

Konstant strømforstyring for LED-applikasjoner

LED har vokst fram som foretrukket teknologi i mange belyningsapplikasjoner takket være egenskaper som energisparing, bredt fargeområde, designfleksibilitet og lang levetid. Men, for å kunne implementere effektive og pålitelige LED belyningsdesign, kreves kostnadseffektive strømregulatorer.

Av Ali Salih

Spenningskildene i LED belyningsystemer er forskjellige, avhengig av appikasjonstype. I sammenheng med arkitektur- og bygningapplikasjoner, er det vanlig at strømforstyringen er vekselstrøm og kommer fra hovednettet. Belysning utendørs kan derimot forsyne enten fra hovednettet, eller uregulert strømforstyring som 12V blybatteri eller kanskje solceller. For kjøretøy er det vanlig med forstyring fra et 14V batteri.

Bør ha kraftomforming

Selv om det er mulig, er det å drive LED fra en spenningskilde uten noen form for kraftomforming ikke noen god idé, siden normale forandringer i spenningen kan resultere i dramatiske endringer i LED-strømmen og lysstyrke. Faktorer som svært

bratt spenning-/strømkurve og stor variasjon i framspenningen fra mange-til-mange LED, gjør det nødvendig å bruke et isolert eller ikke-isolert kraftomformingstrinn.

Hovedfunksjonen til en LED-driver er å begrense strøm, uansett forhold ved inngangen og variasjon i framspenningen, over alle slags driftsforhold. Selve drifver – såvel som den totale systemløsningen – må også møte applikasjonskravene med hensyn til effektivitet, strømtoleranse, formfaktor, størrelse, kostnad og sikkerhet. Den valgte tilnærmingen må også være enkel å implementere og robust nok til å møte miljøkravene til den spesifikke applikasjonen.

Bruk av resistorer

Regulering med serieresistorer representerer en lavkostløsning,

men med denne forenklete tilnærmingen vil LED'ens strøm og lysstyrke øke med forandringer i forstyringsspenningen. Dette er et faktum som gjør at tilnærmingen ikke egner seg i majoriteten av design der man vil ha jevn lysstyrke. En ytterligere og alvorlig bekymring er at varierende LED-strøm har en vesentlig påvirkning på levetiden til LED'en eller LED-strengen. Bruk av resistorer fører også til behov for den kostbare og krevende praksis med LED-samling.

FET og BJT

Mange eksisterende design bruker konvensjonelle felteffekttransistorer (FET) og bipolare sperrerisiktt transistorer (BJT), men disse har store strømvariasjoner over komponent, spenning og temperatur. Det resulterer i forskjellige lysstyrkenivåer fra modul til modul og variasjoner under bruk avhengig av sperrerisiktttemperaturen i transistoren og ustabiliteten i forstyringsspenningen.

Høy-ende svitsjeregulatorer som bruker avanserte integrerte kretser og kraftomformer-topologier har høy effektivitetsgrad og er effektive når det gjelder å styre LED-strøm-



Om forfatteren: Ali Salih er designutviklingsdirektør for standardproduktgruppen hos ON Semiconductor.

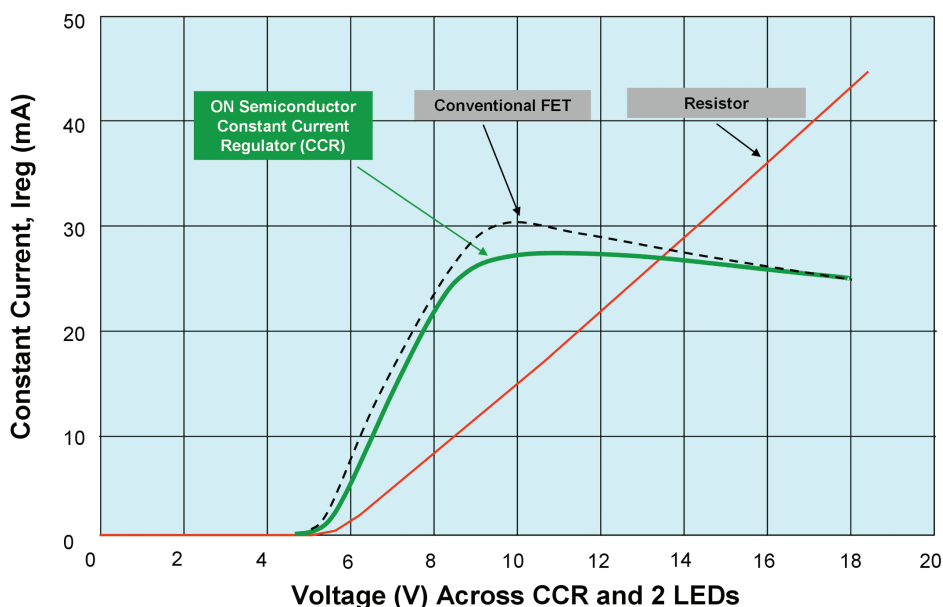
men. Imidlertid er de dyre, har EMI-problemer knyttet til ikke-lineær regulering, og kan oppta uakseptabel stor plass på kortet.

