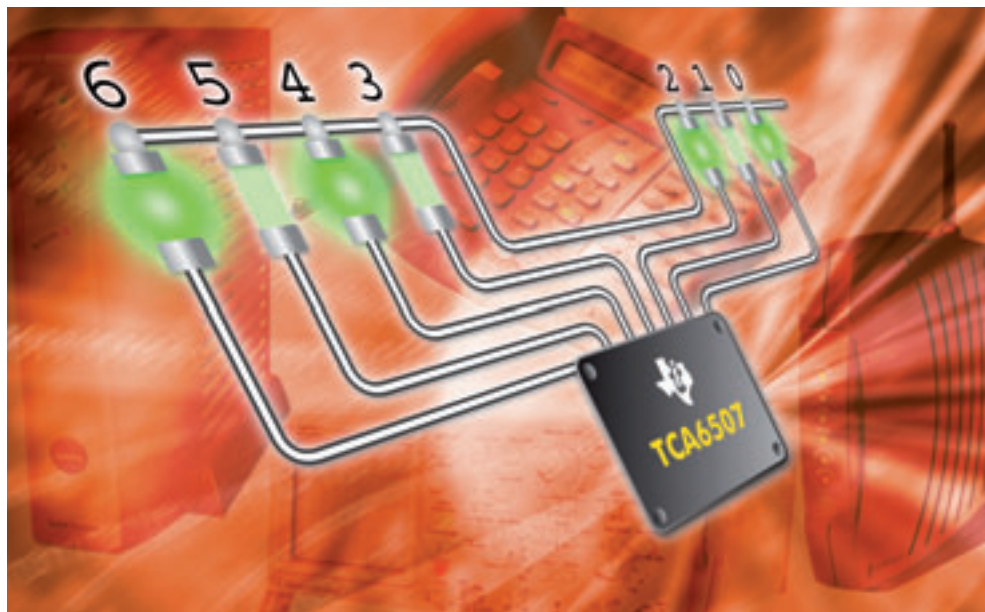


## Il controllo dei display a LED sui bus I<sup>2</sup>C

*Per comandare i moderni display a LED Texas Instruments consiglia i driver integrati basati sul bus I<sup>2</sup>C, come il nuovo efficacissimo TCA6507*

Christian Borgert  
Market development manager  
Standard linear and logic  
Texas Instruments



**Fig. 1 – Il driver per LED TCA6507 a 7 bit che Texas Instruments ha predisposto per i bus I<sup>2</sup>C**

La visualizzazione dello stato operativo di un dispositivo tramite LED è divenuta una pratica diffusa che viene normalmente implementata in qualunque sistema del quale si debbano tenere in osservazione le variabili critiche. Questa forma di controllo può anche essere realizzata attraverso il bus I<sup>2</sup>C con il vantaggio di riuscire a sollevare il microprocessore dal dover gestire il funzionamento dei LED.

Tutt'oggi i microcontrollori sono correntemente usati per comandare l'accensione e lo spegnimento dei LED nei display e lo fanno come una delle tante task alle quali sono preposti. In effetti, questo avviene proprio per volontà dei progettisti che cercano di evitare d'installare un circuito integrato addizionale appositamente a tal scopo. Tuttavia, in molti casi l'uso di un driver su bus I<sup>2</sup>C offre concreti vantaggi. La principale motivazione è che il protocollo I<sup>2</sup>C è sempre disponibile di serie in tutti i microcontrollori, talvolta poco (o

per nulla) utilizzato, e spesso accompagnato da 500 Byte di codice software di sistema già previsti per la programmazione del trasferimento delle informazioni attraverso gli I/O. Queste poche righe di codice, in pratica, possono essere utilizzate per definire la periodicità dell'accensione e dello spegnimento dei LED, l'intensità dell'emissione luminosa in funzione delle condizioni ambientali, nonché gli effetti speciali che si desiderano preparare e memorizzare in opportuni registri, affinché siano richiamabili in qualsiasi momento dal microcontrollore. Così facendo, un processore viene facilmente messo in grado di visualizzare sui LED lo stato di funzionamento di un dispositivo esterno come può essere un modem, un telefono, un oscilloscopio o un modulo industriale di qualsiasi natura. Lo standard I<sup>2</sup>C fu originaria-

