



Effektivare växelriktare

Räckviddsångest är ett hinder för många konsumenter att använda elfordon. Att öka battericellernas densitet och förbättra verkningsgraden i energiomvandlingsprocesser är nyckeln för att utöka räckvidden och lindra denna ångest.



Av Jonathan Liao, Onsemi

Jonathan Liao har varit med och gjort kravspecifikationen till, och utvecklingen av, VE-Tracfamiljen som är kraftmoduler till fordonsinvertrar. Innan han började på Onsemi har han arbetat med affärsutveckling, marknadsanalys och produktutveckling på Yole Développement, IHS Market och Microchip.

Växelriktarna är hjärtat i ett elfordon och kopplar samman batterierna med drivmotorerna. De omvandlar likströmsbatteriets spänning till en växelspänning, som motorerna kräver, med effektnivåer från 80 kW till mer än 150 kW. Batterispänningen baseras på cellpaketets storlek och är vanligen omkring 400 V, även om 800 V blir allt vanligare för att minska de stora strömmarna och därmed minska förlusterna.

Trots att kostnaderna har minskat med 40 procent under de senaste tre åren, eller 90 procent under det senaste decenniet, förblir litiumjonbatteriet den största kostnadsposten i en elbil. Den nedåtgående pristrenden förväntas fortsätta fram till omkring 2025 då den stabiliseras. Med tanke på kostnaden för batteriet är det absolut nödvändigt att varje joule lagrad energi används så effektivt som möjligt för att minska kostnaden, såväl som storleken, på batteripaketet.

En elektrisk drivlina ger otroligt stort vridmoment och acceleration. Reaktionsförmågan hos kombinationen av växelriktare och

elmotor korrelerar direkt med fordonets "känsla" och därmed till konsumentens körupplevelse.

Switchelementens betydelse

En växelriktare består vanligtvis av tre halvbrüggelement, som vart och ett är utrustat av ett par MOSFET:er eller IGBT:er som kallas höga och låga sidans switchar. Det finns en halvbrügga för varje motorfas, vilket blir tre totalt, med styrkretsar för varje switchenhet.

Switcharnas primära roll är att koppla till och från spänningen och strömmen från batteriet för att skapa växelström för motor/motorerna som driver fordonet. Detta är en krävande tillämpning på grund av höga spänningar, strömmar och driftstemperaturer som uppstår då ett 800 V-batteri kan leverera mer än 200 kW effekt.



Växelriktare för batterisystem på 400 V kräver krafthalvledare som har en VDS-klassning i intervallet 650 till 750 V medan 800 V-lösningar ökar VDS-kravet till 1 200 V. I en typisk tillämpning måste dessa kraftkomponenter också kunna hantera växelströmmar på över 600 A i upp till 30 sekunder och toppväxelströmmar på 1 600 A

i cirka 1 millisekund.

Switchtransistorerna och styrkomponenterna som används för växelriktaren måste kunna hantera dessa stora belastningar och samtidigt behålla en hög verkningsgrad för växelriktaren.

Vanligtvis används IGBT:er för växelriktartillämpningar eftersom de kan hantera höga spänningar, switcha snabbt, leverera effektiv drift och klara bilindustrins utmanande kostnads mål.

