

Digital styrning gör lysdiodsbelysningen intelligent



Lysdiodsbelysning förändrar vårt sätt att använda ljus och ger konstruktörerna nya möjligheter.



Av Charlie Ice, Microchip

Charlie Ice är marknadschef för digital kraft och motorstyrningar på Microchip. Han har en mastersexamen i elektroteknik från Rice University.

Det gäller bland annat intelligent styrning och färgblandning i lampor. Digitala signalstyrkretsar, DSCer, kan främja innovationer inom allt från strålkastare och baklyktor i fordon till avancerade ljusshower som förvandlar allmänna byggnader till konstverk.

Den unika kombinationen av verkningsgrad, dimbarhet och lång livslängd gör att lysdioder kan skapa lampor som ändrar färg mer verkningsfulla, kostnadseffektiva och lättillgängliga. Tillägget av en digital styrkrets möjliggör effektiv drift och noggrann styrning av såväl färg som kommunikation med omvärlden.

Lysdioder som indikerar låg energi är standard i många produkter och flertalet ingenjörer är bekanta med denna enkla teknik. Allt de behöver för att hålla strömmen hos lysdioden under en typisk nivå på mindre än 5 mA är en spänningskälla och en serie motstånd av rätt värde. Kopplas den till en styrkrets kan konstruktören få lysdioden att blinka. Hopkoppling av mycket ljusstarka och strömstarka lysdioder med en framåtriktad ström på över 350 mA leder dock till en betydligt mer komplicerad konstruktion. Här ställs konstruktören inför utmaningen att styra strömmen, trots förändringar i temperatur och den extrema värme som lysdioderna själva genererar.

MYCKET LJUSSTARKA LYSDIODER måste upprätthålla en relativt hög konstant ström för bibehållen ljusstyrka och färg. En konstant framåtriktad ström är därför av största vikt

för ihållande färg och ljus. Användning av ett enkelt motstånd i serie med en lysdiod innebär att den framåtriktade strömmen bestäms av följande ekvation:

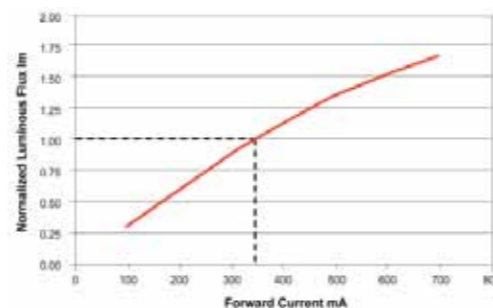
$$(I_F = (V_{källa} - V_F) / R)$$

Den framåtriktade strömmen kommer att ändras eftersom källspänningen ($V_{källa}$) varierar, vilket leder till att det ljus som emitteras av en lysdiod varierar. Lysdioder måste därför drivas av en kraftkälla som aktivt reglerar den framåtriktade strömmen.

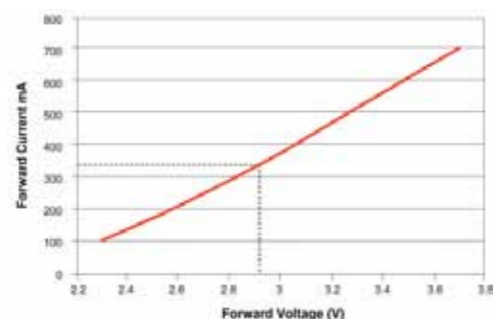
Normalt kommer den framåtriktade spänningen (V_F) hos en lysdiod att öka med stigande temperatur, även om den framåtriktade strömmen är konstant och reglerad.

EN STOR MÄNGD VÄRME genereras av kraftiga lysdioder, vilket kan leda till att deras livslängd förkortas väsentligt eller att förtida fel uppstår. Genom aktiv styrning av en lysdiods framåtriktade ström kan nivån av värmesänkning bestämmas för varje konstruktion, utifrån det mål som satts för den framåtriktade strömmen och den beräknade framåtriktade spänningen. Användningen av temperaturgivare ger också möjlighet att övervaka att temperaturen inte blir för hög.

