



Därför vill vi ha högspända lysdioder

Pris, effektivitet och funktion avgör drivningen



Av Steven Shackell, ON Semiconductor

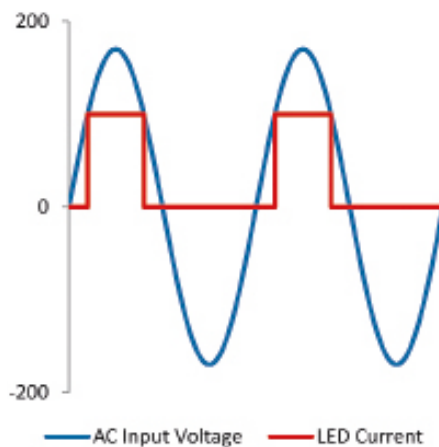
Steven Shackell har jobbat på ON Semiconductor sedan år 2010. Först som praktikant under studietiden, därefter som produktingenjör. Numera har han rollen Applications and Marketing Engineer med fokus på trådlösa tillämpningar. Där ansvarar han för att definiera nya produkter samt att utvärdera komponenter i kundtillämpningar.

Under de senaste åren har tillverkare av lysdioder tagit fram ett brett sortiment av högspända lysdioder (HV-LED). Dessa lysdioder gör det möjligt att optimera kraftomvandlingen från nätet och samtidigt öka den totala effektiviteten liksom förenkla drivkretsarna. Med HV-LED kan konventionella AC/DC-drivkretsar användas parallellt med andra mer okonventionella topologier. De senare topologierna har sina egna utmaningar, men erbjuder ett effektivt sätt att driva lysdioderna.

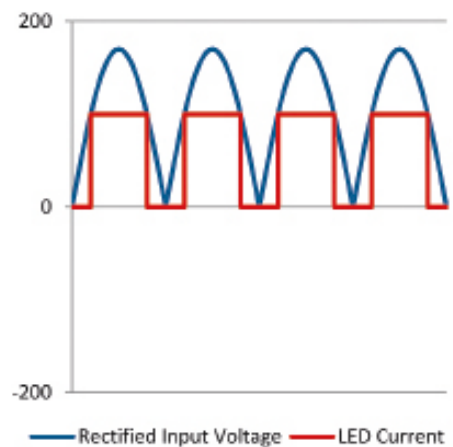
En HV-LED bör ha en tillslagspänning på över 20 V, vilket kan jämföras med 2 till 4 V för konventionella lysdioder. För att skapa denna höga tillslagspänning används vanligen en av två metoder. Den ena är Chip-on-Board, COB, som utnyttjar flera konventionella LED:er trådbondade i en kapsel för att skapa en högspänningsmatris. Den andra metoden innebär att man skapar ett chip som har flera halvledarövergångar. Var och en av dessa övergångar alstrar ljus och har typiskt ett spänningsfall på 3 V. Båda metoderna bygger på idén att seriekoppla flera lysdioder. Samtidigt är de beroende av lysdiodstillverkarens produktionsförmåga.

MEN HUR PÅVERKAR DÅ en högre matningspänning prestanda hos lysdioden? Jo, den högre spänningen kräver lägre ström för samma effekt. Detta är nyckeln till den förbättrade funktionen hos HV-LED:er. En LED som drivs vid lägre ström har lägre strömstäthet, vilket resulterar i mindre interna verkningsgraden leder till att mer ljus skapas med samma effekt, alltså får man en effektivare lysdiod.

HV-LED:er hjälper också till att förbättra verkningsgraden och förenkla drivkretsarna, varmed kostnaden för hela systemet



Figur 1. LED-ström med växelspänning.



Figur 2. LED-ström med likriktad växelspänning.

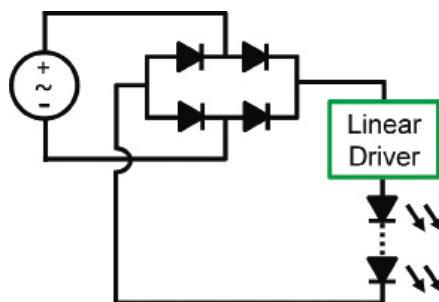
minskar. För att förstå hur HV-LED:er åstadkommer detta kommer en konventionell AC/DC-drivkrets att analyseras.

