

# Ett recept för en optimal

**USB** 3.1 Generation 2, har snabbt fått ett stort genomslag i portabel konsumentelektronik. Med Typ C-kontakt kan den komma att slå ut konkurrerande trådad teknik för överföring av data och energi i elektronikprodukter inom såväl IT, konsument och industri som inbyggda system generellt. Den kanske viktigaste faktorn bakom detta är strömförsörjningen PD (Power delivery). Medvetenheten om potentialen i USB-PD kommer bara att öka allteftersom allt fler produkter levereras med Typ C-kontakt.

På kort sikt förväntas USB-PD användas mest i adapttrar, typfallet är en premiumlaptop. Ungefär hälften av alla notebookadapttrar väntas använda USB-PD år 2020. Tillverkare vill optimera för specifika apparater och vi kommer att se efterfrågan på effekter mellan 27 och 100 W. För den som behöver utveckla för flera olika effekter är en gemensam lösning i en flexibel konstruktion att föredra.

Omvandling från AC till DC ger alltid förluster, som vi vill minimera. Det finns olika omvandlartopologier att välja bland. Om pris är viktigare än verkningsgrad kan man använda en PSR Flyback (Primary Side Regulation), särskilt om uteffekten är ganska låg och utspänningen inte behöver exakt reglering. Högre effektivitet och bättre prestanda vid högre effekt kräver typiskt en SR QR Flyback (Secondary Side Regulation Quasi Resonant).

**DENNA TYP AV LIKRIKTNING** – som appliceras efter krafttransformatorn – använder klassiskt dioder som omkopplare vilket är ineffektivt främst på grund av det framåtriktade spänningsfallet över diodens PN-övergång –typiskt cirka 0,7 V. Även om en schottkydiod används för att sänka fallet till nära 0,3 V, finns fortfarande en förlust.

Moderna USB-PD-adapttrar undviker diodförlusterna genom att istället använda en MOSFET med låg on-resistans (Figur 1).

Verkningsgraden blir bättre, men lösningen har sina egna komplikationer. En regulator behövs för att sätta på och stänga av transistoren vid rätt ögonblick. Det finns dessutom olika SR-regulatorer som erbjuder olika funktioner beroende på tillämpning.

Att använda en MOSFET med en  $R_{DS(ON)}$  så låg som 5–10 m $\Omega$ , kan ge signifikant högre effektivitet än till och med att använda en Schottky-diod. Potentiellt uppnås en topeffektivitet på över 93 procent.

Timingen på MOSFET-omkopplingen blir nu den kritiska parametern. Både fördröjningen vid påslag och avstängning påverkar effektiviteten. Vid val av regulatorn som bestämmer MOSFET:ens tillstånd, är därför de fördröjningar den introducerar en kritisk parameter.

I en USB-PD arbetar flybackomvandlaren antingen kontinuerligt ledande (CCM) eller kvasieronant (QR). Under CCM måste SR-regulatorn stänga av MOSFET:en mycket snabbt för att undvika en eventuell plötslig genomsärning från primärsidan med mycket hög ström. Det är viktigt att MOSFET:en på sekundärsidan (likriktaren) stängs av snabbt strax innan MOSFET:en på primärsidan.

För att klara USB-PD-specifikationens 100 W måste likriktar-MOSFET:en ha tillräckligt låg on-resistans för att kunna leverera strömmen vid begärd utspänning och med minimala värmeförluster för att hålla en rimlig intern temperatur i adapttern. Detta bestäms bland annat av regulatorns förmåga att sänka såpass mycket ström att MOSFET:en kan stängas av snabbt.

För att bestämma när MOSFET:en ska stängas av mäts spänningen mellan drain och source. Om styrenheten stöder direktavkänning (Direct Sensing, DS) räcker

## Av Yong Ang, ON Semiconductor



**Yong Ang** är strategisk marknadsdirektör på ON Semiconductor. Han har drygt 15 års erfarenhet inom kraft, i synnerhet AC-DC-lösningar med hög effektivitet.

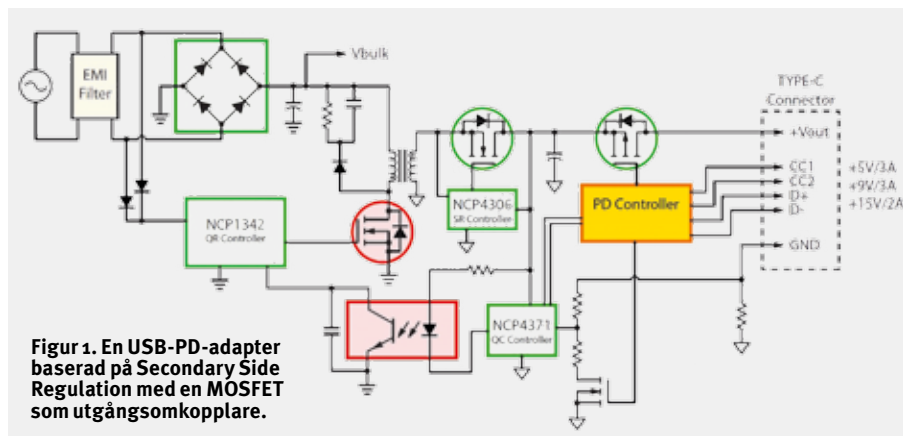
några få extra komponenter. Om inte, behövs fler. Kostnaden ökar och ytterligare fördröjningar som sänker den totala effektiviteten kan introduceras. Direktavkänning används under både påslagning och avstängning. Typiskt behöver styrenhetens DS-stift tåla 120 V eller mer för USB-PD, för att ha marginal till plötsliga spänningsspicar under onormala omständigheter.

