

Komponentvalet avgör livslängden på DC/DC-omvandlaren



Klokt att välja komponenter som tål höga temperaturer



**Av Ann-Marie Bayliss,
Murata Power Solutions**

Ann-Marie Bayliss började på Murata år 1997 och har arbetat över 20 år med kraft. På Murata arbetar hon globalt med produkternas tekniska och kommersiella aspekter.

En av de största utmaningarna i stora datacenter, avancerade mobilnät och andra system med mycket beräkningskraft på liten yta är att hantera värmeutvecklingen. Små system som basstationer hanterar värmen med hjälp av komplexa kylflänsar och fläktar. Stora datacenter har en dubbel kostnad i att först köpa energi för att driva systemen och sedan köpa mer energi för att hantera den värme som systemen genererar. Strategierna för detta kan vara så komplexa att hantera att Google nyligen applicerade en maskininlärningsalgoritm på kylsystemet i

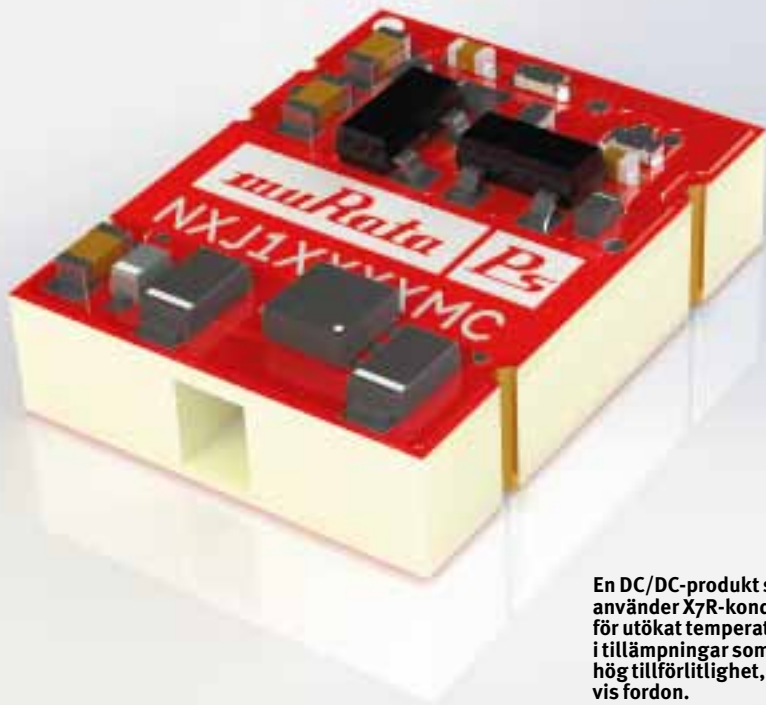
ett av sina datacenter vilket sänkte energiförbrukningen med ungefär 40 procent.

VÄRMEPROBLEMEN KOMMER bara att bli större. I takt med att arbetsspänningen i logiken fallit från 5 V till 1,8 V eller ännu lägre har strömförbrukningen ökat. Det har lett till större uppvärmning av kretsarna plus mer resistiv uppvärmning i stödsystem som DC/DC-omvandlare som strömförsörjer den mesta logiken.

I stora system blir det allt vanligare att använda matning med 24 eller 48 Vdc, för att sedan ha lokala omvandlare som leve-

rerar den önskade spänningen i ändnoden. I takt med att arbetsspänningarna sjunker blir det en allt större skillnad i spänning mellan in- och utgång vilket resulterar i sämre effektivitet och därmed mer värme.

I MINDRE SYSTEM kan varvtalsreglerade fläktar vara en extremt effektiv metod för att kyla elektroniken. Tyvärr ger de ifrån sig ljud och har lager som kan nötas ut. Dessutom har de filter som behöver bytas. Systemkonstruktörer föredrar att deras system inte har den här typen av underhållsbehov och potentiella tillförlitlighetsproblem.



En DC/DC-produkt som använder X7R-kondensatorer för utökat temperaturområde i tillämpningar som kräver hög tillförlitlighet, exempelvis fordon.

I båda fall kan det bli billigare om man kör systemet vid en högre temperatur eftersom behovet av kylning minskar. Det är därför många företag med stora serverfarmar kräver industrispecifierade processorer som kan arbeta i högre temperatur utan att tillförlitligheten minskar. För att det ska fungera måste man också ha kringkomponenter inklusive DC/DC-omvandlare som tål de högre temperaturerna, något som både är en möjlighet och en utmaning.

