



Strategi for styring af HB LEDs

Der findes forskellige måder at drive og styre high-brightness LED'er på. Konstantstrømsregulering kan bane vejen for forbedret ydelse og pålidelighed i LED-baserede lysapplikationer.

Af Tim Kaske og Paul Declodt ON Semiconductor

I de seneste år er der sket store teknologiske fremskridt indenfor high-brightness LEDs (HB-LEDs), hvilket gør det muligt at erstatte konventionelle glødelamper, lysstofrør og halogen teknologier med mere pålidelige

og energieffektive LED-baserede alternativer.

Man oplever således, at solid-state lyskilder bliver anvendt i stadig større omfang indenfor områder som automotive, digital

signage, arkitekturmæssige belysningsapplikationer samt generel belysning.

I praksis findes der en række forskellige måder at drive og kontrollere de anvendte LEDs på, og de grundlæggende ydelses- og pålidelighedsmæssige egenskaber kan variere meget kraftigt alt efter hvilket drive- og styringskoncept, der anvendes.

Mange lyssystemer bruger f.eks. modificerede versioner af allerede eksisterende løsninger, der ikke tager hensyn til de specielle krav, der stilles af HB LEDs. Men hvis systemdesigneren ønsker at optimere belysningsystemet, så HB LED'ernes egenskaber udnyttes optimalt, så kræves der omtanke i

forbindelse med valg af teknikker til at drive og styre lysdioderne.

Et systemperspektiv

Hovedelementerne i et solid state HB-LED lyssystem er LED emitterne, kredsløbet til effektkonvertering, kontrol- og drivekredsløbene, de termiske managementfunktioner samt de nødvendige optikkomponenter.

Hver af disse systemelementer skal optimeres, hvis det samlede lyssystem skal fungere optimalt. Hvis forskellige aspekter i forbindelse med fokusering og manipulation af lyskilden ved brug af linse/lys guides ikke håndteres korrekt, så vil illuminations-specifikationerne for den aktuelle applikation ikke blive mødt.

På samme måde vil lyssystemets operative levetid blive reduceret (ofte endda meget kraftig), hvis der ikke er taget tilstrækkelig højde for at implementere effektiv termisk management på systemniveau.

Håndtering af effekt- og drive *scemes* er af lige så stor betydning for levetiden af lyssystemet.

Valg af forsyningsspændingskilde til et HB-LED lyssystem er afhængig af den type af applikation, der skal adresseres. Til arkitektonisk belysning og bygningsbelysning vil forsyningsspændingen normalt være en AC-netspænding.

Udendørs belysninger kan f.eks. forsynes fra en ureguleret forsyning som et solpanel. I automotive applikationer vil forsyningsskilden normalt være et 12V batteri.

Det anbefales, at man undlader at drive LED emittere fra spændingsforsyning uden nogen form for effektkonvertering, idet normale fluktationer i spændingen kan resultere i dramatiske forskelle i LED strømmene og dermed lysintensiteten.

Faktorer som en meget stejl V/I kurve og store variationer i 'forward' spændingen på LED-komponenter fra forskellige 'komponent-batches' gør det nødvendigt at inkorporere et isoleret eller ikke-isoleret effektkonverteringsstrin.

Regulering af strømmen

En af de primære funktioner af LED-driverkredsløbet er at kontrollere strømmen (uanset inputkonditionerne og variationer i forward spændingerne i de anvendte HD LED'er) over et bredt operativt område.

Driverkredsløbet skal kunne honorere applikationskravene med hensyn til effektivitet, strømtolerance, formfaktor, kostpris og sikkerhed.

Samtidig er det vigtigt, at den valgte metode er let at implementere og tilstrækkelig robust til at honorere de mest ekstreme miljømæssige påvirkninger, som den specifikke applikation kan blive udsat for.

Der findes tre basale driver/regulator topologier: Buck (step-down), boost (step-up) og buck-boost (også kendt som 'single-ended primary inductor conversion' eller bare SEPIC).

I buck kredsløbet er den minimale inputspænding (V_{in}) altid større end den maksimale spænding på LED 'stregen' under alle operative konditioner, mens boost-kredsløb bruges, når den maksimale V_{in} altid er mindre end den minimale spænding på LED 'strengen'.

