

Design och maximering av verkningsgraden för MODPSU, det modulära nätaggregatet

Niclas Arndt

Institutionen för Elektro- och Informationsteknik (EIT)

Lunds Tekniska Högskola (LTH)

Lunds Universitet

Sammanfattning

Detta är den populärvetenskapliga sammanfattningen av masteruppsatsen ”Designing and Maximizing Switch-Mode Efficiency of MODPSU, the Modular Power Supply”. Den sammanfattar teoretiska studier och resultat från mätningsexperiment som genomförts i syfte att minimera totala förluster för DC/DC-switchade nätaggregat.

Bakgrund, syfte och omfattning

Strömförsörjningen till elektroniska apparater består nuförtiden nästan uteslutande av så kallade switchade nätaggregat. Konverteringen från vägguttagets 230 V växelspanning till de olika likspänningar som apparaten behöver kan antingen göras i ett steg, i en AC/DC-konvertering, eller i två steg, AC/DC- och därefter DC/DC-konvertering. Det förstnämnda fallet används till exempel i stationära datorer och det sistnämnda i bärbara datorer.

Denna masteruppsats är en del av ett produktutvecklingsprojekt där den typ av nätaggregat som används i bärbara datorer även används i stationära datorer med mycket högre prestandakrav än bärbara datorer. Detta kräver förmåga att hantera höga strömmar med mycket låg värmeutveckling. Uppsatsprojektet syftar till att undersöka hur detta kan göras och rapporten presenterar de teoretiska studier och mätningsexperiment som genomförts:

- Sammanfattning av de ingående komponenternas egenskaper ur förlustsynpunkt
- Kretskortlayoutkrav för minimala förluster och störningar samt maximal stabilitet
- Simulering av förlusteffekt i induktorer och MOSFET-transistorer
- Mätning av temperaturökning i induktor och transistorer

- Mätning av förlusteffekt och verkningsgrad vid tre olika switchfrekvenser, fyra olika inspänningar och ett stort antal olika lastströmmar för de olika induktorer
- Undersökning av tillförlitligheten i de tre induktortillverkarnas verktyg för att beräkna induktorförluster
- Undersökning av tillförlitligheten i switchstyrkretsarnas designverktyg ifråga om totala förluster samt rekommenderad switchfrekvens och induktansvärde

Resultat

Simuleringen och temperaturöknings-mätningen antyder att det finns en förlust-sweet spot vid en viss switchfrekvens för en given inspänning och lastström som endast i mindre utsträckning beror på induktansvärde (inom ett visst intervall). Förlusteffekt-mätningen uppvisar tvärt emot förväntningarna starkt ökande totala förluster vid stigande switchfrekvens. Lägst förluster erhöles vid lägsta möjliga switchfrekvens, vilken i det aktuella fallet är 200 kHz.

De olika induktorer från tre tillverkare utvärderades. Generellt har modellerna med så kallad PQ-kärna av MnZn ferrit betydligt lägre förluster än modellerna med järnpulverkärna, med undantag för en järnpulverkärnemodell som har samma förlust som MnZn ferrit men utan den senares svagheter.

Tyvärr är det tydligt att endast ett av de tre induktortillverkarnas förlustberäkningsverktyg är användbart som konservativt ingenjörsvärkt. De andra två tillverkarnas verktyg underskattar kraftigt de egna produkternas förluster. Det är även tydligt att korrelationen mellan induktorns DCR och den totala förlusteffekten är mycket låg. Det finns bland järnpulvermodellerna istället en mycket starkare korrelation mellan låg DCR och hög total förlusteffekt.

Switch-styrkretstillverkarens verktyg befanns i det ena fallet rekommendera alltför hög switchfrekvens men om lägre frekvens anges manuellt är det därpå föreslagna induktansvärdet väl valt ur förlustminimeringssynpunkt. I det andra fallet rekommenderas ett alltför lågt induktansvärde, vilket orsakar betydligt högre totala förluster än vad som är möjligt att uppnå. Vid full lastström är tillförlitligheten i verktygets förlustberäkning god, men vid låg lastström underskattas förlusterna kraftigt.

Som biprodukter besvaras även frågan om nyttan med extern freewheeling-diod (mycket låg) samt vid vilken lastström det ur förlustsynpunkt är motiverat att använda fler än en fas för en viss vanligt förekommande konstruktion.

Mätningarna påvisar en minskning av de totala förlusterna om 60% jämfört med en konkurrerande produkt. Denna skillnad beror på bättre transistorer, lägre switchfrekvens samt troligen även bättre switch-styrkrets och mer genomtänkt krestkortslayout.