VID KONSTRUKTION för högre temperaturer måste man titta på vilka komponenter som ingår i DC/DC-omvandlaren. Det finns en tumregel som säger att för varje minskning av arbetstemperaturen med tio grader så halveras felutfallet under komponentens livslängd. Tumregeln kommer från Arrhenius ekvation som kvantifierar tiden för kemiska reaktioner vid olika temperaturer både vad gäller diffusions- och migrationsprocesser som sker i elektronikkomponenter. Ekvationen ger en bra utgångspunkt för

”I verkligheten undviker många konstruktörer aluminium-elektrolyter eftersom de oftast är orsaken till att kraftaggregat slutar fungera”

att förutse tid-till-fel på grund av att temperaturen ökar.

Konstruktörerna måste räkna med lägre prestanda på många komponenter när de arbetar vid temperaturer över 75 °C. De bästa konstruktörerna förstår mekanismerna som påverkar de olika komponenttyperna och väljer de som fungerar bra i den kommande produkten. Till exempel finns det en stark korrelation mellan livslängden hos elektrolytkondensatorer och deras arbetstemperatur, elektrisk stress och hastigheten hos diffusionen i elektro-

lyten. Förhållandet kan beskrivas i en ekvation som ger komponentens förväntade livslängd:

$$L = L_r \times (T_{max} - T) / 5 \times (V_{max} / V)^{2,5}$$

- L är den förväntade livslängden i timmar
- L_r är tillverkarens specificerade tålighet vid den maximala temperaturen T_{max} , i timmar
- T är den arbetstemperatur som kondensatorn kommer att utsättas för
- V_{max} är kondensatorns maximala arbetsspänning
- V är kretsens kritiska arbetsspänning

OM EN KONSTRUKTÖR använder en komponent som är specificerad för 25 Vdc vid 70 procent av dess maximala spänning kommer en vanlig kommersiell komponent som är specificerad för 2 000 timmar vid 85 °C ha en livslängd på 50 000 timmar vid 50 °C. Om man byter ut komponenten mot en som är specificerad för 105 °C kan man förvänta sig att livslängden ökar till åtminstone 80 000 timmar.

I verkligheten undviker många konstruktörer aluminium-elektrolyter eftersom de oftast är orsaken till att kraftaggregat slutar fungera.

DEN VANLIGASTE ORSAKEN till att keramiska kondensatorer går sönder är att de inte hanteras korrekt även om de också påverkas av för hög temperatur och spänning. Dessa effekter beror på det dielektriska materialet och har större betydelse när värdet på kapacitansen närmar sig gränsen för vad som är möjligt att göra. Komponenterna tappar kapacitans snarare än att de går sönder. Till exempel har X7R-materialet som ofta an-



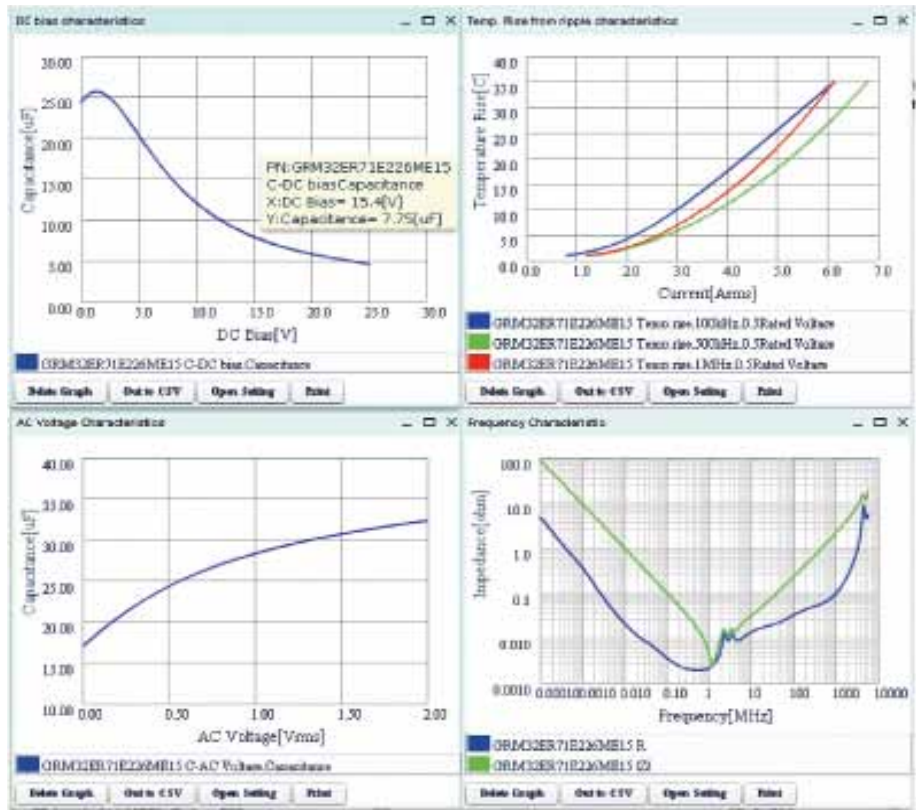
Simulatoren Simsurfing visar egenskaper hos keramiska kondensatorer och drosslar under olika förhållanden. I det här exemplet används en kondensator på 22 μF och 25 V.

