

Skydda dyra laster med aktiv urladdning



Välj LDO med lämpliga egenskaper



Av Steve Knoth, Linear Technology

Steve Knoth är senior marknadsföringsingenjör på Linear Technology, där han ansvarar för en mängd kraftkomponenter exempelvis effekthanteringskretsar (PMIC), LDO:er, batteriladdare, laddningspumpar och laddare av superkondensatorer. Tidigare har han även arbetat med marknadsföring och produktansvar på Micro Power Systems, Analog Devices och Micrel Semiconductors.

Linjära regulatorer ingår i många moderna elektroniska system. Även om den linjära LDO (low dropout)-regulatorn sällan är den dyraste systemkomponenten är den ofta en av de mest värdefulla när kostnad ställs mot nytta. En av LDO:s uppgifter är att skydda laster nedströms från tuffa miljöförhållanden som temperaturavvikelse, spänningstransienter, kraftmatningsbrus, omvänd spänning, strömrusning och EMI eller ESD. Kort sagt måste konstruktionen vara robust och även innehålla alla skyddsfunktioner som behövs och samtidigt skydda lasten. Många billiga linjära LDO-regulatorer innehåller inte de nödvändiga skyddsfunktionerna, vilket ofta gör att inte bara regulatorn skadas utan även lasten.

Bildsensorn är ett typiskt exempel där dyra och känsliga laster måste skyddas. Bildsensorer innehåller vanligtvis dyra digitala kretsar som tar en bild och direkt omvandlar bilden digitalt. De populäraste typerna av bildsensorer är laddningskopplade (CCD, charge-coupled) kretsar och CMOS-system. En rad utrustningar, exempelvis endoskop och övervakningskameror, utnyttjar bildsensorer.

Vissa tillämpningar kräver att kraftcykeln styrs när utrustningen slås på och av. I system med multipel matning måste FPGA:er, ASIC:ar, DSP:er, styrkretsar och andra digitala kretsar ha multipla spänningsmatningar som startas och stängs av i särskild ordning, annars kan den integrerade kretsen eller systemets logik för återställning vid start (power-on-reset) skadas. En sekvensering som inte är ordentligt gjord kan få katastrofala följder. Mycket tillförlitliga system som exempelvis militär utrustning, flygelektronik eller rymd- och flygsystem är exempel där utgångens tillstånd måste sty-

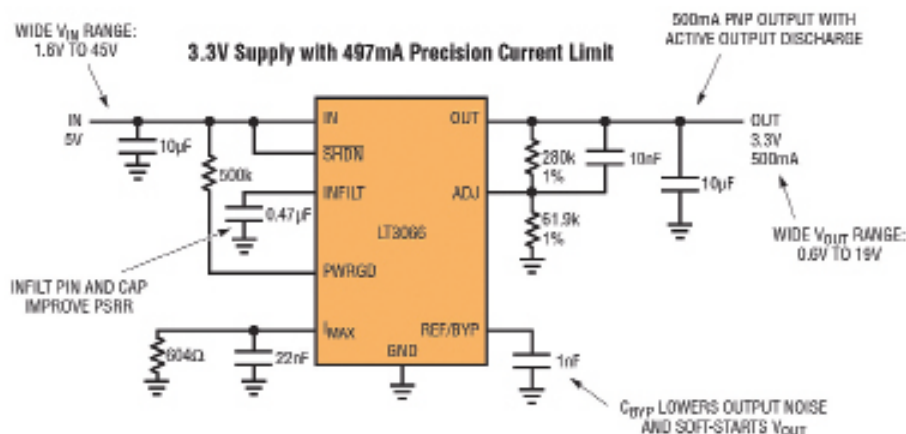
ras, framför allt om kraftaggregatets spänning kontinuerligt slås av och på.

För att hantera ett systems avstängningsbehov kan en LDO utnyttja en aktiv urladdningsfunktion på utgången. Den urladdar snabbt LDO:s utgång istället för att förlita sig på att utgången urladdas av LDO:s last eller motståndsdela. En LDO med aktiv utgångsurladdning kan snabbt dras låg av en NMOS-switch om inspänningen tas bort eller om avstängningsfunktionen aktiveras. Den främsta fördelen med kretsar som har aktiv urladdningsfunktion på utgången är att utgången befinner sig i ett känt läge när den stängs av. Utgången urladdas alltid snabbt och förutsägbart, oavsett lastens tillstånd. Detta är viktigt för tillämpningar som är beroende av noggrann sekvensering av kraftmatningen vid avstängning, som exempelvis bildsensorer och styrkretsar.