SEPIC teknikker anvendes, når input og outputspændingerne overlapper hinanden. Fremskridt indenfor koblede induktorer betyder, at det nu er lettere at implementere SEPIC løsninger uden kompromisser med hensyn til den fysiske formfaktor i sammenligning med buck og boost topologier.

Hvis man formår at udnytte SEPIC topologien fuld ud, tilbyder den mange fordele i sammenligning med de mest anvendte topologier i form af højere effektivitet, mulighed for mere en mere kompakt samlet formfaktor samt lavere kostpris.

Grundlæggende kan man anvende fire forskellige typer af komponentbaserede

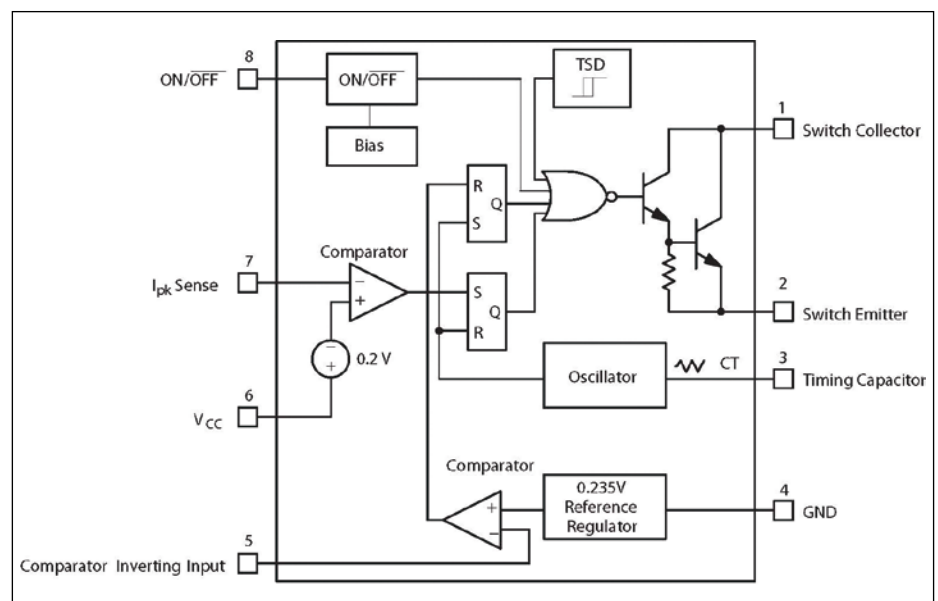
løsninger til at opbygge LED strømreguleringen.

- Man kan anvende *modstande*, der repræsenterer den mest enkle og billigste måde at regulere strømmen på. Men i praksis er det langt fra en optimal løsning at bruge modstande, idet disse er spændingsafhængige, hvilket resulterer i uacceptable fluktationer i LED lysstyrken. En sådan implementering stiller også krav om et kostbart og tidskrævende arbejde med 'binning' af LEDs, ligesom effektiviteten er lav.

- *Linear regulatorer* er lette at indesigne, og de tilbyder en effektiv strømregulering/fold back. Med et eksternt strøm opsætningspunkt, kan lineære regulator IC'er fungere som en god 'mid-range' løsning til strømregulering af HB-LED belysningsystemer. De har dog ofte en for højt effektforbrug, og deres effektivitet er lav. Den lave effektivitet betyder endvidere, at der også er flere udfordringer i forbindelse med håndtering af termisk management. Ofte skal der integreres en eller anden form for køleplade 'mekanisme', som dels optager plads og dels forøger materialeomkostningerne.

