

MONOGRAFIE, STUDIA, ROZPRAWY

M91

**Jacek Łukasz Wilk-Jakubowski
Józef Ciosmak**

**WSPOMAGANE KOMPUTEROWO
PROJEKTOWANIE PŁYTEK DRUKOWANYCH
Z WYKORZYSTANIEM PAKIETU
CADSTAR**



Politechnika Świętokrzyska

Kielce 2017

MONOGRAFIE, STUDIA, ROZPRAWY

M91

**Jacek Łukasz Wilk-Jakubowski
Józef Ciosmak**

**WSPOMAGANE KOMPUTEROWO
PROJEKTOWANIE PŁYTEK DRUKOWANYCH
Z WYKORZYSTANIEM PAKIETU
CADSTAR**

Kielce 2017

MONOGRAFIE, STUDIA, ROZPRAWY NR M91

Redaktor Naukowy serii

NAUKI TECHNICZNE – ELEKTRYKA

dr hab. inż. Jerzy AUGUSTYN, prof. PŚk

Recenzenci

prof. dr hab. inż. Edward SĘDEK

prof. dr hab. inż. Marian Tadeusz WNUK

Redakcja

Aneta STARZYK

Projekt okładki

Tadeusz UBERMAN

© Copyright by Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2017

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część tej pracy nie może być powielana czy rozpowszechniana w jakiejkolwiek formie, w jakikolwiek sposób: elektroniczny bądź mechaniczny, włącznie z fotokopiowaniem, nagrywaniem na taśmy lub przy użyciu innych systemów, bez pisemnej zgody wydawcy.

PL ISSN 1897-2691

PL ISBN 978-83-65719-10-2

Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej

25-314 Kielce, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7

tel./fax 41 34 24 581

e-mail: wydawca@tu.kielce.pl

www.wydawnictwo.tu.kielce.pl

SPIS TREŚCI

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I SKRÓTÓW	5
OD AUTORÓW	7
1. WPROWADZENIE	9
1.1. Komponenty pakietu	10
1.2. Obsługa pakietu	11
1.3. Realizacja schematu strukturalnego	29
1.4. Edycja schematu oraz tworzenie połączeń.....	34
1.5. Sprawdzenie schematu pod względem zachowania reguł <i>ERC</i>	50
2. ZASADY PROJEKTOWANIA OBWODÓW DRUKOWANYCH	53
2.1. Eksport i edycja danych do pliku <i>PCB</i> . Tworzenie kształtów	54
2.2. Wymiarowanie elementów obwodu	65
2.3. Rozmieszczenie elementów w obwodzie drukowanym	69
2.4. Aktualizacja pierwotnego schematu	78
3. TWORZENIE SYMBOLI SCHEMATOWYCH I OBUDOWY (<i>FOOTPRINT</i>) DLA <i>PCB</i>	80
3.1. Tworzenie symbolu elementu na schemat oraz jego zapis	81
3.2. Tworzenie obudowy elementu oraz jej zapis	89
3.3. Kompilacja symbolu na schemat z jego obudową	97
4. PROWADZENIE ŚCIEŻEK. TEORIA WARSTW	113
4.1. Prowadzenie ścieżek i przelotek	114
4.2. Optymalizacja obwodów drukowanych	125
4.3. Obszary zalewane miedzią	133
4.4. Sprawdzenie obwodu drukowanego pod względem zachowania reguł <i>DRC</i> . Aktualizacja danych	141
5. ZAKOŃCZENIE	156
DODATEK. Przykładowe realizacje obwodów drukowanych	157
SPIS RYSUNKÓW	159
LITERATURA	164
STRESZCZENIE	167
SUMMARY	167

LITERATURA

- [1] Rymarski Z.: *Materiałoznawstwo i konstrukcja urządzeń elektronicznych, Projektowanie i produkcja urządzeń elektronicznych*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.
- [2] Rymarski Z.: *Materiałoznawstwo i konstrukcja urządzeń elektronicznych. Metodyka projektowania płyt drukowanych przy wykorzystaniu programu Cadstar-PCB*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996.
- [3] McMahon C., Browne J.: *CAD/CAM – from principles to practice*, Addison-Wesley Publishing Company, Taipei 1994.
- [4] Wieczorek H.: *Alternatywa: Cadstar w praktyce elektronika – konstruktora*, „Elektronika Praktyczna” 2007–2009.
- [5] *Desktop PCB Design Software*, Zuken <<http://www.zuken.com/en/products/pcb-design/cadstar>>.
- [6] Cadstar 17, Zuken <<http://www.zuken.com/en/products/pcb-design/cadstar/whats-new>>.
- [7] Koppel R.: *Współpraca projektanta PCB z wykonawcami*, „Elektronika Praktyczna” 2010, 6, 7.
- [8] Kisiel R.: *Podstawy technologii dla elektroników – poradnik praktyczny*, Wydawnictwo BTC, Warszawa 2005.
- [9] Kisiel R.: *Podstawy konstruowania urządzeń elektronicznych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999.
- [10] Dobies R.: *Metodyka konstruowania sprzętu elektronicznego*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1987.
- [11] Horowitz P., Hill W.: *Sztuka elektroniki*, t. 1, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009.
- [12] Horowitz P., Hill W.: *Sztuka elektroniki*, t. 2, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009.
- [13] Blackwell G.R.: *The Electronic Packaging Handbook*, CRC Press, Boca-Raton 2000.
- [14] Coombs C.F.: *Printed Circuits Handbook*, McGraw-Hill Publishing, New York 2001.
- [15] *IPC Publications Catalog* <www.ipc.org/onlinestore>.
- [16] Hausherr T.: *The CAD Library of the Future. PCB Matrix* <www.pcbmatrix.com>.
- [17] *PCB Matrix: IPC-7x51. Land Pattern Naming Convention*, zbiorcze opracowanie, 2009.
- [18] Jones D.L., *PCB Design Tutorial* <<http://files.meetup.com/1841031/PCBDesignTutorialRevA.pdf>>.
- [19] *PCB Design Guide. PCBDesign.org* <<http://www.pcbdesign.org/pcb-design-guide/PCB>>.
- [20] Biggers J., Hamer D.: *Technologia układów scalonych grubowarstwowych*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1976.