Vid ökad efterfrågan på ström behöver MOSFET:en aktiveras. Då blir omkopplingstiden avgörande. Om den är för lång, kommer strömmen att flöda genom MOSFET:ens kroppsdiod snarare än dess kanal, vilket ger effektförluster.

CoC Tier 2, DoE Level 6 och motsvarande krav på låg strömförbrukning under låg belastning och standby, är införda i de flesta geografiska områden. Här måste adapttern kunna detektera avsaknaden av belastning samtidigt som den strömförsörjer USB-protokollkretsen och upprätthåller en ingångseffekt under 0,075 watt. En SR-regulator som kan detektera detta och växla till light-load-läge, hjälper tillverkaren att uppfylla dessa krav.

**MED TANKE PÅ ALLA DESSA KRAV** bör du värdera tillgängliga lösningar noggrant när du väljer SR-regulator. Om den ger flexibel uteffekt kan den användas över ett brett spann adapttrar. En regulator med justerbara på- och av-omkopplingstider – fixerade under konstruktionsfasen – kan uppnå just detta.

NCP4306 från ON Semiconductor har utformats för att leverera ledande prestanda inom alla de områden som beskrivs ovan. Den erbjuder en starttid på 30 ns och en avstängningstid på bara 13 ns, vilket maximerar MOSFET:ens ledningstid, samtidigt som risken för korsledning med den primära sidomkopplaren elimineras. Den har också utformats för att klara DS-spänningar på upp till 200 V. Med en strömstyrka på 7 A kan regulatorn enkelt driva en MOSFET med ett on-motstånd på under 10 m $\Omega$  och



**Figur 1. En USB-PD-adaptter baserad på Secondary Side Regulation med en MOSFET som utgångsomkopplare.**

# USB-C-laddare



uppfylla konstruktionskraven för USB-PD-nätadapter på upp till 100 W.

Utöver för mellanspännings-MOSFET:ar, finns NCP4306 även i en variant som driver GaN-HEMT-transistorer (Gallium Nitride High Electron Mobility Transistors), som kan växla ännu snabbare än MOSFET. Denna synkrona likriktar-regulator reglerar en drivspänning på typiskt 5 V optimalt för GaN utan att överbelasta dess gate, vilket annars kan leda till att enheten fallerar. Detta gör den användbar i ultra-high density-strömadapter för QR-läge och till och med för Active Clamp flyback-topologier. Drivfrekvensen för denna synkrona likriktare är upp till 1 MHz. Tillsammans med NCP1342 – en QR-primärstyrenhet på upp till 500 kHz – kan detta ge en USB-PD-adapter med topp effektivitet på 93,5 procent och effektdensitet nära 20 W/in<sup>3</sup>.

**ENHETEN INNEHÅLLER BLOCK** för att ställa in minimal on- och off-tid för att motverka den ringning som induceras av PCB-layout och

andra parasitära element och leder till oönskad kroppsdiodledning som beskrivits ovan. Båda timingparametrarna kan justeras via ett externt motstånd, vilket gör att konstruktionen kan optimeras för önskad effekt och valda effektkomponenter. LLD-blocket (Light Load Detection) detekterar reducerad frekvens av växlingspulser när strömförsörjningen arbetar i skip mode när utmatningsbelastningen minskar, och sätter då SR-regulatorn i avaktiveringsläge. Regulatorn förbrukar låg ström (typiskt 37 mA) i det tillståndet, vilket uppfyller CoC Tier 2-krav med marginal.

I den interna krets som styr direktavkänningsfunktionen slås den synkrona likriktarens MOSFET på när spänningen på CS-stiftet, som är anslutet till dräneringsterminalen på strömbrytaren, är lägre än  $V_{TH\_CS\_ON}$ -tröskeln. MOSFET:en stängs sedan av så snart spänningen på CS-stiftet är högre än  $V_{TH\_CS\_OFF}$  (typiskt 0,5 mV). NCP4306 har även en  $dV/dt$ -lutningsdetektor i direktavkänningsblocket för att skilja

mellan resonansringning i viloläge och den faktiska primära omkopplarens startinstans. Detta är särskilt viktigt för USB-PD-mönster med olika utspännings- och lastprofiler och säkerställer att regulatorn aktiverar MOSFET:en närhelst det behövs.

## Slutsatser

Strömförsörjning via USB med Typ C-kontakt tycks ödesbestämd att dominera strömförsörjning via adapter under över-skådlig framtid. Användningen är redan framträdande inom ett antal tillämpningsområden och dess mångsidighet innebär att den kommer att vara förstaval för både tillverkare och konsumenter.

Att välja rätt SR-regulator är avgörande när det gäller att utforma en optimerad adapter som inte bara kan uppfylla kraven på energieffektivitet utan också tuffa konsumentkrav. NCP4306 representerar den första i en ny generation av SR-regulatorer som erbjuder denna nivå av prestanda och flexibilitet. ■