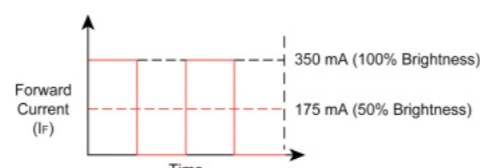
DET FAKTUM ATT LYSDIODER nästan omedelbart kan ändra sitt utgående ljus gör att de är idealiska för belysning som snabbt måste ändra färg. En lång rad av röda, gröna och blåa lysdioder kan sättas samman för



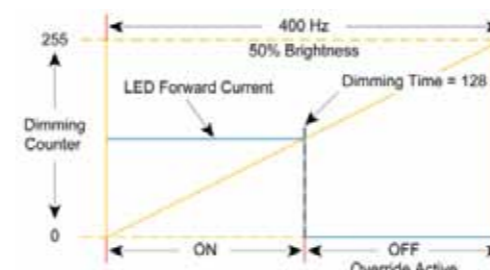
Figur 1. Ljusflödet är proportionellt mot den framåtriktade strömmen.



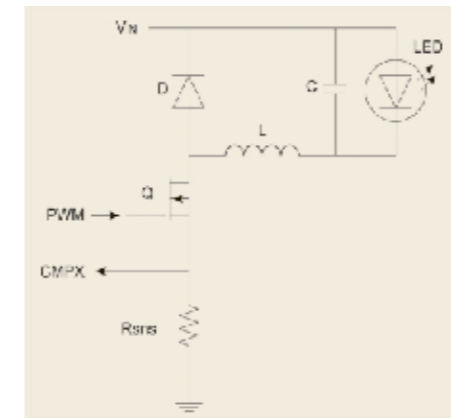
Figur 2. Förändring av framåtriktad spänning påverkar framåtriktad ström.



Figur 3. Den framåtriktade strömmen pulsas så att ljusstyrkan uppfattas som förändrad.



Figur 4. Digital dimstyrning.



Figur 5. Buck-topologi för drift av en lysdiod eller lång rad av lysdioder.

att skapa samtliga färger, bara genom att ljusstyrkan justeras för vardera lysdiod. Ett sätt är helt enkelt höja eller sänka den framåtriktade strömmen till vardera lysdioden. Problemet med det är att förändring av framåtriktad spänning inte bara ändrar ljusstyrkan utan även till viss del en lysdiods färg, vilket är ett problem i tillämpningar som kräver stor färgnoggrannhet.

Ett alternativt tillvägagångssätt är att utnyttja en pulsad ström som ger samma dim-effekt utan märkbar färgförändring.

ANVÄNDNINGEN AV EN STYRKRETS förenklar väsentligt denna dimteknik med pulsad ström. De avancerade PWM-modulerna i många styrkretsar kan utnyttjas för att generera pulsbreddsmodulerade signaler som kan användas för att styra en lysdiods kraftsteg. Dessa PWM-moduler har överkopplade ingångar som snabbt och noggrant kan stänga av PWM-utgångarna, vilket gör att strömmen till en lysdiod kan styras så att dess ljus kan dimmas. Mängden ljusdämpning kvantifieras av ett nummer mellan noll och ett värde som representerar full ljusstyrka. För att ställa en lysdiods ljusstyrka till 50% räknar en räknare från noll till 255 och utlöser PWM-överkoppling när den nått 128.

PWM-utgången stänger då av strömmen till lysdioden. När räknaren når sitt maximala värde 255 återställs den till 0 och PWM återaktiveras. Processen repeteras för att skapa den pulshade ström som behövs för att dimma lysdiodsljuset. Normalt används en frekvens på över 400 Hz för att

dimfrekvensen ska bli snabb nog så att det mänskliga ögat inte uppfattar att lysdioden flimrar.

UTÖVER DIMSTYRNING kan en styrkrets ge en aktiv kraftkälla för att styra framåtriktad ström till en mycket ljusstark lysdiod. Buck- och boostbaserade topologier för switchad kraftmatning kan användas för att kraftmata lysdioder och båda kan dra nytta av intelligenta styrkretsar.

EN BUCK-TOPOLOGI ANVÄNDS då den framåtriktade strömmen hos en lysdiod eller rad av lysdioder är mindre än källspänningen. I denna topologi styr PWM switchen (Q) och spänningen över avkänningsmotståndet (R_{sns}) motsvarar den framåtriktade strömmen hos en lysdiod när switchen (Q) är stängd. Komparatorn i styrkretsen utnyttjas för att jämföra spänningen över motståndet (R_{sns}) med en konfigurerbar intern referens som är proportionell mot den framåtriktade ström som behövs i en lysdiod.

