



Analogica Programmabile nelle Applicazioni di Combinazione Colori per LED ad Alta Potenza

By (Gavin Hesse, Product Marketing Engineer, Cypress Semiconductor Corp. and Patrick Prendergast, Applications Engineer, Cypress Semiconductor Corp.)

Sommario

Dalla riduzione della lista dei materiali grazie ai mux interni di front end, alla configurazione dinamica del circuito analogico di ciascun segnale, gli IC programmabili possono assicurare una soluzione economica perfettamente in linea con le esigenze delle applicazioni di combinazione dei colori dei LED ad alta potenza.

Introduzione

Nelle applicazioni LED ad alta potenza legate, per esempio, all'illuminazione architettuale e alla retroilluminazione, l'accuratezza dei colori rappresenta una delle considerazioni più importanti alla base del progetto elettronico. La soluzione ideale per ottenere un'elevata accuratezza prevede - attraverso un sensore di colore - la misura della lunghezza d'onda prodotta dal sistema di illuminazione. Senza questo sensore si incorre nelle problematiche che derivano dall'esigenza di misurare, controllare o calcolare tutti i parametri che influenzano le prestazioni del LED.

L'ecosistema di un progetto LED ad alta potenza presenta una serie di sfide molto particolari. Esso richiede infatti la disponibilità di un vasto spettro di competenze in numerose aree. Per mixare adeguatamente i colori, il sistema deve infatti fare leva su adeguati elementi di origine elettronica, termica e ottica.

Sul fronte elettronico è necessario - per esempio - valutare la tensione diretta, la corrente assorbita e i segnali a livello di scheda condizionati dalla temperatura. La mole di parametri che influenza le dimensioni e i costi del circuito analogico costituiscono - per qualsiasi ingegnere - una fonte di grosse preoccupazioni.

Il progetto termico è sicuramente una delle parti da curare di più in quanto i LED non irradiano calore come le normali sorgenti a bulbo ma lo conducono attraverso una giunzione elettronica. La temperatura di giunzione può fluttuare ampiamente in funzione del tipo di connessione su scheda. La temperatura di giunzione influenza il flusso luminoso e la lunghezza d'onda dominante del LED: entrambe, a loro volta, condizionano la combinazione di colori generata dal sistema LED nel suo insieme.

Per diffondere appropriatamente l'uscita di ciascun LED per creare il colore richiesto, con una varianza minima tra una scheda e l'altra, sono infine necessarie notevoli competenze a livello ottico.

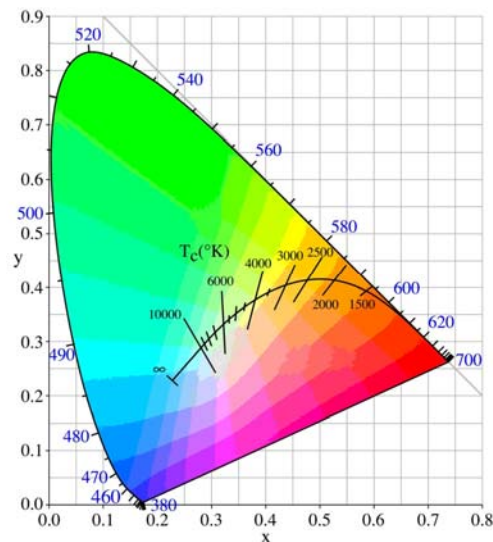
L'esatta combinazione dei colori si basa sull'appropriata regolazione di ciascun LED e sulla corretta diffusione della luce generata dal sistema di illuminazione.

Nonostante sia molto importante lavorare "a banco" con i LED mentre diffondono la loro luce, è bene ricordare che l'intensità dell'uscita può danneggiare la vista. Qualunque ingegnere abbia avuto a che fare coi primi puntatori laser, rammenterà come successivamente agli esperimenti che prevedevano l'esposizione diretta al fascio, la fastidiosa presenza per ore di macchie nel campo visivo. Per risolvere il problema è sufficiente irradiare la luce del LED attraverso un semplice materiale di diffusione, per esempio un foglio di carta, un bicchiere in polistirene o una scatola bianca. Quindi, attenzione a evitare l'esposizione alla radiazione diretta.

