensive methodology developed within the dissertation includes calibration of the measurement channels, functional checks, laboratory assessment of the dynamic properties of the complete instrumented current collector, determination of aerodynamic correction, measurements performed during vehicle operation, data processing, and uncertainty evaluation.

Experimental verification was carried out under laboratory and field conditions for 3 kV DC and 25 kV AC systems. The absolute value of the transfer function and the J index, aerodynamic correction, and parameters characterising the dynamic interaction between the current collector and the overhead contact line were determined. Uncertainty budgets were also developed for the key measurands. The obtained results confirmed the applicability of the developed methodology to rail vehicle testing and its effectiveness under the operational conditions considered.

The methodology was extended to include modules covering image analysis, testing of the electrical parameters of wheelsets, radiated disturbance emissions, disturbing currents, and magnetic fields. It was demonstrated that the structure of the developed methodology can be transferred to other measurement configurations, whereas configuration-dependent quantities require verification for each specific application. The dissertation hypothesis was positively verified, and the implementation of the methodology was confirmed through its application in actual test campaigns and its formalisation in the management system documentation of the

Łukasiewicz Research Network – Poznań Institute of Technology laboratory, accredited by the Polish Centre for Accreditation (PCA), accreditation No. AB 053.