Om den avkända spänningen är större än den interna referensen deaktiverar den analoga komparatorn PWMs öppnings-switch (Q), vilket gör att induktansen (L) laddar ur sin lagrade ström via dioden (D) och lysdioden. I början av nästa PWM-period stängs switchen (Q) och processen börjar om. Styrkretsens avancerade funktioner gör att denna metod aktivt kan reglera den framåtriktade strömmen genom en lysdiod utan användning av en CPU-överbyggnad.

EN BOOST-TOPOLOGI UTNYTTJAS då den framåtriktade strömmen hos en lysdiod eller rad av lysdioder är större än källspänningen. Liksom i buck-topologin styr PWM switchen (Q) och den framåtriktade strömmen övervakas av avkänningsmotståndet (R_{sns}). AD-omvandlaren på styrkretsen samplar spänningen över avkänningsmotståndet, som överensstämmer med den framåtrik-

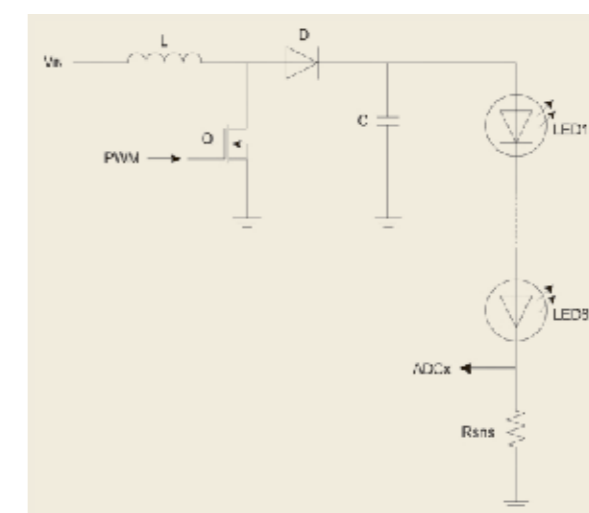
tade strömmen hos lysdioden.

Detta värde utnyttjas sedan av en PI-regulatorn som körs på styrkretsen för att justera pulslängden till switchen (Q), utifrån värdet från AD-omvandlaren och ett mjukvarubaserat referensvärde som motsvarar den ström som behövs. Genom att implementera PI-regulatorn i mjukvara ger styrkretsen flexibilitet att använda en rad olika metoder för regleringen. Styrkretsen kan styra flera rader av lysdioder och fortfarande ha tillräcklig kapacitet att stödja ytterligare funktioner.

En styrkrets har tillräcklig kapacitet för att på ett intelligent sätt styra lysdiodslampor medan den samtidigt implementerar ett kommunikationsprotokoll utan behov av separata kommunikations- och styrkretsar. Protokoll DMX512 för belysningsstyrning utnyttjar exempelvis vanlig envägs kommunikation, via en master och flera slavar, för att sända kommandon till enskilda lampor med en hastighet på 512 byte per paket och med individuellt adressering till samtliga kretsar eller noder.

Snabb databehandling möjliggör för en processor att exekvera den snabba styrslingan, såsom PI-regulatorn i boost-omvandlaren, som första prioritet, samtidigt som den kör kommunikationsprotokollet, såsom DMX512, i bakgrunden. Eftersom kommunikationen är implementerad i mjukvara är den inte begränsad till ett enda protokoll utan tillåter att vilket som helst kommunikations sätt används för att styra lampan.

LIKT ALL ANNAN NY TEKNIK tar det tid för konstruktörer att lära sig att använda digital lysdiodsstyrning, men användning av referenskonstruktioner och applikationsnoter kan underlätta inläringen. Dessa inkluderar normalt kostnadsfri källkod och hårdvarudokumentation, och kan även erbjuda utbytbara kraftsteg för att stöda olika krafttopologier. Microchips utvecklings-sats DM330014 för lysdiodsbelysning har exempelvis dotterkort med drivrutiner som gör att konstruktörer kan experimentera med flera drivsteg på samma kort. ■



Figur 6. Boost-topologi för lysdiod-drift.