Konstantstrømregulatorer

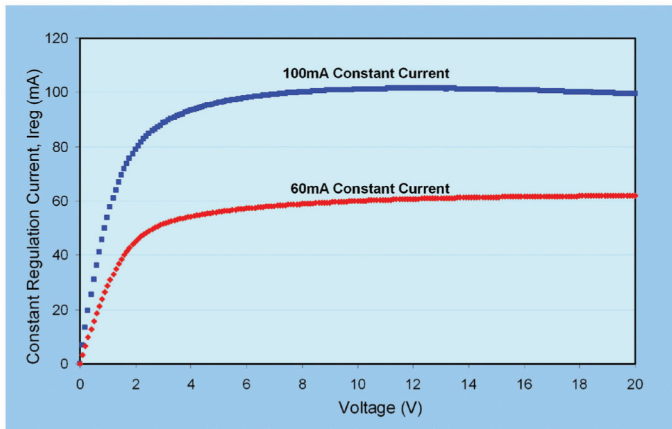
Konstantstrømregulatorer (CCR) presentert i denne artikkelen fremstår som et alternativ som kan sørge for en enkel, kostnadseffektiv, men fortsatt høy-yttelses LED-driverløsning. Designet er basert på halvleder FET-teknologi, men inkluderer funksjoner som tillater at de har høy komponent-til-komponent strømuniformitet over et bred spenningsområde, samtidig som strømtemperaturkoeffisienten reduseres betraktelig. Det effektive og kostnadseffektive designet av denne typen halvlederregulatorer er muliggjort ved lav produksjonskost, liten kretsstørrelse og en liten to-terminals kapsling. CCR-komponenter kan oppnå høy nyttegrad med høy brikke-til-brikke strømnøyaktighet uten behov for CCR-sortering. De fjerner også behovet for LED-samling.

Det interne designet og konstruksjonen av CCRene for en gitt pakke er nøyaktig skreddersydd for å oppnå en stødig strømkoeffisienttilstand over et bredt spenningsområdet over 20V. Videre kan en liten negativ strømkoeffisient bygges inn i komponenten for å få oppnå et innebygget kretsvern. CCRer kan typisk tåle fra 50V til 100V og reguleringsspenningsområdet

Steady State Characterization and Comparison



Figur 1: CCR sammenlignet med konvensjonell FET- og biasresistor.



Figur 2: konstant reguleringsstrøm til en CCR viser påslått ved lav spenning og uniform strøm over spenning for 60mA- og 100mA-komponenter.

er bare begrenset av den termiske massen i kretskortet. CCR alene er pakket inn i industri-standard, to-terminalpakker som er raske og enkle å plassere i design med begrenset kortplass.

Liten variasjon

Tradisjonelle FET- og BJT strømkilder kan variere med ± 50 prosent og avanserte LED-drivere er typisk spesifisert med variasjoner på ± 15 prosent eller 10 prosent. Konstante strømrregulatorer går utover disse uniformitetsnivåene gjennom proprietære og enkle design. CCR'er er utvidet til å oppnå bedre enn ± 5 prosent uniformitet uten sortering, noe som er enestående for diskrete LED-drivere. Det interne designet av brikken er i stand til å gjøre tettere fordeling, men den spesifiserte variasjonen på 5 prosent er ikke på grunn av brikken alene, men kan delvis skyldes de eksterne forbindelsene til pakken.