mente creato da Philips (ora NXP) per gestire i differenti circuiti integrati a bordo dei televisori, ma poi la sua popolarità si è subito estesa fino a farlo diventare uno standard di fatto nella maggioranza dei chip da almeno una ventina d'anni. Grazie ai componenti basati su questo bus, la cui popolarità è tutt'oggi in continua crescita, i componenti con bassa velocità di trasferimento dati possono essere facilmente connessi tanto ai sistemi embedded quanto alle schede madri. Inoltre, le varie aree delle schede possono intercomunicare e scambiarsi informazioni proprio tramite il bus I<sup>2</sup>C a bordo scheda. Texas Instruments ha costruito negli ultimi anni un ampio portafoglio di prodotti basati su questo standard, fra cui si trovano moduli di estensione I/O, multiplexer, buffer, ripetitori e molti altri componenti.

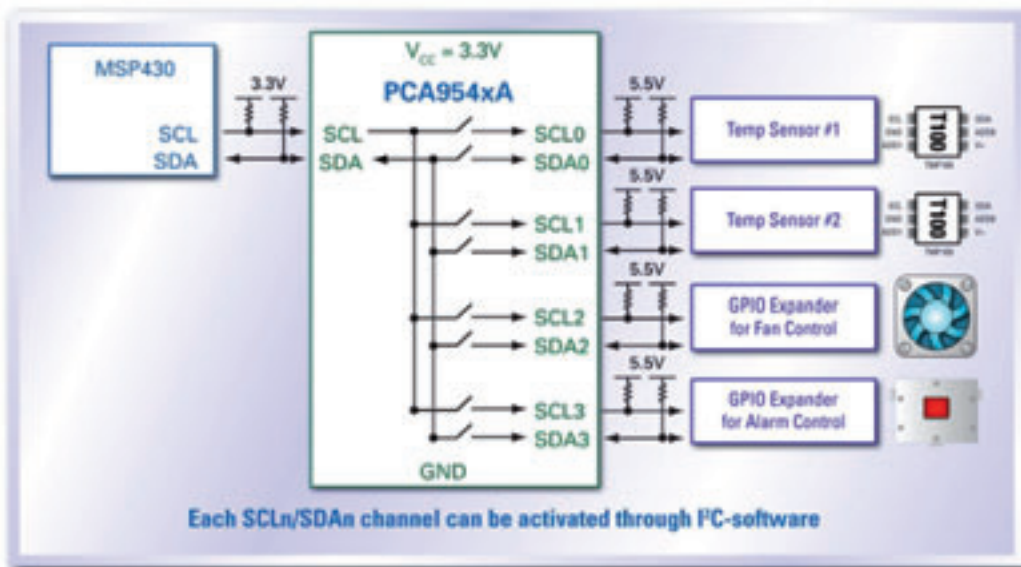


Fig. 2 - Schema del multiplexer e switch integrato PCA954xA su I<sup>2</sup>C

## Pro e contro del bus I<sup>2</sup>C

In genere, per semplificare il disegno dei circuiti elettronici e renderli più piccoli ed economici i progettisti hanno due scelte e cioè cercare di ridurre i cammini elettrici sul silicio oppure diminuire il numero degli ingressi e delle uscite GPIO sui microprocessori. Il bus I<sup>2</sup>C soddisfa entrambe queste esigenze e per di più è molto semplice da implementare e gestire.

Il protocollo per questo semplice bus a due fili è normalmente integrato di serie in quasi tutti i processori e assicura le comunicazioni bidirezionali fra i diversi moduli, di volta in volta definiti come master e slave. Nella modalità

detta "multimaster", inoltre, c'è la possibilità di definire simultaneamente più master nella stessa sessione di trasferimento segnali. In tal caso è il software che si occupa di decidere le modalità di scambio e sincronizzare i dati in modo da evitare le collisioni o l'eventuale perdita di dati. In pratica, è sempre il master che ha il controllo sul bus e lo esercita tramite la Serial Clock Line, SCL, mentre i dati sono scambiati fra il master e lo slave su una seconda linea, la Serial Data Line, SDA. In questo bus, inoltre, sono previste tre modalità e altrettante velocità: "Standard" (0-100 kbps), "Fast" (0-400 kbps) e "High-Speed" (0-3,4 Mbps).