Temperatura di colore correlata o coordinate di cromia

Le coordinate di cromia offrono un'unità di misura che definisce - attraverso un set di valori (x, y) - ciascun colore dello spettro visibile. Nei progetti di illuminazione, la carta colori CIE 1931 - riportata in figura 1 - è diventata uno standard di fatto per specificare il colore. La temperatura di colore correlata è l'unità di misura che descrive un colore in prossimità del "Planckian locus" (curva di radiazione di un corpo nero) nello spazio di colore CIE.

Figura 1: carta colori CIE 1931 con temperatura di colore correlata



Nella carta colori CIE 1931 riportata in figura 1, i punti di colore sono normalmente definiti scegliendo un range accettabile di valori x e y per ciascun colore. La carta CIE è utile per specificare i punti di combinazione dei colori in fase di pianificazione del progetto. Nella maggior parte delle applicazioni è possibile utilizzare dei LED RGB (red, green, blue) per dare vita a punti di colore particolari. Ricordando i tempi della scuola e i primi rudimenti del magico mondo della pittura con le dita, il metodo di combinazione dei colori è subito chiaro; giallo più blu significa verde.

Il parametro relativo alla temperatura di colore è utile per specificare i tipi di luce bianca. Il Planckian locus, riportato in figura 1, corre direttamente sotto la metà della regione del bianco della carta CIE. Esso è utile in quanto è molto più facile per il cervello elaborare un numero piuttosto che un set di coordinate.

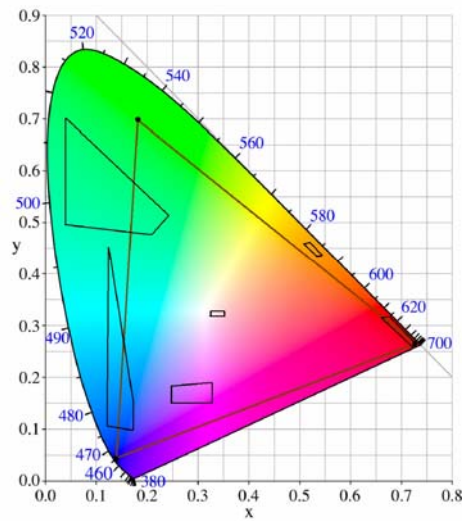
È importante notare che la temperatura di colore è un parametro abbastanza intuitivo; i bianchi più “caldi” hanno una punta di blu mentre quelli più “freddi” hanno delle sfumature gialle, arancio o rosse. Ai fini dell’elaborazione, la temperatura di colore è convertita in coordinate della regione cromatica. Nei progetti multicolore le coordinate di cromia della carta CIE 1931 rappresentano la misura più utilizzata per identificare prestazioni e accuratezza in quanto il livello di complessità richiesto per lavorare con valori di temperatura di colore differenti per ciascun LED diventa rapidamente ingestibile.

Gamut di colore

Una sfida aggiuntiva per il progettista è confrontarsi con i LED forniti dai costruttori in vari lotti. I LED vengono infatti divisi dal produttore in funzione di tensione diretta, lunghezza d’onda dominante, e luminosità. In tale contesto vi possono essere grandi differenze anche all’interno di ciascun lotto. Oltre a questo, nel mercato dei LED manca qualsiasi specifica relativa ai lotti, e ciò comporta notevoli differenze da un costruttore all’altro.

La capacità di armonizzare il punto di colore dipende dal lotto consegnato dal fornitore di LED; i lotti possono essere mappati sulla carta colori CIE per determinare se il punto di colore desiderato risiede in una regione valida, nota col nome di “gamut di colore”(figura 2). È importante mappare tutti i lotti possibili per garantirsi che il punto di colore stabilito sia ottenibile indipendentemente dal lotto consegnato dal fornitore. Se il punto di colore desiderato è al di fuori della regione valida, è essenziale per il successo del progetto o cambiare il LED o stabilire un accordo col fornitore per la consegna di lotti specifici o ancora aggiungere un quarto LED per incrementare l’estensione del gamut.

