Teplotní analýzy navržené desky v HyperLynx Thermal

Ing. Milan Klauz
CADware s. r. o.

Teplota na desce plošných spojů může být nepříjemným zdrojem problémů. Ovlivňuje výrazným způsobem spolehlivost součástek a také může dojít k překročení povolených hodnot teploty výrobku (např. pro kontakt s lidskou pokožkou). Protože je rychlejší a efektivnější řešit problémy ještě ve stadiu návrhu, a ne až po vyrobení prototypu, vyvstává otázka vhodného simulačního programu.

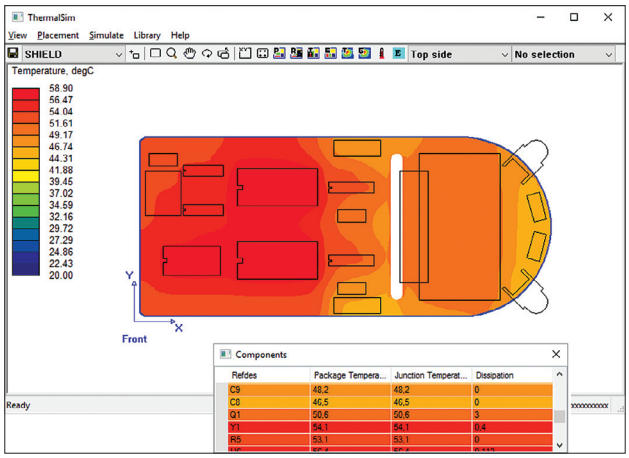
Programů pro teplotní analýzy je více, jsou v různých výkonových a cenových hladinách, od těch jednodušších až po komplexní systémy. Pokud hledáme simulační nástroj pro rychlé a pokud možno jednoduché simulování teplotních poměrů na navržené desce, potom se zřejmě jako skutečně jediný vhodný software pro tento účel jeví HyperLynx Thermal od firmy Mentor Graphics, a to z těchto důvodů:

– je přímo určen pro teplotní simulace desek plošných spojů,
– načítá desky z různých programů (PADS, Altium, OrCAD, Cadstar atd.),
– nejedná se o expertní systém, práce s ním je jednoduchá,
– simulace teplotních poměrů probíhá velmi rychle,
– cenově je na spodní hranici nákladů na simulační program.

Zde je potřeba vysvětlit, že program HyperLynx Thermal je běžně plně integrován s návrhovým programem PADS (pod názvem ThermoSim), ale je dostupný i jako samostatný nástroj pro použití s jinými programy.

I když byl HyperLynx Thermal v tomto časopisu popsán už dříve [1], [2], cílem tohoto článku je ukázat jednoduchost práce s tímto programem a výsledky simulací. Při načtení desky přiřadí HyperLynx Thermal okamžitě součástkám modely z knihovny. V jednodušších případech zbývá už jen nastavit parametry prostředí, následujícím jedním kliknutím se simulace spustí.

Simulace proběhne vždy, i bez dodatečného nastavení některých parametrů (např. okolí), protože používá přednastavených hodnot.



Obr. 1 Teploty horní strany desky a součástek (tabulka)

Termální modely součástek

Může se stát, že program nemá ve své knihovně modely některých součástek, které jsou na desce. Potom lze součástce přidat generický model z knihovny modelů podle pouzdra součástky (např. TO-92 pro tranzistor) a doplnit ztrátový výkon. Program také umožňuje vytvořit potřebný model buď jako zcela nový, nebo editací modelu podobné součástky. Při vytváření nového modelu v editoru modelu je potřeba vybrat jeden z typů pouzder (SMT, BGA, DIP, chladič, šroub atd.) a definovat několik dalších detailů, jako jsou vývody včetně teplotní vodivosti podle materiálu, geometrie pouzdra včetně výšky a vzduchové mezery, termální parametry materiálu pouzdra, výkonová ztráta atd. Během simulace je možné podle potřeby modifikovat ztrátový výkon jednotlivých součástek.