Infine, data la somiglianza di certe specifiche caratteristiche, alcuni dei dispositivi I<sup>2</sup>C possono essere installati anche sulle schede predisposte per SMBus, ma in tal caso bisogna verificare preventivamente che la corrente sia sufficientemente bassa e la velocità dei trasferimenti non sia troppo elevata.

## La varietà dei bus I<sup>2</sup>C

Oltre alle famiglie tradizionali dei prodotti I<sup>2</sup>C, come i PCF857x sviluppati per le applicazioni alimentate a 5 V, nel portafoglio Texas Instruments si sono recentemente aggiunte le nuove famiglie dei prodotti PCA e TCA (Fig. 1). In particolare, la famiglia PCA (Fig. 2)

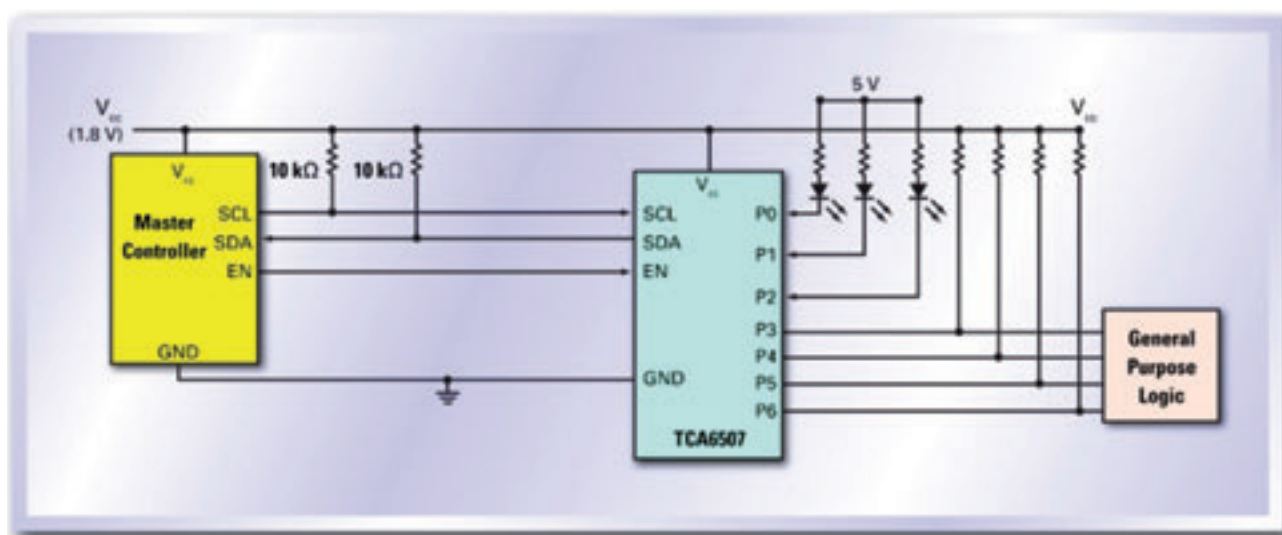


Fig. 3 - Esempio di applicazione tipica del driver per LED TCA6507

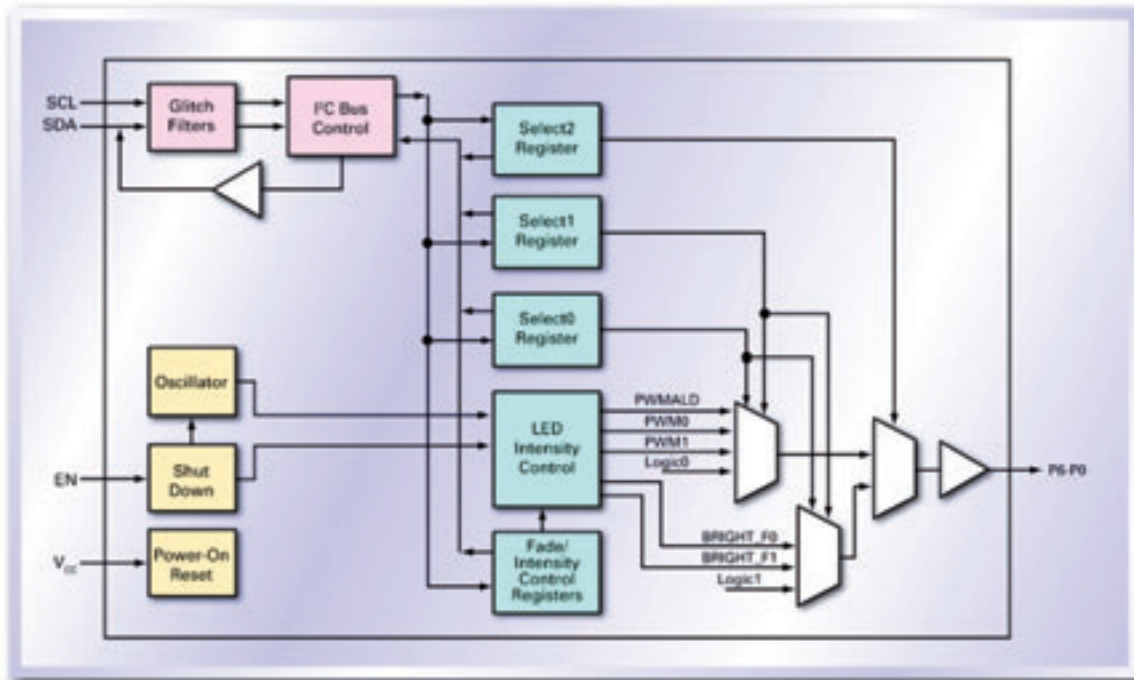


Fig. 4 - Schema funzionale del TCA6507

costituisce una nuova generazione di chip Texas Instruments caratterizzata dai consumi estremamente bassi, giacché la corrente nello stato di attesa è di appena 1  $\mu\text{A}$  e, dunque, circa un decimo di quella tipica dei precedenti chip PCF. Inoltre, questi ultimi esibiscono una corrente di picco di ben 5 mA tutte le volte che un pin di I/O configurato come ingresso attiva un'operazione di scrittura da parte di un driver esterno localizzato proprio con il segnale Low a quest'ingresso. Questa corrente di picco viene del tutto eliminata dal controllo software introdotto nei dispositivi della famiglia PCA.