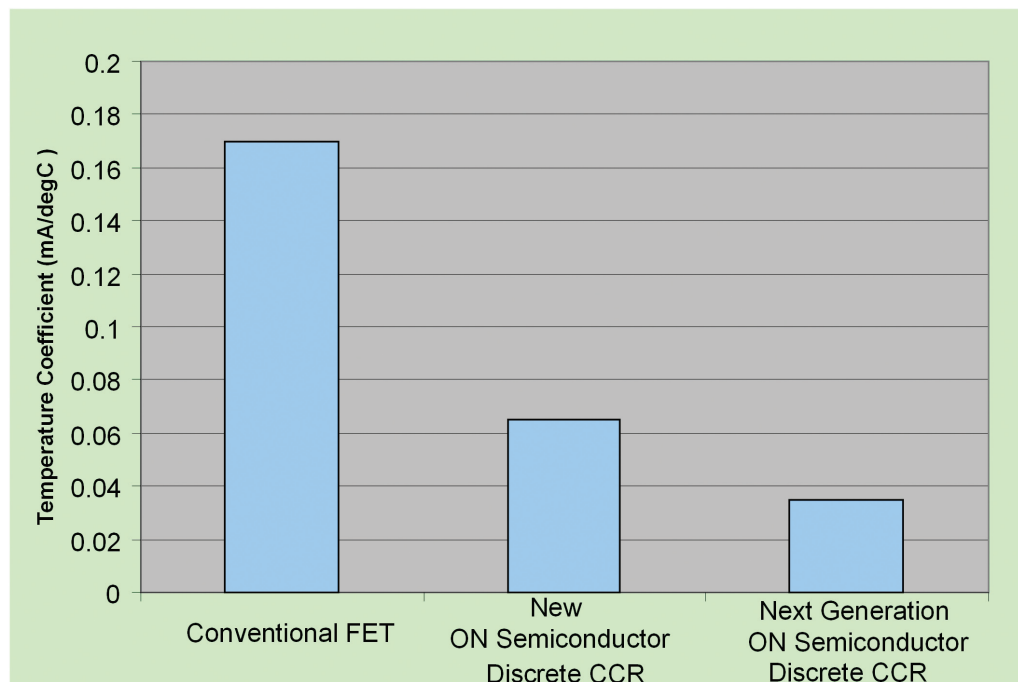
Uniform lysstyrke

Strømnivåer brukt i det siste innen automotive belysning, bakbelysning, skilting og arkitektonisk belysning er typisk i området 10mA til 30mA. Dette er vel innenfor området til tilgjengelige CCR som tilbyr strømrater på opptil 350mA med mellomliggende nivåer på 60mA og 160mA. I tillegg til ekstrem tett strømfordeling, har CCR-teknologi muliggjort redusert tempera-

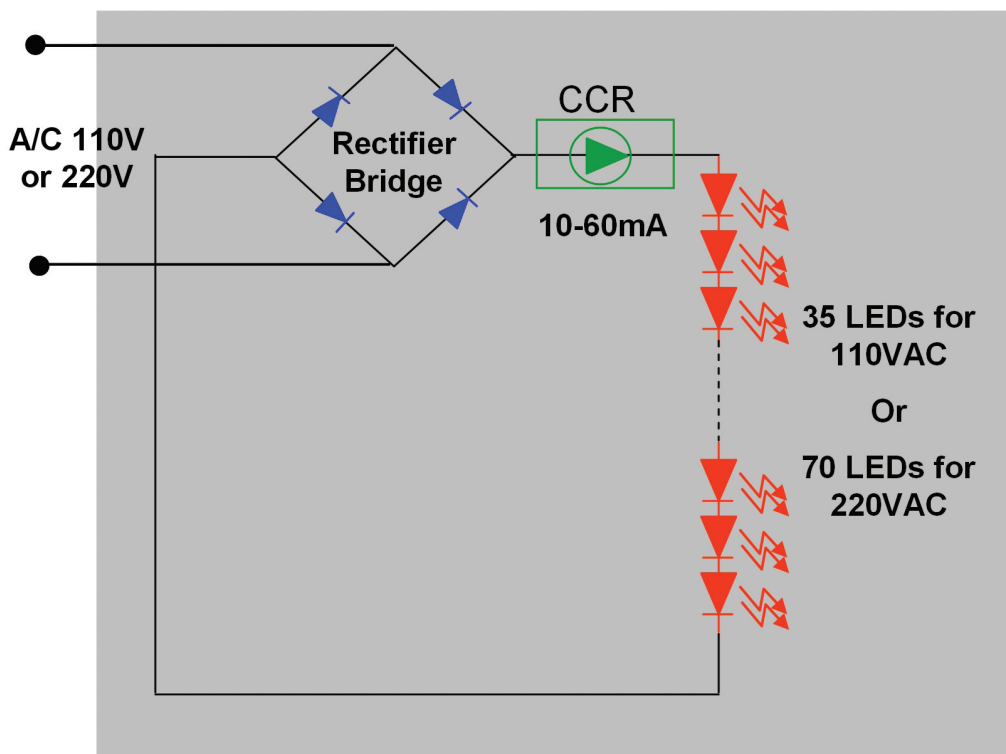
turkoeffisient med ca 60 prosent sammenlignet med konvensjonelle, transistorbaserte regulatorer. Denne uniformiteten gjør at belysningsapplikasjonene har en veldig uniform lysstyrke over matrisepaneller som bruker mange LED. I enkelte spesialapplikasjoner der ekstremt høy uniformitet eller helt spesifikk lysstyrke er et krav, kan det hende at LEDene fortsatt må sorteres. Når dette er nødvendig, kan strømmen til CCR LED-drivere justeres for å optimalisere lysstyrken ytterligere. Design av CCR gjør det mulig å ha fast strøm over et bredt inngangsspenningsområde, mellom rundt 3V og til over 40V. en lav på-spenning på mindre enn 2V kan være fordelaktig i mange design – et godt eksempel er indikatorer for lavt batteri i kjøretøysapplikasjoner.