Figura 2: Gamut di colore e specifiche di colore



Un esempio è riportato in figura 2. Sono dati sei differenti set di coordinate cromatiche:

Rosso– (.6875, .3010) (.6930, .3045) (.7150, .2750) (.7200, .2800)

Verde – (.0250, .5100) (.0250, .7000) (.2000, .4100) (.2500, .5000)

Blu – (.1200, .1000) (.1300, .4300) (.1700, .1500) (.1700, .0750)

Giallo/Ambra– (.5700, .4250) (.5850, .4075) (.5750, .4225) (.5875, .4100)

Violetto/Porpora– (.2550, .1750) (.2450, .1500) (.3200, .1800) (.3225, .1500)

Bianco– (.3270, .3400) (.3270, .3200) (.3500, .3675) (.3500, .3300)

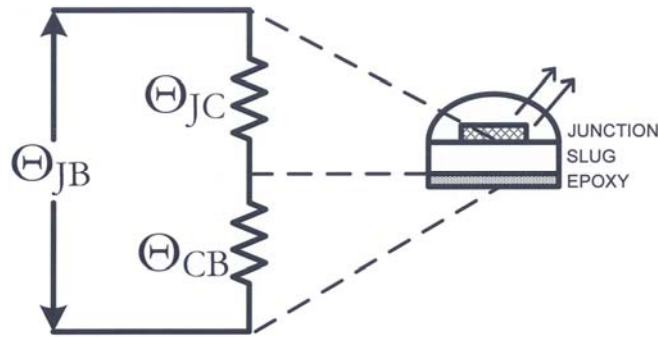
Il set di coordinate assicura all'applicazione uno spettro di possibili gamut. Quando questi LED vengono mappati nella figura, è possibile vedere come la coordinata dell'ambra sia irraggiungibile. Per incrementare le dimensioni della regione valida è necessario quindi aggiungere un altro LED, un questo caso di colore ambra.

Problemi di temperatura

Quando la temperatura del sistema di illuminazione aumenta, le prestazioni di ciascun LED si deteriorano in quanto il flusso luminoso diminuisce e aumenta la lunghezza d'onda dominante. Per compensare questi effetti di degradazione del flusso luminoso è necessario pilotare i LED in modo più deciso, così da compensare la perdita di luce emessa: da qui può però scaturire una condizione di deriva termica che può anche portare alla distruzione del LED. Poiché – come anticipato – i LED ad alta potenza conducono calore attraverso la giunzione, una rapida deriva termica può comportare delle problematiche di sicurezza, soprattutto nei prodotti consumer. In tal caso è necessario adottare degli opportuni accorgimenti per disattivare il sistema o per soddisfare il punto di colore prescelto con livelli di intensità più sicuri. Se la lunghezza d'onda dominante aumenta è necessario ricalcolare i valori di oscuramento di ciascun LED per garantire che il punto di colore stabilito sia ancora soddisfatto anche a temperature elevate.

La temperatura del LED cambia in modo relativamente lento pertanto le misure per determinare tale temperatura possono essere eseguite con un approccio pressoché statistico. Questo garantisce al progettista una maggiore flessibilità. Leggere direttamente la temperatura di giunzione non è possibile in quanto tra la giunzione stessa e l'alloggiamento e tra l'alloggiamento e la scheda è sempre presente un'impedenza termica, come illustrato in figura 3.

Figura 3: Modello di resistenza termica del LED



Il parametro che deve essere misurato è la temperatura della scheda LED, rilevata utilizzando un termistore o un altro sensore di temperatura. Il termistore è un dispositivo a basso costo e rappresenta la soluzione attualmente più diffusa. La temperatura della scheda fornisce però solo una misura ambiente: per trovare un'approssimazione ragionevole della temperatura di giunzione di ciascun LED è necessario ricorrere all'equazione 1.

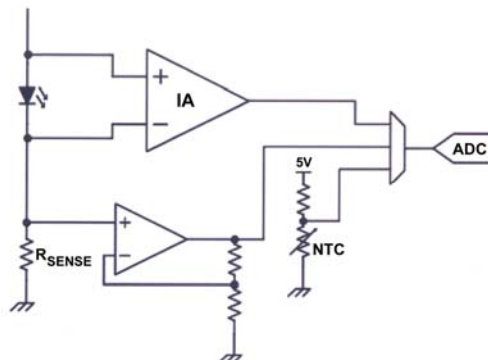
Equazione 1: temperatura di giunzione del LED

$$T_J = T_B + \Theta_{JB} I_{LED} V_f$$

Com'è fatto?

