

SŁAWOMIR JUDEK, KRZYSZTOF KARWOWSKI

**CONTACTLESS ELECTRICAL ENERGY
TRANSFER SYSTEM
VIA MAGNETICALLY COUPLED
AIR COILS**

Gdańsk 2013

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ
Janusz T. Cieśliński

REDAKTOR PUBLIKACJI NAUKOWYCH
Michał Szydłowski

RECENZENCI
Piotr Chrzan
Adam Szeląg

PROJEKT OKŁADKI
Wioleta Lipska-Kamińska

Wydano za zgodą
Rektora Politechniki Gdańskiej

Oferta wydawnicza Politechniki Gdańskiej jest dostępna pod adresem
<http://pg.gda.pl/wydawnictwo/oferta>

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2013

Utwór nie może być powielany i rozpowszechniany, w jakiegokolwiek formie
i w jakikolwiek sposób, bez pisemnej zgody wydawcy

ISBN 978-83-7348-501-3

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Wydanie I. Ark. wyd. 10,7, ark. druku 6,25, 139/691

Druk i oprawa: EXPOL P. Rybiński, J. Dąbek, Sp. Jawna
ul. Brzeska 4, 87-800 Włocławek, tel. 54 232 37 23

CONTENTS

SYMBOLS	5
1. INTRODUCTION	9
2. ANALYSIS OF THE EXPERIMENTAL MODEL OF MAGNETICALLY COUPLED COILS SYSTEM	13
2.1. Distribution of magnetic field for a system of air-spaced coils	13
2.1.1. Analysis of the parameters of a disc coil	13
2.1.2. Analysis of parameters of a magnetically coupled disc coils system	15
2.2. Distribution of magnetic flux for a system of coils in the proximity of ferro-magnetic objects	17
2.3. Electromagnetic compatibility	20
3. ANALYSIS OF CIRCUIT MODEL OF MAGNETICALLY COUPLED COILS ..	25
3.1. Circuit model of magnetically coupled coils system	25
3.2. Analysis of the steady state with harmonic supply	27
3.2.1. Resonant circuit in series-series configuration	27
3.2.1.1. Global resonance	27
3.2.1.2. Branch resonance	32
3.2.2. Resonant circuit in series-parallel configuration	37
3.3. Analysis of sensitivity	42
3.4. Area of acceptable operating parameters	46
4. ANALYSIS OF THE IPT SYSTEM FED FROM A VOLTAGE INVERTER ...	51
4.1. Model of the IPT system	51
4.2. Simulation of quasi-steady conditions	52
4.3. Analysis of control system stability	57
4.4. Simulation analysis of transient states	66
5. EXPERIMENTAL SETUP OF INDUCTIVE POWER TRANSFER SYSTEM ...	74
5.1. System of coils with weak magnetic coupling	74
5.2. High-frequency voltage inverter	75
5.3. Microprocessor implementation of control unit	72
5.4. Experimental research	79
6. SUMMARY	90
REFERENCES	91