- [21] Tummala R.R., Rymaszewski E.J.: *Microelectronics Packaging Handbook*, Van Nostrand Reinhold, New York 1989.
- [22] Król A., Mroczko J.: *Symulacja i optymalizacja układów elektronicznych*, NAKOM, Poznań 1998.
- [23] Datasheet V03526, Vishay Siliconix <<http://html.alldatasheet.com/html-pdf/252658/VISHAY/VO3526/215/1/VO3526.html>>.
- [24] *PCB Design Guidelines For Reduced EMI*, Application Note SZZA009, Texas Instruments 1999 <<http://www.ti.com/lit/an/szza009/szza009.pdf>>.
- [25] Archambeault B.R., Drewniak J.: *PCB Design for Real-World EMI Control*, Kluwer Academic Publishers, Boston 2004.
- [26] Gonschorek K-Ch., Vick R.: *Electromagnetic compatibility for device design and system integration*, Springer, Heidelberg 2009.
- [27] Fjelstad J., Yasumura G., Grundy K. and Mick C.: *An Alternative Approach to Circuit Design and Assembly for High-Speed Interconnections*, SOS Central, New York 2004.
- [28] Cagle C.V.: *Kleje i klejenie – poradnik inżyniera i technika*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1977.
- [29] *3D Gerber Viewer*, Mayhew Labs <<http://mayhewlabs.com/3dpcb>>.

Streszczenie

WSPOMAGANE KOMPUTEROWO PROJEKTOWANIE PŁYTEK Drukowanych Z WYKORZYSTANIEM PAKIETU CADSTAR

Na rynku aplikacji *CAD* dostępnych jest wiele programów służących do projektowania obwodów drukowanych. W przypadku korzystania z najprostszych rozwiązań zawarta w bibliotekach liczba elementów na ogół nie przekracza 100–200 sztuk. Bardziej zaawansowane aplikacje zawierają kompleksowe, w pełni zintegrowane narzędzia, które z powodzeniem umożliwiają projektowanie złożonych obwodów drukowanych. Efektem finalnym jest wykonanie wydruku na fotoploterze lub drukarce w formacie *Gerber*, wykorzystywanym przez profesjonalne zakłady trudniące się wytwarzaniem obwodów drukowanych. Obecnie z oprogramowania *Cadstar* produkowanego przez japońskie konsorcjum *Zuken* korzystają czołowe firmy produkujące sprzęt elektroniczny (obok *Altium Limited*, *Mentor Graphics* i *Cadence*). Oprogramowanie zostało uhonorowane wieloma prestiżowymi nagrodami, jak chociażby nagrodą w kategorii „Design Tools and Software” w konkursie zorganizowanym przez magazyn „Elektronik & Entwicklung” za kompatybilność z innymi, wiodącymi systemami projektowania i wytwarzania obwodów drukowanych. W publikacji przedstawiono od strony teoretycznej podstawowe reguły dotyczące projektowania płytek drukowanych oraz od strony praktycznej narzędzia *CAD* pakietu *Cadstar* służące do projektowania płytek drukowanych.

Summary

COMPUTER AIDED DESIGN OF PRINTED CIRCUIT BOARDS WITH THE USE OF THE CADSTAR PACKAGE

At present there are many *CAD* programs for designing printed circuit boards available. In the simplest solutions the libraries usually include no more than 100–200 items. State-of-the-art computer applications include fully integrated solutions capable to design complicated printed circuits. The final effect is to print the project on a photoplotter or on a printer in *Gerber* file which is used by professional companies dealing with manufacturing of printed circuit boards. Currently the software made by *Zuken* consortium is most frequently used by leading companies operating in electronics manufacturing (along with *Altium Limited*, *Mentor Graphics* and *Cadence*). That software has been awarded many prestigious prizes, e.g. from „Elektronik & Entwicklung” magazine for its compatibility with other leading systems of computer aided design for manufacture. In the present book both the theoretical rules of the design of printed circuit boards and practical aspects of the *CAD* package are presented.