

# SOLVING PROBLEMS IN ELECTRONICS USING MAPLE

Jan HRDÝ, Master Degree Programme (3)  
Dept. of Mathematics, FEEC, BUT  
E-mail: xhrdyj00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Mgr. Marie Tomšová

## ABSTRACT

Maple is a modern system of computer algebra with a lot of applications in calculus, algebra, geometry, physics and other scientific computing. My project is focused on novel area of applications of Maple – electronics. Project has three parts. The first part describes theory of systems of computer algebra. The second part includes complex view of realized applications of Maple in electronics. The third part is a practical one. It includes two original interesting examples of applications of Maple in signal processing and process simulation.

## 1 ÚVOD

System počítačové algebry Maple zažil v posledních několika letech bouřlivý vývoj a postupně se dostal na špičku v nabídce programů tohoto typu. V současné době je jeho výbava natolik bohatá, že lze uvažovat o aplikacích tohoto systému i v oblastech, kde by to ještě nedávno nebylo téměř možné. Jednou z takových oblastí je i elektronika. Ukazuje se dokonce, že v některých případech bude zřejmě nasazení Maplu mnohem výhodnější, než použití některých dnes již klasických systémů, jakými je např. MATLAB nebo Mathematica.

Předkládaná práce si klade za cíl zmapovat aktuální možnosti použití Maplu k řešení úloh z oblasti elektrotechniky, elektroniky, zpracování signálů, automatizace, procesního inženýrství a souvisejících oblastí. Tato aplikační oblast je pro Maple zcela nová a dá se předpokládat, že se bude dynamicky rozvíjet.

## 2 IDEA SYSTÉMŮ POČÍTAČOVÉ ALGEBRY

Maple patří do skupiny tzv. systémů počítačové algebry. Programy tohoto typu neprovádějí numerické výpočty, ale provádějí výpočty se symboly reprezentujícími matematické objekty (čísla, booleovské hodnoty, znaky, proměnné, výrazy, rovnice, identity, posloupnosti, matice apod.). Konečným výstupem takového systému je řešení v explicitním analytickém tvaru, popřípadě jeho symbolická aproximace. Operace vedoucí k řešení jsou tedy prováděny přesně podle pravidel algebry a eliminuje se použití přibližné aritmetiky v pohyblivé řádové čárce.