vänds som dielektrika en noggrannhet på ± 15 procent från -55 till $+125^\circ\text{C}$. I motsats kan kapacitansen hos det dielektriska materialet Y5V minska med mer än 80 procent vid $+85^\circ\text{C}$. Det effektiva värdet hos en keramisk kondensator minskar också kraftigt om den förspänns med en likström. Detta beror på egenskaperna hos det keramiska materialet BaTiO_3) som de är tillverkade av.

MAN MÅSTE TA liknande hänsyn till kraftdrosslar vars prestanda beror på deras kärnmaterial. Olika material uppvisar olika mycket förluster vid olika temperaturer beroende på omständigheterna. Dock går kraftdrosslar sällan sönder om de inte överbelastas kraftigt.

Murata har ett webbaserat simuleringsverktyg kallat Simsurfing som kan användas för att undersöka påverkan av AC- och DC-förspänning, frekvens och temperatur för en rad olika kondensatorer och drosslar. Det kan generera oväntade resultat. Ta till exempel bilden till vänster som visar att X7R på 22 μF och 25 Vdc har en effektiv kapacitans på bara 7,75 μF med en förspänning på 15 Vdc. Figuren för temperaturen visar att kondensatorer som hanterar rippelström också kan påverkas av förhöjd inre temperatur.

UTVECKLARE ÄR VANA att ta hänsyn till temperaturberoendet hos halvledarkomponenter genom att beräkna temperaturen i halvlederövergången med hjälp av modeller för den termiska resistansen som garanterar att de ligger under $150-175^\circ\text{C}$. Karakteristiken hos Schottkydioder kan skapa problem i en DC/DC-omvandlare eftersom läckaget ökar med stigande temperatur. Det kan generera värme när de är backspända vilket i sin tur kan få dem att gå sönder. På liknande sätt brukar återkopplingen i DC/DC-omvandlare använda optoisolatorer vars överföringsförhållande kan ändras med ålder och höga temperaturer. Den för-



”Olika material uppvisar olika mycket förluster vid olika temperaturer beroende på omständigheterna”

ändrade karakteristiken kan leda till instabilitet och att omvandlaren slutar fungera.

Om konstruktörerna använder MOSFET:ar istället för dioder i synkrona omvandlare kan det lösa problemen med Schottkydioderna och öka effektiviteten. För topologier där det är svårt att undvika Schottkydioder, som den frivängande dioden över den synkrona switchen i en buckomvandlare, är det möjligt att välja Schottkydioder och optokopplare som tål junctiontemperaturer på 150°C .

NÄR MAN ANVÄNDER dessa måste man välja de andra komponenterna med omsorg och tänka till vid kretskortslayouten för att undvika att många varma komponenter hamnar på samma ställe. Som i de flesta konstruktioner måste man ta hand om systematiska

frågor som den maximala arbetstemperaturen på 130°C för ett typiskt kretskort.

Kravet på att köra DC/DC-omvandlare vid högre arbetstemperaturer för att fungera i tätt packade servrar ökar ständigt. Det innebär att DC/DC-omvandlare inte längre kan förlita sig på de specifikationer som komponenttillverkarna ger för 25°C om de vill utveckla produkter som kommer att fungera klanderfritt under lång tid vid höga temperaturer.

FÖR ATT UTVECKLA sådana omvandlare måste konstruktörerna ha en djupare förståelse av varje enskild komponents karakteristik och sedan koncentrera sin ansträngningar på att få maximal effektivitet med den avsedda arbetstemperaturen. Konstruktören måste också ta reda på var komponentens temperatur ska mätas och försäkra sig om att mätningarna görs i en representativ miljö och med en lufttemperatur och luftflöde som motsvarar den verkliga miljön.

Det är bara genom att göra dessa steg som konstruktörer av DC/DC-omvandlare kan få fram en robust konstruktion som på ett tillförlitligt och långsiktigt sätt kan möta kraven från system med tätt packade processorkort. ■