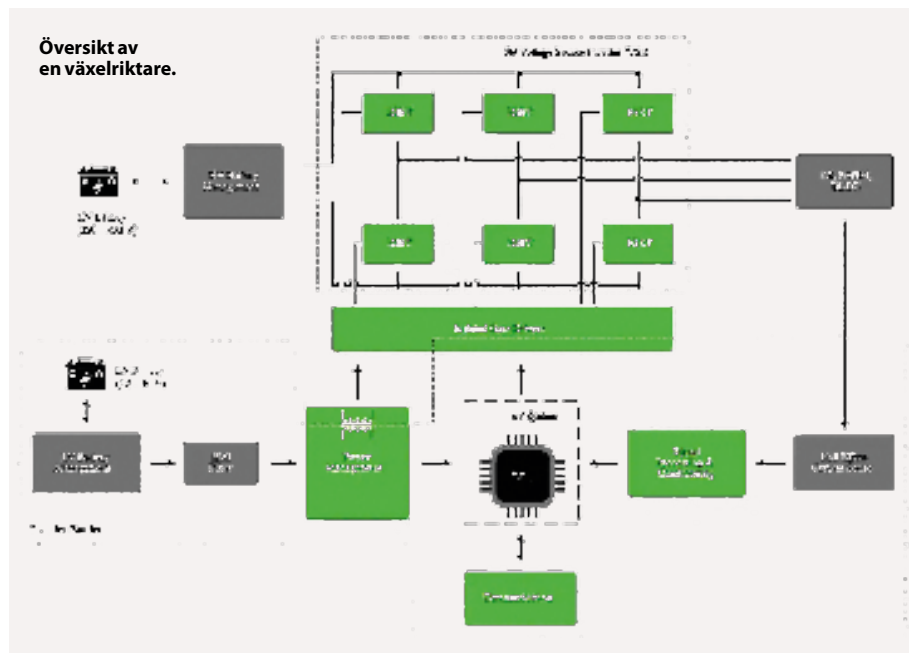
Switchar och effektdensitet

Moderna bilar har otroligt lite utrymme för tekniken. Detta betyder att energidensitet är en viktig parameter, speciellt för allt i drivlinan. Den fysiska storleken (och vikten) måste minimeras eftersom vikt minskar fordonets räckvidd.

Förutom detta är den primära drivkraften verkningsgraden i konstruktionen. Ju högre verkningsgrad desto mindre värme genereras och desto mer kompakt kan växelriktaren vara.

Switchen (IGBT eller MOSFET) har störst påverkan på förlusterna som genererar värme. Lägre värden på kanalresistans (RDS(ON)) minskar statiska förluster medan förbättringar i gateladdning (Qg) minskar dynamiska eller switchförluster, vilket gör att systemen kan switcha snabbare. Om switchhastigheten är högre kan storleken på passiva komponenter såsom magneter minskas kraftigt, vilket ökar effektdensiteten.

Den maximala driftstemperaturen för switcharna kan också påverka effektdensi-



gör elbilarna attraktivare

teten. Om enheterna kan arbeta vid högre temperatur, krävs mindre kylning, vilket ytterligare minskar storleken och vikten på konstruktionen.

I många växelriktarkonstruktioner är nyckelkomponenterna ofta separat monterade och även om detta är ett helt giltigt tillvägagångssätt, ger det inte nödvändigtvis den mest kompakta konstruktionen eller den med högst effektdensitet.

Ett alternativt tillvägagångssätt är att använda förkonfigurerade moduler till de halvbyggnad som behövs för växelriktaren. En sådan lösning är VE-Trac Power Integrated Module (PIM) från Onsemi som är speciellt utvecklad för fordonsområdet, inklusive växelriktare.

Effektmodulerna VE-Trac Dual innehåller ett par 1 200V UFS (Ultra Field Stop) IGBT:er i en halvbyggnads-konfiguration. Dessa enheter använder den robusta och beprövade Trench UFS IGBT-tekniken som ger hög strömdensitet, robust kortslutningsskydd och den höga spänningståligheten som behövs för batteritillämpningar på 800V.



De smarta IGBT:erna inkluderar integrerade ström- och temperatursensorer, vilket gör dem unika och ger en snabbare reaktionstid för skyddsfunktioner som överström (OCP) och övertemperatur, vilket ger en mer robust lösning.

Komponenterna är monterade på ett Al₂O₃ DBC-substrat med 4,2 kV isoleringsförmåga, och med koppar och kylning på båda sidor. Frånvaron av trådbondningar fördubblar den förväntade livslängden jämfört med liknande moduler med trådbondningar. Tillsammans med IGBT:erna finns en diod som minskar effektförlusten och möj-

liggör mjuk switchning, vilket förbättrar den totala verkningsgraden.

GENOM ATT KAPSLA nakna chip i en kompakt enhet är VE-Trac Dual-moduler mycket lättare att integrera i en kompakt konstruktion. Effektiv drift, låga förluster och dubbelsidig kylning säkerställer att termisk hantering enkelt uppnås och en kontinuerlig drifttemperatur på 175 °C tillåter att högre topp effekt levereras till motorerna.

Normalt krävs endast en VE-Trac Dual-modul för varje fas i en växelriktare. Den mekaniska konstruktionen gör den lätt att använda i flerfastillämpningar, vilket ger skalbarhet och möjlighet att parallellkoppla moduler för att leverera mer effekt i varje enskild fas.

IGBT-baserade VE-Trac-moduler är tillräckliga för de flesta fordonstillämpningar men det finns en förbättrad version med MOSFET:ar i kiselkarbid för de mest krävande tillämpningarna. Denna ger ytterligare storleks- och effektivitetsvinster i växelriktarkonstruktioner. ■