HyperLynx Thermal používá pro teplotní simulace tzv. dvourezistorové modely součástek (Two Resistor Models). Ty umožňují sledovat teplotu zdroje tepla v součástce (např. čip u IO) a teplotu povrchu součástky, přičemž součástka je reprezentována jako pevný blok. Protože se nejedná o detailní model, ale zjednodušený, nelze očekávat tak přesný výsledek simulace, nicméně výsledky bývají vyhovující. Výhodou použití zjednodušených modelů je rychlost výpočtu a jednoduché zadávání vstupních dat. Zjednodušené 3D modely součástek (bloky) umožňují simulovat teplotní poměry při proudění vzduchu kolem součástek v závislosti na jejich tvaru a rozměrech.

Zvláštními typy součástek jsou chladiče, šrouby, úchytky, chladicí systémy (heat pipes) atd., které program dokáže rovněž simulovat a jejichž parametry je nutné dodatečně zadat.

Protože uživatel většinou nezná teplotní vodivost různých materiálů používaných jak pro pouzdra součástek a mechanické části desky (např. chladič), tak i pro desku plošných spojů, obsahuje program i knihovnu s údaji mnoha materiálů používaných v elektronice. Opět platí, že uživatel si může editovat data knihovny i přidat vlastní materiál.

Modelování desky plošných spojů

Pro modelování desky plošných spojů se používá zjednodušená metoda konečných prvků. Deska může být definovaná buď po jednotlivých vrstvách se svými para-

metry, nebo jako jednolitý hybridní materiál, který sestává z procentuálních podílů materiálu desky (např. FR4) a mědi.

Deska plošných spojů může být vícevrstvá i s kovovým jádrem. Maximální počet součástek je omezen na 3 000 na každé straně desky. Při simulaci desky se bere v úvahu sdílení tepla vedením a radiací a program bere v úvahu i vliv prokovených otvorů.

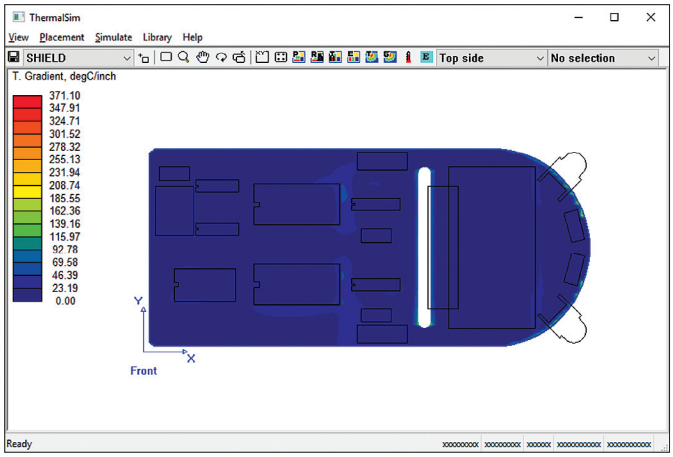
Vliv okolního prostředí

Výsledné teplotní poměry na desce mohou být do značné míry ovlivněny okolím desky a způsobem její montáže v sestavě. Program proto umožňuje definovat jak teplotu okolního vzduchu (tlak, rychlost a směr proudění po obou stranách desky), tak parametry sestavy (způsob uložení desky, vzdálenost desky od stěny, teplotu stěny atd.). Ani v tomto případě se nejedná o přesné modelování vlivu okolního prostředí, což ale umožňuje provést simulaci velmi rychle a s přijatelnou přesností.