In un progetto RGBW è necessario qualificare nove parametri: quattro segnali di rilevamento corrente, quattro segnali relativi alla tensione diretta dei LED e un segnale di temperatura a livello di scheda. La soluzione più semplice è di prevedere un circuito di condizionamento per ciascun segnale, quindi un multiplex dei segnali condizionati. Con questo metodo è possibile utilizzare un solo ADC: di contro bisogna implementare nove circuiti distinti di condizionamento. Il circuito è illustrato in figura 4. Questo circuito è semplice ma prevede molti componenti attivi e passivi. Ciò incrementa la lista dei materiali e i costi di sistema. Il circuito è inoltre ridondante: le parti di rilevamento e di condizionamenti dei segnali relativi alle correnti e alle tensioni dirette sono tutte e sempre uguali.

Figura 4: circuiti di condizionamento dei segnali di un LED



La ridondanza può essere evitata prevedendo un MUX analogico sul front end di ciascun circuito di condizionamento. Per esempio, la figura 5 illustra un circuito sensore di corrente low-side in cui è possibile notare che per la misura di quattro segnali è stato utilizzato un solo amplificatore e un solo set di componenti passivi proprio grazie alla presenza del MUX nel front end. Lo stesso approccio può essere utilizzato per la misura della tensione diretta. Grazie a questa configurazione è possibile inviare all'ADC solo tre segnali multiplexati (figura 6). In tal caso il circuito richiede solo un terzo delle dimensioni rispetto al circuito di figura 4.

Figura 5: Sensore di corrente low side con mux analogico front-end

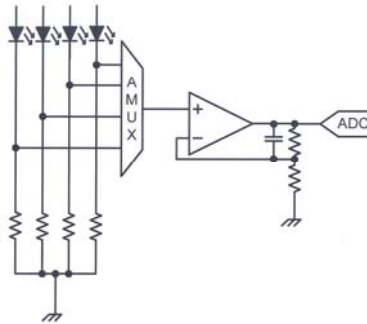
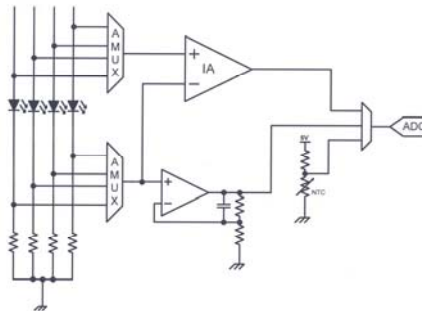


Figura 6: due mux analogici front-end riducono le dimensioni del circuito

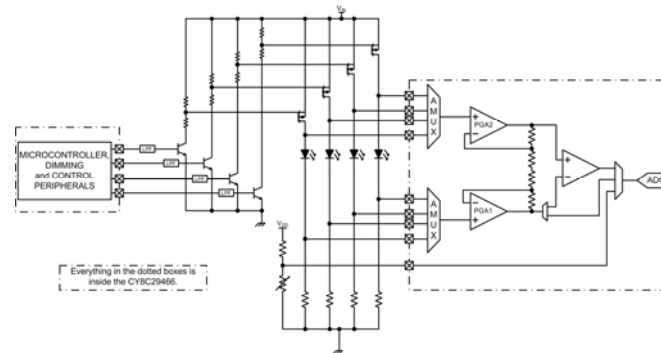


Analogica programmabile

I chip logici programmabili iniziano ad assomigliare a dei gate NO: se non entra niente, non esce niente. Questa funzionalità può portare notevoli vantaggi in quanto i chip possono essere configurati per eseguire quasi tutte le funzioni digitali. Un problema costante è però che i chip digitali non gradiscono segnali analogici e normalmente i progettisti di circuiti analogici non amano i chip digitali. I recenti progressi a livello tecnologico hanno reso possibile la coesistenza tra funzionalità analogiche e digitali nello stesso dispositivo, come nel caso delle famiglie Cypress PSoC e Analog Devices ADuC8xx.

La possibilità di disporre di chip analogici programmabili permette ai progettisti di contare sulla flessibilità necessaria per riconfigurare i circuiti analogici in tempo reale. Questa possibilità di riconfigurazione in-system è utile in un'ampia varietà di applicazioni, per esempio quelle di combinazione dei colori LED, dove una soluzione dinamica rende il circuito illustrato in figura 6 semplice da implementare. Ciò è evidente in figura 7. Oltre a questo, l'analogica riconfigurabile permette un'ulteriore riduzione delle dimensioni del circuito grazie alla possibilità di variare il guadagno, la configurazione dell'amplificatore, la predisposizione del filtro e il setting dell'ADC. Per esempio, prendendo in considerazione la figura 7, in una configurazione PGA1 opera come amplificatore di rilevamento corrente mentre in un'altra configurazione opera come stadio d'ingresso per l'amplificatore che misura la tensione diretta differenziale del LED: le configurazioni sono controllate da un microcontroller on chip; il microcontroller elabora i dati ADC, controlla il pilotaggio del LED e varia la configurazione analogica.