Drivkretsarna fungerar bäst och är mest effektiva när likspänningen på utgången är så nära växelspänningen på ingången som möjligt. Detta innebär att den totala framspänningen hos LED-slingan behöver vara nära inspänningen. Detta är inte möjligt att åstadkomma med konventionella lysdioder eftersom kostnaden skulle bli för hög och

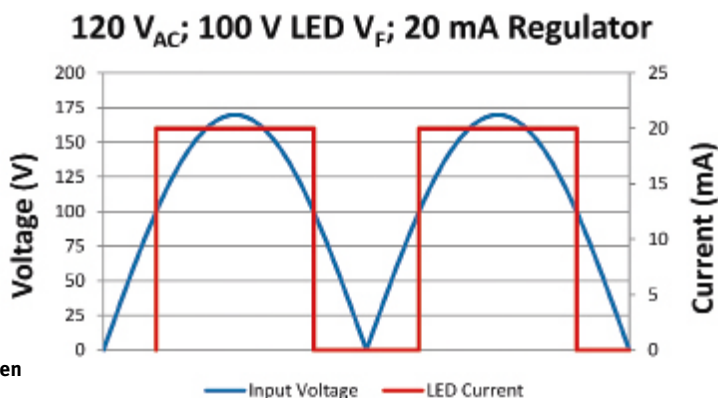
omvandlaren ta för stor plats. För ett elnät på 120 V skulle antalet konventionella lysdioder bli cirka 40. Om istället HV-LED:er används minskar antalet till mellan tre och åtta. Likaså minskar antalet passiva komponenter som behövs för drivningen. Detta förenklar kretskortslayouten och totalkostnaden minskar betydligt.

AC/DC-DRIVNING GER bäst verkningsgrad, men det finns vissa nackdelar som gör att tillverkare av LED-armaturer tittar på andra alternativ. En nackdel är att det behövs en elektrolytkondensator vilken vanligtvis har mycket kortare livslängd än lysdioderna, speciellt när armaturen är vid förhöjd temperatur.

Till detta hör att kondensatorerna är stora. Det gör det svårt att använda AC/DC-omvandlare i tillämpningar där platsen är begränsad, såsom infällda belysningar. Det höga priset för AC/DC-omvandlare är en annan nackdel. Eftersom en LED-lampa, som motsvarar en konventionell 60 W lampa,



Figur 3. Principschema över en rak omvandlare.



Figur 4. LED-strömmen i en rak omvandlare.

kostar över 10 dollar letar tillverkare efter andra billigare alternativ för att driva lysdioderna.

De flesta billigare alternativ kan sammanfattas som direkta AC-drivare. Det finns tre dominerande topologier här: rak, iterativ VF och parallell-till-seriell (P2S). Den raka topologi är den enklaste och billigaste, medan de två andra topologierna båda använder någon form av koppling som ökar komplexiteten och kostnaden.

En vanlig hake med alla nämnda topologier är den negativa fasen av växelspänningen – då är lamporna släckta. För att enkelt lösa detta används en halvågslikriktare som omvandlar den negativa spänning till en positiv spänning. Alla tre topologier som beskrivs nedan använder en halvågslikriktare.

DEN RAKA TOPOLOGIN erbjuder den enklaste och billigaste lösningen, men på bekostnad av prestanda. Den kallas rak eftersom den använder en linjär regulator i serie med lysdioderna. Det finns inga andra strömbanor.

Ett exempel på denna typ av regulatorer är ON Semiconductors NSI-familj som ger konstant ström (CCR, constant current regulator). Dessa regulatorer är enkla med två anslutningar (tre anslutningar för justerbara versioner).

För den raka topologin är den totala spänningen till LED-slingan mycket viktig för att förstå prestanda. För bästa verkningsgrad är det önskvärt att ha en spänning till LED-slingan nära maximal inspanning för att minimera spänningsfallet över den linjära regulatorn.

Det finns dock nackdelar med att ha en mycket hög spänning till LED-slingan. För det första minskar tiden som lysdioderna leder när spänningen ökar. Detta minskar systemets effektivitet eftersom lysdiodernas ljusflöde minskar. För det andra kommer den totala harmoniska distorsionen (THD) att öka till oönskade nivåer. Slutligen kommer effektfaktorn (PF) att minska då spänningen till LED-slingan ökar.

DET ÄR AVGÖRANDE att tillverkare förstå dessa kompromisser för att de på ett effektivt sätt ska kunna välja rätt spänning till LED-slingan. För vissa tillämpningar, där kostnaden är viktigast, kan hög THD och låg PF vara acceptabelt. I de fall där det krävs bättre PF och THD används iterativ VF- och P2S-topologier.