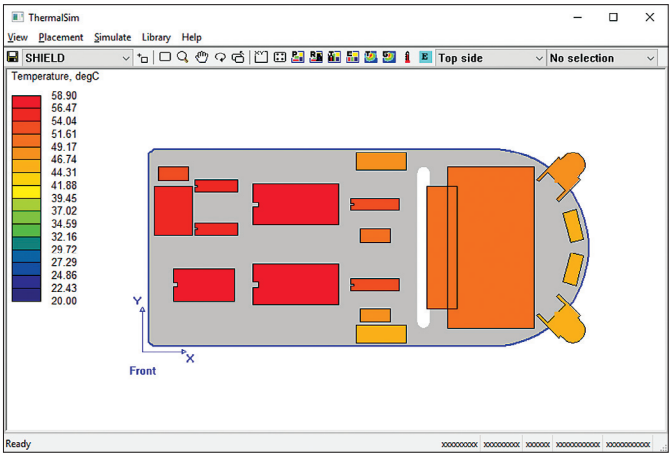
Výsledky

Při simulaci program vypočítává:
- teplotu povrchu součástek (graficky s barevným rozlišením i daty v tabulce),
- teplotu desky plošných spojů na jejích jednotlivých vrstvách (graficky v podobě teplotní mapy),
- rozdíly teploty (°C/inch) na povrchu desky (graficky v podobě teplotní mapy).

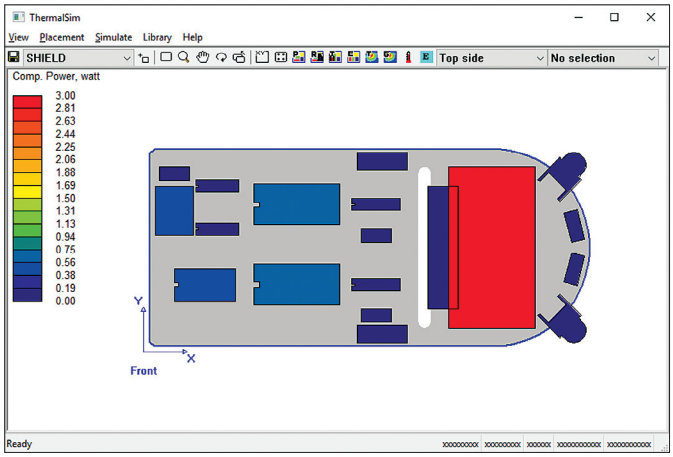
Ztrátové výkony součástek, ať už definované uživatelem, nebo přiřazené z knihovny modelů, mohou být pro jednoduchý přehled také zobrazeny graficky (*obr. 4*). Ztrátové výkony nemusí být přiřazeny každé součástce, pokud jejich podíl na teplotním zatížení desky je zanedbatelný (kondenzátory, malé rezistory atd.).



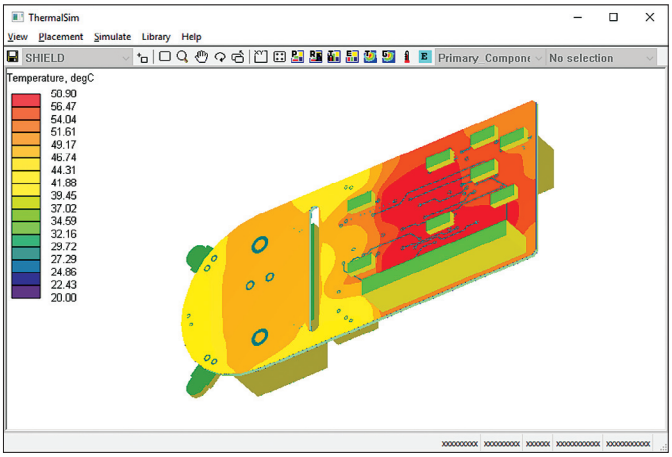
Obr. 2 Teplotní gradient na horní straně desky



Obr. 3 Teploty součástek na horní straně desky



Obr. 4 Ztrátové výkony součástek horní strany desky



Obr. 5 3D zobrazení desky s možností otáčení (spodní strana)

Odkazy:

[1] Ing. Cabúk, PhD: Presnosť nástroja HyperLynx Thermal v inžinierskej praxi (DPS Elektronika od A do Z, č. 5/2015)

[2] Ing. Cabúk, PhD; Ing. Girašek: Simulácia teplotných pomerov na DPS v prostredí HyperLynx Thermal (DPS Elektronika od A do Z, č. 2/2015)

[3] Ing. Cabúk, PhD: Možnosti teplotných analýz navrhovaných DPS v softvérovom prostredí HyperLynx Thermal (prezentace 2015 – www.dps-az.cz/seminare/amper-2015/os-dps)

[4] www.mentor.com/pcb/hyperlynx/thermal/

www.cadware.cz