I chip PCA954xA sono spesso utilizzati nelle moderne applicazioni per sostituire i moduli di espansione I/O. Un ulteriore vantaggio è che un bus I<sup>2</sup>C può, se necessario, essere usato come switch per isolare elettricamente un'area in una scheda. Per esempio, se un sistema sta funzionando a una temperatura ottimale, ecco che con lo switch si possono disabilitare i segnali SCL3 e SDA3 che servono ad attivare le segnalazioni di allarme termico. Parimenti, i conflitti fra gli indirizzi I<sup>2</sup>C possono essere risolti

allo stesso modo, giacché nel caso uno stesso indirizzo sia dedicato a due sensori di temperatura, come spesso avviene nei progetti circuitali dove si cerca di economizzare i costi e le risorse, ecco che lo switch riesce a garantire che il microprocessore sappia sempre quando attivare il sensore 1 oppure il sensore 2. Inoltre, la scelta dei bus I<sup>2</sup>C permette di sfruttare i vantaggi tipici dei bus a due fili, ovvero il ridotto numero di GPIO nel processore, pur consentendo la possibilità di connettere i bus a 2,5 V, 3,3 V e 5 V, grazie al selettore di livello integrato. Ciò rende possibile l'uso dei bus I<sup>2</sup>C anche con i processori a bassa tensione operativa come, ad esempio, l'MPS430 di Texas Instruments.