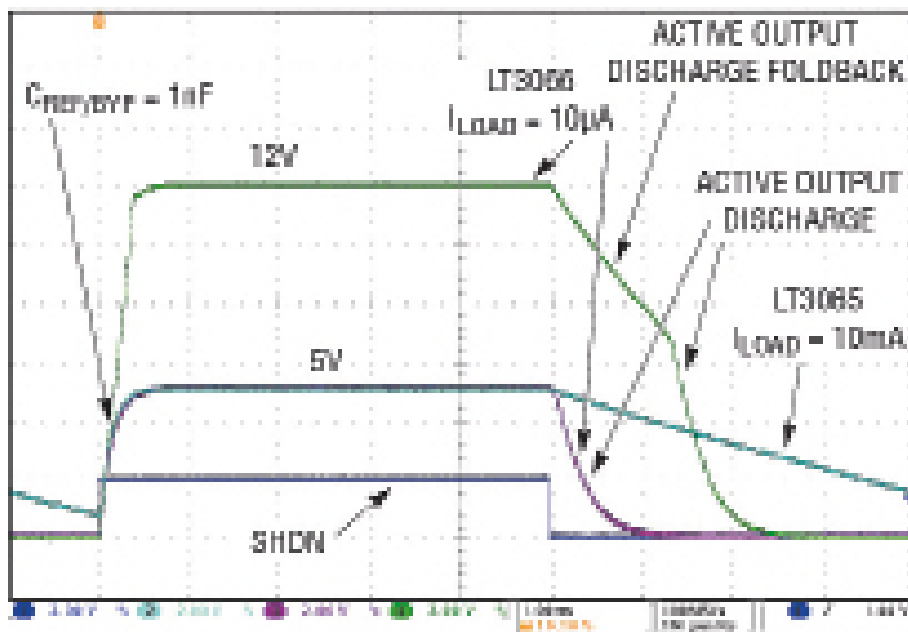
LÅGSPÄND STEP-DOWN-omvandling och -reglering kan åstadkommas med en rad olika metoder. Switchade regulatorer fungerar

med hög verkningsgrad över ett brett spänningsområde, men kräver både magnetiska komponenter och kondensatorer för att fungera vilket upptar större relativ kortyta. Laddningspumpar (eller switchade kondensatoromvandlare) kan också användas för att åstadkomma omvandling av lägre spänning men de är begränsade i fråga om utgångens strömförmåga och kräver externa kondensatorer för funktion och stabilitet. Linjära regulatorer med låg dropout är vanligtvis mindre effektiva, men alstrar mindre brus och är enklare att använda för step-down. Moderna konstruktionstekniker och kiselprocesser har gjort det möjligt för linjära LDO:er att närma sig detta område. De inkluderar nu ultrasnabbt transientsvar, låg dropout-spänning, lågspänningsfunktion (normalt ned till 0,6V utspänning), förmåga till hög utström och funktion från en enda matning.

DAGENS GENERATION av snabba digitala kretsar som kräver hög ström men låg matningsspänning, exempelvis FPGA:er, DSP:er, CPU:er och ASIC:ar, ställer stränga krav på aggregaten som matar kärnan och IO-kanalerna. Effektiva switchregulatorer har traditionellt utnyttjats för att kraftmata sådana kretsar, men de kan ha problem med brus samt begränsningar i transientsvar och layout. Det har gjort att LDO:er nu har börjat användas som ett alternativ i dessa och andra lågspända omvandlingssystem. Tack vare den senaste tidens produktutveckling och funktionsförbättringar håller



Figur 1. LT3066 passar väl att användas till instrument med krav på optimal körtid liksom mycket tillförlitliga kraftaggregat som kräver mer omfattande skydd.



Figur 2. LT306x-familjen erbjuder sex kretsar. Här jämförs LT3066 med aktiv utgångsurladdning och LT3065 som inte har det. LT3065 har en last på 10 mA medan LT3066 endast belastas av motståndsdelen som anger utspänningen (10 µA här). Trots att LT3066:s utgång belastas mycket lätt urladdas utspänningen snabbt. LT3065:s utgångskondensator urladdas däremot enbart av lasten, vilket går mycket långsammare. För utspänningar över 7 V använder LT3066 aktiv så kallad fold-back- urladdning på utgången för att begränsa effekten genom kretsen. Mellan 12 V och 7 V urladdas LT3066 långsammare än under 7 V eftersom "fold-back" aktiverats. Funktionen skyddar när hög utspänning och stora kondensatorer används eller när ett fel kan komma att kortsluta utgången till en hög spänning.

trenden på att vända och nya LDO:er erbjuder mycket få prestandakompromisser.

Det finns många linjära regulatorer av industristandard som fungerar med låg dropout med en enda spänningsmatning, men flertalet kan dock inte åstadkomma en kombination av lågspänd omvandling (ned till 0,6 V utspänning) med lågt utgående brus, brett in-/utspänningsområde och omfattande skyddsfunktioner. PMOS-baserade LDO:er klarar dropout och drivs med en enda matning, men begränsas vid låg inspänning av passtransistorns VGS-prestanda. NMOS-baserade kretsar erbjuder snabbt transientsvar, men kräver två matningar för att förspänna kretsen. NPN-regulatorer erbjuder brett in- och utspänningsområde, men kräver antingen två matningsspänningar eller högre dropout. Däremot kan en PNP-regulator med rätt arkitektur uppnå låg dropout, hög inspänning, lågt brus och lågspänningsomvandling med tvärsäkert skydd från en enda matning.