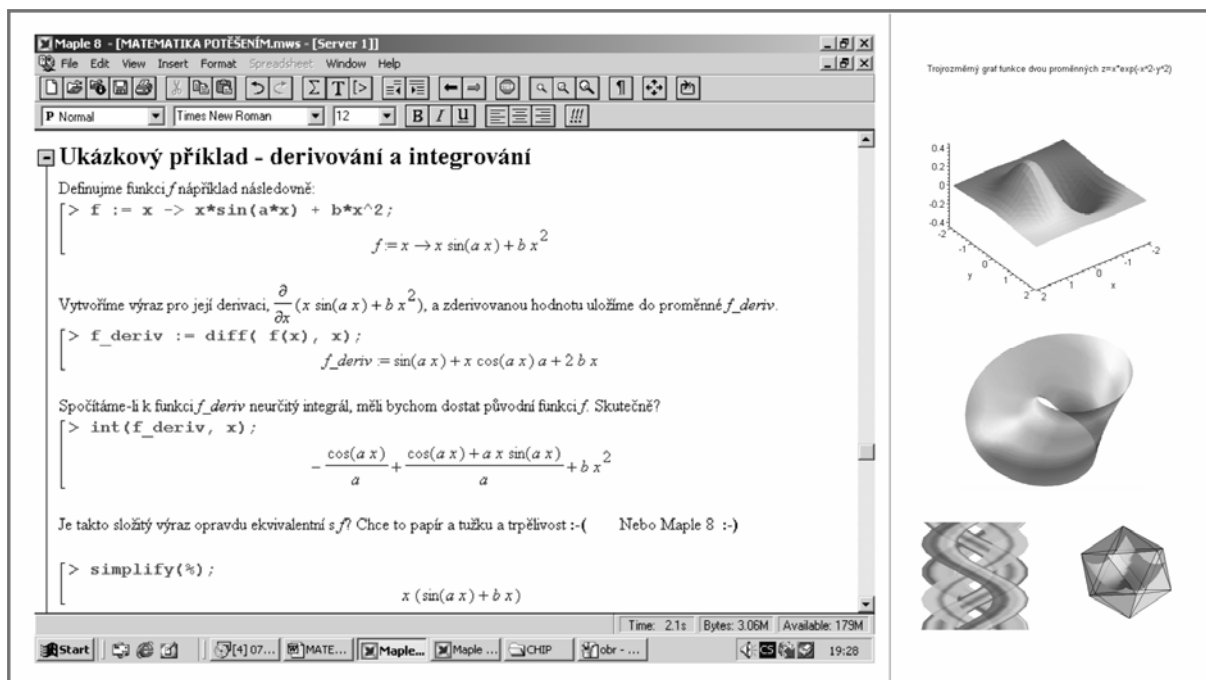
### 3 SYSTÉM MAPLE A MOŽNOSTI JEHO APLIKACÍ V ELEKTRONICE

Maple byl vyvinut během uplynulých dvaceti let na universitě ve Waterloo v Kanadě. Systém Maple vytváří integrované prostředí pro provádění symbolických i numerických výpočtů a vizualizaci získaných řešení. Obrovskou výhodou tohoto systému je otevřenost vůči uživateli, ovládání systému je snadné a intuitivní.

V oblasti symbolických výpočtů patří Maple v současné době zřejmě ke světové špičce. Existuje poměrně rozsáhlá třída úloh v elektronice, u které se v poslední době dává opět přednost analytickým metodám řešení před numerickými metodami. Do této třídy spadá především problematika symbolických a semisymbolických metod řešení elektrických obvodů. Ovšem také v oblasti úloh vedoucích k numerickému řešení se Maple postupně začíná rovněž uplatňovat. Z provedeného výzkumu realizovaných aplikací Maplu v elektronice vyplývá, že hlavní úlohu bude tento systém plnit jako jakýsi příruční matematický asistent při studiu daných problémů a při jejich ručním řešení.

V současné době se již Maple běžně používá k symbolické analýze pasivních a některých specifických aktivních elektrických obvodů. Na rozdíl od specializovaných programů, které se k tomuto účelu rovněž používají, je v Maplu na získaný výraz možno aplikovat běžné algebraické operace a tím dosáhnout jeho částečně automatizované úpravy. Případně je možné výsledek dále derivovat či integrovat a v neposlední řadě graficky znázornit.

Vytvořeny jsou rovněž i některé aplikace Maplu v oblasti zpracování signálů. Tato oblast sice není přímo doménou tohoto systému, ale její propracování je přínosné z hlediska univerzality a úplnosti tohoto systému. Zde se především projeví flexibilita Maplu při vytváření výstupů. Celý mapleovský záznamník lze okamžitě publikovat ve formátu HTML (případně MathML), přičemž lze s výhodou využít toho, že Maple získané výsledky vypisuje v běžné matematické sazbě (viz obr.1).



The image shows a screenshot of the Maple 8 software interface. The window title is "Maple 8 - [MATEMATIKA POTĚŠENÍ.mws - [Server 1]]". The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Insert, Format, Spreadsheet, Window, Help), a toolbar with various icons, and a status bar at the bottom showing "Time: 2.1s", "Bytes: 3.06M", and "Available: 179M".

The main workspace displays a text-based example titled "Ukázkový příklad - derivování a integrování". The text reads:

Definujeme funkci  $f$  například následovně:

$$f := x \rightarrow x \sin(ax) + b x^2;$$
$$f = x \rightarrow x \sin(ax) + b x^2$$

Vytvoříme výraz pro její derivaci,  $\frac{\partial}{\partial x}(x \sin(ax) + b x^2)$ , a zderivovanou hodnotu uložíme do proměnné  $f\_deriv$ .

$$f\_deriv := \text{diff}(f(x), x);$$
$$f\_deriv = \sin(ax) + x \cos(ax) a + 2 b x$$

Spočítáme-li k funkci  $f\_deriv$  neurčitý integrál, měli bychom dostat původní funkci  $f$ . Skutečně?