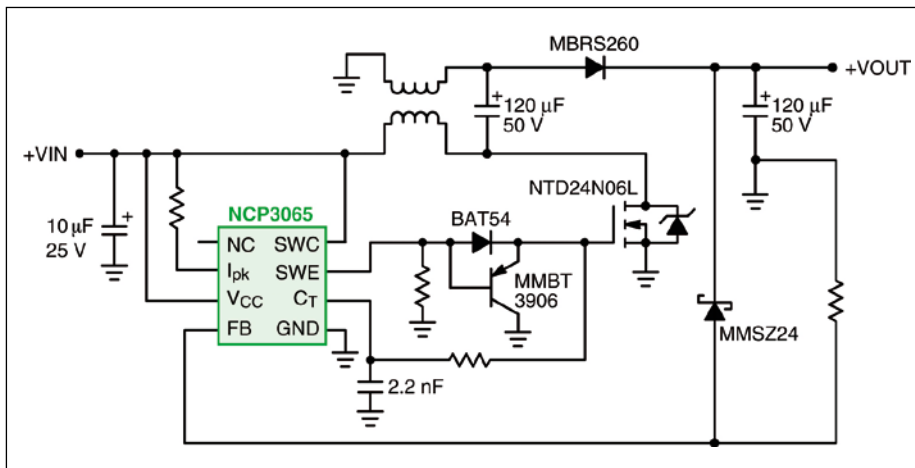
- *Switching regulatorer* udgør den mest kostbare og teknisk mest komplekse løsning til LED strømkontrol. I modsætning til lineære regulatorer og simple modstande, kan switching regulatorer give anledning til problemer med elektromagnetisk interferens (EMI), hvis der ikke tages forskellige hensyn i designproceen. Men swiching regulatorer

...FORTSÆTTES NÆSTE SIDE



Figur 1 illustrerer de basale elementer i en konstantstrøms regulator (CCR) IC.

FORTSAT FRA SIDE 21:



Figur 2. En konstantstrøm regulator IC i et typisk SEPIC scheme.

udmærker sig ved at være særdeles effektive og totalt spændingsuafhængige, og de baner vejen for en fuld integreret styring af lysstyrken i applikationen. Switching regulatorer kan dog kun anvendes i medium til high power applikationer eller i applikationer, hvor brede inputspændingsområder skal kunne håndteres.

- Endelig er der *konstantstrøms regulatorer*, der åbner mulighed for en mere simpel og billigere løsning i sammenligning med lineære og switching regulatorer samt et betydeligt bedre ydelse i forhold til løsninger, der baseret på brug af modstande.

Regulering med konstant strøm

Figur 1 (på side 21) illustrerer de basale elementer i en konstantstrøms regulator (CCR) IC. Som det er tilfældet med lineære og switching regulatorer, kan konstantstrøms regulatorer opretholde en konstant lysstyrke over et bredt spændingsområde. De kan også beskytte de anvendte LEDs mod blive påført for høje inputspændinger, og de kan eliminere eller kraftigt reducere den kostbare og ofte problematiske binning proces.

Da de nyeste generationer af integrerede CCR'er også kan arbejde med et bredt inputspændingsområde, så er der tilstrækkelig 'headroom' til at understøtte mere ustabile spændingsforsyninger, hvilket sikrer et meget bredt applikationsområde.

Da det emitterede lys fra en LED er proportional med den gennemsnitlige strøm,

der passer gennem LED'en, er det med brug af konstantstrøms regulatorer også meget enkelt dæmpe (dimme) lysstyrken, hvilket er en vigtig feature i mange lysapplikationer.

Dimming realiseres ved brug af enten analog eller digital pulsbredde modulations (PWM) teknikker. I det analoge koncept kombineres et input PWM signal med feedback spændingen, hvilket resulterer i en reduceret gennemsnitlig outputstrøm.

I en digital implementering bruges input PWM-signalet til at sænke switchingfrekvensen i regulatoren og dermed reducere den gennemsnitlige outputstrøm. Den typiske dimming frekvens ligger på mellem 200 Hz og 1000 Hz. Det menneskelige øje er ikke i stand til at se mindre variationer over 200 Hz.

De seneste generationer af konstantstrøms regulator IC'er – som f.eks. dem fra ON Semiconductor, kan håndtere forsyningsspændinger fra over 40V og ned til 3V med strømoutput fra 20mA til 1,5A, og de er fuldt kompatible med step-down (buck), step-up (boost), step-up/down (buck/boost) eller SEPIC topologier. Figur 2 viser et typisk SEPIC applikationskredsløb baseret på en NCP3066 komponent.