Sammenligning

En sammenligning mellom CCR og konvensjonelle FET og biasresistorer er illustrert i Figur 1. 28mA-applikasjonen viser at resistoren bare er effektiv på ett enkelt punkt (14V) med lav lysstyrke i lavspenningsområdet under 14V og høy strøm over 14V, noe som gir stor variasjon i lysstyrken og vil sannsynligvis ødelegge påliteligheten til LED'en. Konvensjonell FET kan tilby noe regulering men strømvariasjonen er 6mA (20%) for pakken og kortet som er benyt-



Figur 3: Sammenligning av temperaturkoeffisienten i nye CCR med konvensjonelle FET-regulatorer.



Figur 4: Et LED belysningsystem drevet direkte fra ledningsnettet muliggjort med én CCR LED driver.

tet. Samtidig viser CCR stødig strømregulering med en forandring på bare 2mA i overheadspenningsområdet på 10V. Den litt negative koeffisienten er designet inn med hensikt for å oppnå en viss grad av overstrømsbeskyttelse av LED'en.

Koeffisienten til regulatoren kan skreddersys i designet for å oppnå en lett strømkjøning for å kompensere for reduksjon av LED-lysstyrken ved høy temperatur.

Figur 2 viser den konstante regulatorstrømmen til en CCR

og viser påslått ved lav spenning såvel som uniform strøm over spenning for 60mA- og 100mA-komponenter. Den lille strømkjøningen skyldes påvirkning fra varmeavledningen som er nok til å takle selvoppvarming i dette spesifikke designet.

Temperaturkoeffisient

Temperaturkoeffisientreduksjonen fra CCR beskrevet her er presentert i Figur 3, der konvensjonell FET er sammenlignet med to typer CCR. Temperaturkoeffisienten (TC) i vanlig FET i samme pakning er rundt 0,17mA/°C, mens CCR TC er redusert til ca 0,07mA/°C og ytterligere redusert til 0,045mA/°C. Denne reduksjonen på over 60 prosent av temperaturkoeffisient ned til bare 35µA/°C er gjort mulig med designelementer integrert i den monolittiske CCR-brikken. Den lave temperaturkoeffisienten som er designet inn i disse nye CCR'ene er ekstremt verdifulle for å kunne holde strømmen over brede driftstemperaturer.

Systemforenkling

Figur 4 viser elegansen og systemforenklingen ved å bruke CCR i bolig- og arkitektonisk belysning. Her er LED'ene forsynt direkte fra hovednettet gjennom en standard likeretterbro og strømmens uniformitet er opprettholdt av en enkel CCR. For 110V AC, kan 30 til 40 CCR'er kobles i serier, for 220V AC, blir 60 til 80 LED koblet i serie en kraftig lyskilde. Takket være enkelheten i kretsen og plassbesparelsene som oppnås med CCR, kan man produsere svært tynne og flate lyspaneler. Lysstyrken i en streng av 60mA LED drevet av 100VAC er den samme som fra en 60W vanlig lyspære, men bruker bare en tidel av effekten og genererer nær sagt ingen varme. I tillegg til energieffektivitet og lang levetid, unngår LED-belysning bruk av farlige materialer og stoffer som finnes i lysstoffrør og de klumpete transformaterdrevne lysrørene. Hvis vi ser fremover, vil CCR bidra til vekst for LED-belysning som et effektivt og levedyktig alternativ til tradisjonell belysning.