$$\text{int}(f\_deriv, x);$$
$$-\frac{\cos(ax)}{a} + \frac{\cos(ax) + ax \sin(ax)}{a} + b x^2$$

Je takto složitý výraz opravdu ekvivalentní  $f$ ? Chce to papír a tužku a trpělivost :- ( Nebo Maple 8 :-)

$$\text{simplify}(\%);$$
$$x (\sin(ax) + b x)$$

On the right side of the interface, there is a 3D plot titled "Trojrozměrný graf funkce dvou proměnných z:=x\*exp(x^2+y^2)". The plot shows a surface with a central peak and a saddle-like structure. Below the 3D plot are three smaller 3D models: a sphere, a torus, and a complex geometric shape.

**Obr. 1:** Vlevo typické uživatelské rozhraní programu Maple s demonstračním příkladem, vpravo ukázka grafických možností systému Maple 8

## 4 ZPRACOVANÉ PŘÍKLADY APLIKACÍ MAPLU V ELEKTRONICE

V praktické části mé práce jsem vytvořil několik ukázkových příkladů řešení problémů v elektronice v analytickém tvaru pomocí Maplu. Dále praktická část obsahuje dva rozsáhlé příklady na komplexnější demonstraci aplikace Maplu v elektronice.

První ukázkový příklad ukazuje možnosti systému Maple v oblasti počítačové simulace. Tato oblast je rovněž zatím jen velmi málo rozpracována. Aplikace provádí simulaci systému hromadné obsluhy s jedním obslužným místem a jednou frontou a na základě výsledků simulace stanovuje základní statistické charakteristiky tohoto systému.

V druhém příkladě je podrobně ukázána možnost využití systému Maple v oblasti zpracování signálů. V aplikaci je vytvořeno prostředí vhodné pro výzkum a pokusné implementace algoritmu VAD (Voice Activity Detection – určování začátku a konce promluvy v nahrávce). Tento algoritmus je v současné době předmětem intenzivního vývoje. V prezentovaném příkladě je ukázán rozdíl mezi přístupem pracujícím s hodnotou úrovně signálu a přístupem sledujícím jeho spektrum.

## 5 ZÁVĚR

Z provedeného výzkumu vyplynulo, že použití Maplu pro řešení problémů v elektronice je v mnoha oblastech výhodné. Nejvíce výrazné je to u úloh, kde je vhodné formulovat výsledek v podobě explicitního analytického řešení. Maple se během několika posledních let stal robustním, velmi rozšířeným a tudíž i dostupným systémem. Z těchto důvodů je taktéž nezbytně nutné hledat možnosti jeho aplikace na takové elektronické úlohy, pro které není použití Maplu zrovna typické.

Informace o použití systémů počítačové algebry, o publikovaných aplikacích Maplu v elektronice a v neposlední řadě o dosud nepublikovaných aplikacích zpracovaných v rámci této práce, lze obdržet na mailové adrese autora.

## LITERATURA

- [1] Dorf, R. C., Svoboda, J. A.: Introduction to Electric Circuits. John Wiley & Sons, Inc., New York 1999, ISBN 0-471-19246-5
- [2] Jan, J.: Číslíková filtrace, analýza a restaurace signálů. VUTIUM, Brno 2002, ISBN 80-214-1558-4
- [3] Gander, W., Hřebíček, J.: Solving Problems in Scientific Computing Using Maple and MATLAB. Springer-Verlag, Berlín 1997, ISBN 3-540-61793-0
- [4] Heal, M.: Maple V Learning Guide, Waterloo Maple Inc., Waterloo 1996, ISBN 0-387-94536-9
- [5] Psutka, J.: Komunikace s počítačem přirozenou řečí. Academia, Praha 1995, ISBN 80-200-0203-0
- [6] Tomšová, M.: Výuka matematiky s podporou Maplu na FEI VUT. VVŠPV, Vyškov 2002, ISBN 80-7231-090-9
- [7] Tomšová, M.: Numerická matematika na elektrotechnických fakultách VUT. VVŠPV, Vyškov 2003, ISBN 80-7231-105-0
- [8] Vaculík, J., Zapletal, J.: Podpůrné metody rozhodovacích procesů. ESF MU v Brně, Brno 1998, ISBN 80-210-1943-3