Iterativ VF-topologi ger bättre THD och PF än den raka topologin och därmed bättre verkningsgrad. Lösningen lägger huvudsakligen till fler lysdioder till LED-slingan allt eftersom ingångsspänningen ökar. Tan-

ken är att slå på lamporna vid låg inspanning och samtidigt minska spänningsfallet över drivsteget i takt med att inspanningen ökar. Den längre ledningstiden och bättre verkningsgraden ger en mycket bättre effektivitet i jämförelse med den raka topologi. Förutom att bara slå på fler lysdioder i LED-slingan adderas även en strömkälla i de flesta implementationer av iterativa VF-topologier. Denna strömstegning ger en ström vars vågform följer inspanningens vågform, vilket resulterar i förbättrad THD och PF.

NACKDELEN MED iterativa VF-lösningar är att lysdioderna inte utnyttjas fullt ut. I början, när inspanningen är låg, används inte alla lysdioder utan de används endast i de senare stadierna. Potentiellt ljusflöde slösas därmed bort och lysdioderna tar upp värdefullt kretskortsutrymme.

”Utvecklingen av HV-LED:er har öppnat dörren för nya drivningsalternativ som ger belysningstillverkare ytterligare alternativ när de ska konstruera nya armaturer”

P2S-topologin ser däremot ut att lösa problemet med underutnyttjande lysdioder. I stället för att lägga till ytterligare lysdioder till LED-slingan ändras konfigurationen hos lysdioderna för att öka slingans spänning.

Se exemplet i figur 7. Det första steget har fyra parallella lysdioder. Det andra steget har två slingor med två lysdioder vardera, medan det sista steget har fyra

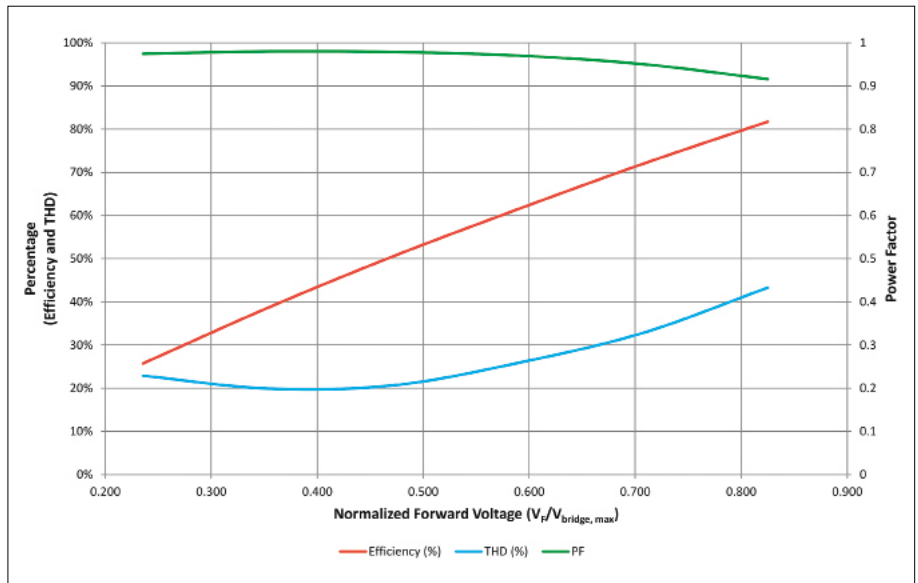
lysdioder i serie. Om 36V HV-LED används skulle spänningsstegen bli 36V, 72V och 144V. Detta gör att spänningen till LED-slingan följer inspänningens vågform och skapar en mycket effektiv lösning med god THD och PF. För att ytterligare öka THD- och PF-prestanda använder nyare konstruktioner en extra strömkälla i det sista steget. Det skapar en vågform på inströmmen som matchar ingångsspänningens vågform.

DEN STÖRSTA INVÄNDNINGEN mot direkta AC-lösningar är flimmer (flicker). Eftersom de flesta nya konstruktioner använda halvsläktkretar kommer det att finnas en nollspänningspunkt vid varje 100Hz eller 120Hz, beroende på region. Det ger noll ljusflöde och eventuellt synligt flimmer. För att åtgärda problemet med flimmer har belysningsstillverkare börjat införa glättning-kondensatorer. Dessa tar dock bort den stora fördelen som den direkta AC-lösningen har över AC/DC-lösning, som ju kräver elektrolytkondensatorer.