Ma la nuova famiglia d'integrati TCA consente di ridurre ulteriormente costi e risorse, giacché questi chip supportano le potenze di alimentazione comprese fra 5,5 e 1,65 V, mentre per i PCA il limite inferiore dell'intervallo di alimentazione è di 2,3 V. Ciò significa che se occorre connettere un processore alimentato a 1,8 V ecco che ci sarà bisogno di un circuito capace di alzare la tensione sul bus I<sup>2</sup>C, come ad esempio il

PCA9306, che diventa altresì indispensabile nel caso si debba usare un modulo di espansione I/O come il PCA9539. Anche in questo caso vale la vecchia regola: "un chip costa meno di due". Gli integrati TCA supportano differenti livelli di tensione sul bus I<sup>2</sup>C e questi livelli possono essere impostati sia sugli ingressi sia sulle uscite.

La famiglia TCA è stata pensata per consentire agli ingegneri d'inseguire le tendenze in atto sulla continua ricerca della

diminuzione della tensione di alimentazione, sull'aumento della larghezza di riga (oggi si parla di 20-24 bit), sulla progressiva diminuzione dei consumi e sulla possibilità d'integrare funzionalità di reset intelligenti. Oggi un controllore come il TCA6408 può contribuire a contenere significativamente i costi dei sistemi, nonché limitare al minimo l'occupazione di spazio sulle schede. Il vantaggio più evidente, comunque, è che questi chip sono già predisposti per supportare tutti gli eventuali aggiornamenti generazionali prossimi venturi e, intanto, già ora consentono di migrare agevolmente dalle architetture a 3,3 V a quelle a 1,8 V.

### Driver per LED TCA6507 su I<sup>2</sup>C

Specificatamente per il comando dei LED tramite il bus I<sup>2</sup>C, il miglior prodotto della famiglia TCA è il TCA6507 a 7 bit che consente di comandare altrettanti sette LED assolutamente indipendenti l'uno dall'altro. Inoltre, con un bus I<sup>2</sup>C possono crearsi due gruppi di LED che possono essere comandati con differenti periodicità di accensione e diverse intensità luminose. La tensione di ali-

mentazione può essere configurata da 1,65 a 3,3 V sia sul bus sia sulla logica di controllo, mentre sul lato d'uscita può essere fatta variare da 0 fino a 5,5 V.

Su questo chip l'uscita di comando a collettore aperto è di 25 mA, ma la corrente massima per chip può arrivare fino a 100 mA. L'avanzata concezione di questo chip offre anche dei vantaggi pratici (Fig. 3), perché per esempio le uscite che non sono usate per comandare i LED possono comunque servire come uscite standard. Inoltre, è stata introdotta l'innovativa tecnologia "fun light" che consente di erogare effetti luminosi speciali di grande interesse per talune categorie di prodotti quali i telefoni o i lettori MP3. Lo schema interno del chip (Fig. 4) è particolarmente sofisticato e prevede undici registri per il controllo delle funzioni e dell'intensità luminosa dei LED, in modo tale che ogni byte di

comando si colleghi univocamente a un registro. Il chip prevede, inoltre, due modalità di regolazione denominate PWM0 e PWM1.

Entrambe si trovano su altrettanti moduli, ciascuno dei quali è provvisto di oscillatore interno e, pertanto, questa soluzione consente di comandare due banchi di LED separatamente.

Per esempio, in funzione delle condizioni luminose ambientali l'intensità può essere regolata come "Master Intensity Level", il cui valore è riferito in tempo reale al parametro "Ambient Light Detection" (ALD) misurato dall'esterno e da questo confronto dipende la calibrazione del duty cycle che comanda l'intensità luminosa dei LED.

Nella figura 5 vengono presentate graficamente alcune informazioni su questa caratteristica.

Con i chip della famiglia TCA la calibra-

zione sulla corrente d'uscita può essere fatta utilizzando ben 256 gradini intermedi, grazie ai quali si possono definire per ogni LED differenti modalità di accensione o spegnimento gradualmente. Ci sono anche altri parametri che possono essere programmati finemente proprio grazie alla presenza del bus I<sup>2</sup>C. Per esempio, i transitori di salita e di discesa della corrente, i tempi minimi di "LED ON" e "LED OFF" e l'intensità luminosa massima configurabile in ogni registro. Inoltre, nel registro dedicato come "one shot mode" si può definire quanto tempo deve restare acceso un LED e con quale intensità.