I TAKT MED att processnoderna fortsätter att krympa måste moderna digitala kretsar fungera vid allt lägre spänning. Kravet på högre strömmar och lägre utspänning innebär för många existerande inspänningar en ökad kraftförbrukning hos en linjär regulator. Denna ökade kraftförbrukning innebär mer värme. Därför är det nödvändigt att utnyttja kapsling av senaste snitt för att minimera temperaturökningen inne i regulatorn och begränsa värmeproblem. En linjär

regulator med förmåga att fungera med låg dropout (minimerar skillnaden mellan in- och utspänning samtidigt som regulatorn bibehåller utgående reglering och stabilitet) minskar dessutom kraftförbrukningen och därmed värmeproblem.

Behovet av hög undertryckning av ripple (PSRR, power supply ripple rejection) och lågt brus på utspänningen innebär ytterligare utmaningar. En krets med hög undertryckning av matningsripple filtrerar och undertrycker lätt brus från ingången, vilket resulterar i en ren och stabil utgång. En krets med lågt brus på utspänningen över en stor bandbredd är dessutom fördelaktig för dagens moderna matningar där brus känsligheten måste beaktas. Lågt utspänningsbrus vid hög ström är helt klart en nödvändig specifikation.

VISSA INDUSTRI-LDO:ER har aktiv urladdning av utgången för att skydda lasten. Existerande lösningar aktiveras dock endast vid avstängning. Kretskonstruktioner med en typ av dubbel aktiv utgångsurladdning, som även aktiveras när inspänningen drivs lågt, har saknats – tills nu.

En LDO-lösning för aktiv utgångsurladdning bör ha följande egenskaper:

- Enkel matning (för att vara lätt att använda)
- Snabbt transientsvar
- Fungera över ett brett in-/utspänningsområde
- Förmåga till hög utström

- Lågt utgående brus
- Fungera med mycket låg dropout
- Utmärkt termisk prestanda
- Hög PSRR över ett brett frekvensområde
- Komplet dubbel aktiv urladdningskrets på utgången - aktiv om antingen SHDN eller VIN drivs lågt

DEN LINJÄRA LT3066-regulatorn, nyligen lanserad av Linear Technology, har samtliga dessa egenskaper. Det är en högspänd, lågbrusig linjär regulator med låg dropout som har programmerbar strömbegränsning, aktiv urladdning, "power good"-indikering och förbättrad undertryckning av matningsripple. Kretsen ger upp till 500 mA med en dropout-spänning på 300 mV vid full last. LT3066 inkluderar en intern högspänd NMOS-baserad "pull-down"-krets som urladdar utspänningen om antingen SHDN-benet drivs lågt eller inspänningen stängs av. Denna snabba aktiva utgångsurladdning hjälper till att skydda lasten i tillämpningar som kräver kraftstyrning vid både start och avstängning, som exempelvis avancerade bildsensorer och styrkretsar.

LT3066 har ett brett inspänningsområde från 1,8 V till 45 V och utspänningen kan justeras från 0,6 V till 19 V. En enda kondensator med ett REF/BYP-ben möjliggör mjukstart och lågbrusig funktion på endast 25 µVRMS över 10 Hz till 100 kHz. Toleransen för utspänningen är mycket noggrann, ±2 procent över linje, last och temperatur. En extra enkel kondensator med ett INFILT-ben förbättrar PSRR med 15 dB till 30 dB för frekvenser från 20 kHz till 1 MHz, med 1 MHz PSRR på 60 dB.

LT3066 fungerar med en liten, billig keramisk utgångskondensator på minst 3,3 µF. Kretsens PWRGD-indikator visar regleringen på utgången. Ett motstånd programmerar den externa noggranna strömbegränsningen (±10 procent över temperaturen). Dessutom inkluderar kretsens interna skyddskretsar, skydd mot omvänt batteri och omvänd ström, strömbegränsning med "fold back" och värmebegränsning. Den aktiva urladdningskretsen inkluderar SAO-(Safe-Operating-Area)-foldback för att skydda den NMOS-baserade pull-down-kretsen från utspänningar på över 6 V och tillhandahåller ett utgående ben med bred absolut maximal märkspänning: -1 V, +20 V.

MEN INTE ALLA tillämpningar kräver aktiv utgångsurladdning för att skydda känsliga laster. Inte heller behöver de så hög utström som 500 mA. Den nya LT306x-familjen erbjuder sex kretsar med utström på 100–500 mA. Tre av dessa har komplett funktion för dubbel aktiv utgångsurladdning som passar för att skydda känsliga och dyra laster samtidigt som den möjliggör noggrann kraftsekvensering i bildsensorer och system som kräver hög tillförlitlighet. ■