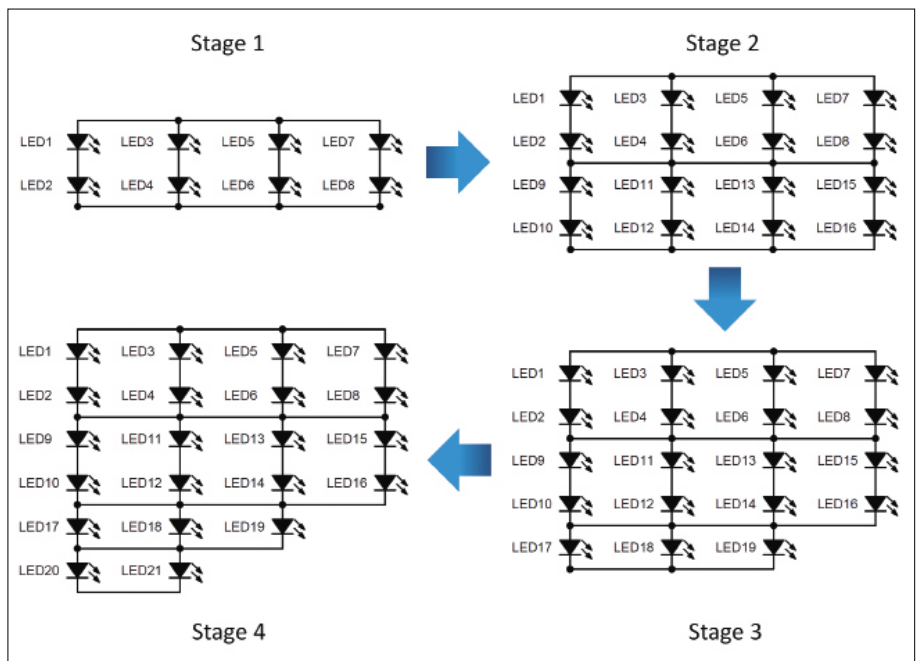
Utöver flimmer vid 100/120Hz är ett vanligt bekymmer att dimra lysdioder. Användarna förväntar sig att deras nya LED-lampor kan regleras på samma sätt som vanliga glödlampor, men det är en svår uppgift för alla LED-lampor oberoende drivning. Dimrar har komplex konstruktion som vanligtvis kräver en hållström. Det betyder att lasten till dimmern alltid måste dra ström. Lysdioder leder emellertid enbart ström när en viss spänning nås. Det betyder att det inte finns någon hållström vid lägre spänningar, varvid dimmern inte fungerar.

FÖR ATT LÖSA DETTA använder tillverkare bleeder-kretsar, vilka drar ström när lysdioderna inte gör det. Detta minskar den totala verkningsgraden hos systemet, men skapar möjlighet till god ljusreglering. Topologier som använder någon form av switchning kommer ibland att stöta på störningar i ljusflödet eller i switchpunkterna. Tillverkarna försöker lösa dessa problem genom att införa hysteres och att noggrant välja switchpunkter.

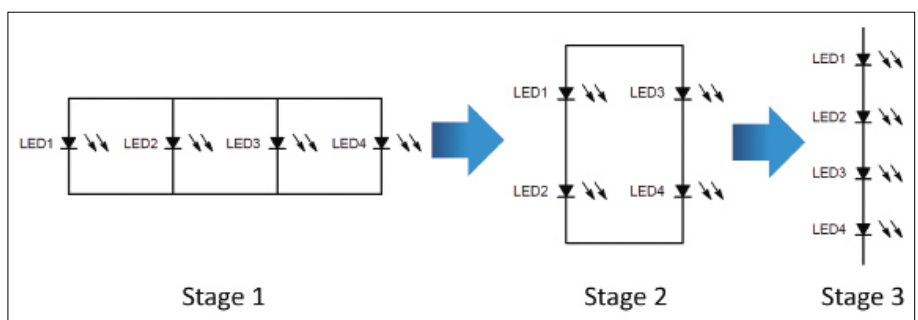
UTVECKLINGEN AV HV-LED:ER har öppnat dörren för nya drivningsalternativ som ger belysningsstillverkare ytterligare alternativ när de ska konstruera nya armaturer. När en lösning med hög effektivitet krävs kan en AC/DC-topologi användas. När man istället vill ha en billig lösning kan en direkt AC-topologi vara bästa val. Och vill man ha en effektiv lösning till ett lagom pris så kan en direkt AC, iterativ VF eller P2S-topologi användas. Var och en av de nämnda topologierna har sina styrkor och svagheter, men HV-LED:er har möjliggjort bättre prestanda och enklare konstruktioner. ■



Figur 5. Verkningsgrad, total harmonisk distorsion (THD) och effektfaktor (PF) relativt spänningen till LED-slingan.



Figur 6. LED-slinga med iterativ VF-topologi.



Figur 7. LED-slinga med P2S-topologi.