In ultima analisi, il bus I<sup>2</sup>C è davvero una risorsa imbattibile per la sua capacità di comandare le periferiche in modo preciso ed economico e, inoltre, ha tutte le carte in regola per inseguire l'attuale tendenza alla continua riduzione della tensione. Il nuovo TCA6507 a 7 bit consente di comandare i LED su I<sup>2</sup>C lasciando libero il processore da questa task e, inoltre, offre ai programmatori la possibilità d'implementare sofisticate modalità di funzionamento, grazie ai due PWM che consentono di comandare due differenti gruppi di LED in modo indipendente l'uno dall'altro.

Questo chip consente di calibrare sedici livelli d'intensità, dallo spegnimento fino alla massima luminosità e, come ulteriore beneficio, ciascun LED è perfettamente in grado di mantenere un'intensità luminosa costante anche in presenza di eventuali fluttuazioni nella temperatura ambientale. L'oscillatore interno permette, inoltre, di ridurre il numero dei componenti necessari al corretto funzionamento del sistema. La possibilità d'interfacciarsi con i circuiti integrati a 1,8 V e le compatte dimensioni del package BGA di 2x2,5 mm sono due ulteriori vantaggi per questo semplice ma utilissimo chip creato nei laboratori Texas Instruments.  $\square$

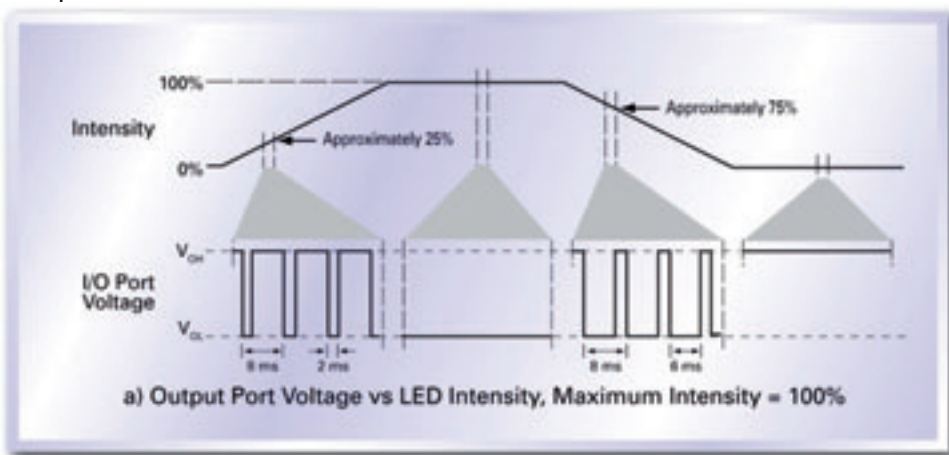
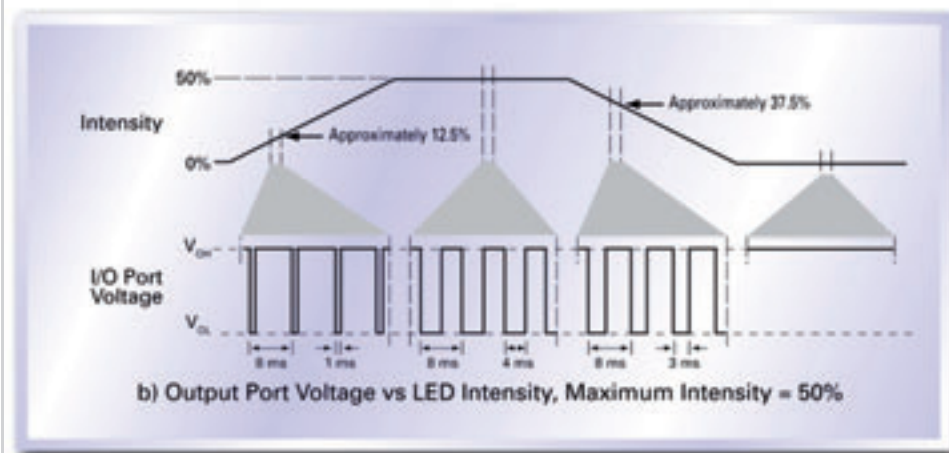


Fig. 5 – Impostazione dell'intensità dei LED in funzione della corrente d'uscita



Texas Instruments [www.ti.com](http://www.ti.com)