Figura 7: implementazione CY8C27443 del circuito applicativo



Gli ASIC offrono solo in parte la stessa flessibilità degli IC analogici programmabili. Il vantaggio ovvio del progetto ASIC è che il progettista ottiene quello che vuole. All'inizio del progetto le specifiche di sistema e le specifiche dell'ASIC sono sempre ben definite. Idealmente, le specifiche di inizio progetto dovrebbero rimanere le stesse sino alla fine. Sfortunatamente, le specifiche di progetto raramente rimangono le stesse dall'inizio alla fine: gli ingegneri questo lo chiamano "marketing". Quando si manifestano dei cambiamenti, l'implementazione ASIC deve essere modificata o totalmente revisionata, comportando per le società grosse problematiche in termini di risorse e di costi.

Uno dei vantaggi offerti dagli IC analogici programmabili rispetto agli ASIC è che il chip può essere riprogrammato in base alle variazioni delle specifiche di progetto. Se un progetto LED inizia con una configurazione RGB, ma successivamente deve evolvere in RGBW, con un IC programmabile è sufficiente aggiungere un ulteriore ingresso di segnale al MUX del front end, configurare opportunamente il guadagno dall'op amp, aggiungere un filtro interno e utilizzare l'ADC integrato: il tutto senza stravolgere il progetto RGB già utilizzato. In pratica, lo stesso chip scelto all'inizio del progetto può essere utilizzato anche alla fine dello stesso.

Conclusioni

Il mercato dei LED ad alta potenza – che nell'arco dei prossimi anni si avvicinerà al traguardo dei dieci miliardi di dollari – è ormai maturo per dare vita a nuove idee e a nuove applicazioni. L'abilità di creare una vasta gamma di colori nello spettro visibile con una soluzione caratterizzata da una vita più lunga e una maggiore efficienza sta aprendo una serie di nuove opportunità per numerosi attori, dai fornitori di sorgenti a bulbo ai costruttori di TV LCD. I progettisti che entrano in questo mercato devono essere aiutati a capire tempestivamente i vantaggi che gli IC programmabili possono offrire loro. Dalla riduzione della lista dei materiali grazie ai mux interni di front end alla configurazione dinamica del circuito analogico di ciascun segnale, gli IC programmabili possono assicurare una soluzione economica perfettamente in linea con le esigenze delle applicazioni di combinazione dei colori.



References

Cypress Semiconductor
198 Champion Court
San Jose, CA 95134-1709
Phone: 408-943-2600
Fax: 408-943-4730
<http://www.cypress.com>

© Cypress Semiconductor Corporation, 2007. The information contained herein is subject to change without notice. Cypress Semiconductor Corporation assumes no responsibility for the use of any circuitry other than circuitry embodied in a Cypress product. Nor does it convey or imply any license under patent or other rights. Cypress products are not warranted nor intended to be used for medical, life support, life saving, critical control or safety applications, unless pursuant to an express written agreement with Cypress. Furthermore, Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress products in life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

PSoC Designer™, Programmable System-on-Chip™, and PSoC Express™ are trademarks and PSoC® is a registered trademark of Cypress Semiconductor Corp. All other trademarks or registered trademarks referenced herein are property of the respective corporations.

This Source Code (software and/or firmware) is owned by Cypress Semiconductor Corporation (Cypress) and is protected by and subject to worldwide patent protection (United States and foreign), United States copyright laws and international treaty provisions. Cypress hereby grants to licensee a personal, non-exclusive, non-transferable license to copy, use, modify, create derivative works of, and compile the Cypress Source Code and derivative works for the sole purpose of creating custom software and/or firmware in support of licensee product to be used only in conjunction with a Cypress integrated circuit as specified in the applicable agreement. Any reproduction, modification, translation, compilation, or representation of this Source Code except as specified above is prohibited without the express written permission of Cypress.

Disclaimer: CYPRESS MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, WITH REGARD TO THIS MATERIAL, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Cypress reserves the right to make changes without further notice to the materials described herein. Cypress does not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein. Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress' product in a life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

Use may be limited by and subject to the applicable Cypress software license agreement.