

# Semplificare il progetto di interfacce utente

**Dirk Heinen**

Product marketing manager  
Divisione microcontrollori a 8 bit  
per applicazioni industriali e multimarket  
Infineon Technologies

**G**li schermi e/o pannelli tattili sono oramai divenuti parte integrante della nostra vita quotidiana. Oltre all'infinità di dispositivi consumer e per infotainment, ai terminali Pos, alle emettitrici o alle unità di controllo industriale, il successo dell'iPod è la prova definitiva che il rilevamento tattile è entrato da protagonista nel mercato. Rispetto all'approccio di tipo tradizionale basato su componenti meccanici, nei progetti di display o pannelli è possibile includere operazioni quali zoom o scorrimento che contribuiscono a migliorare la fruizione da parte dell'utilizzatore. D'altro canto, i display con controllo tattile sono più affidabili e robusti contro l'usura e la sporcizia.

Di conseguenza è in sensibile aumento la richiesta di migliorare il progetto dell'interfaccia utente (HMI – Human Machine Interface) mediante controlli di tipo tattile per renderla sempre più intuitiva, robusta ed economica. Con inTouch Infineon mette a disposizione soluzioni basate su microcontrollori efficienti ed economiche in grado di ridurre il time-to-market dei progetti di interfacce HMI.

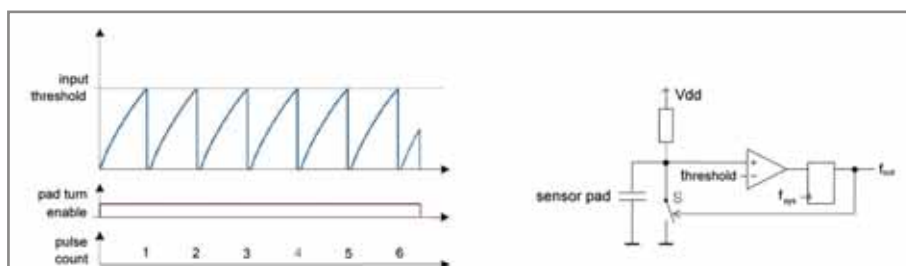
La maggior parte dei touch screen utilizzano le tecnologie di rilevamento di tipo resistivo o capacitivo. L'approccio resistivo prevede l'uso di due strati metallici sottili ed elettricamente conduttivi posti a breve distanza l'uno dall'altro. Nel momento in cui un oggetto, come ad esempio un dito, effettua una pressione su un punto della superficie del pannello i due strati metallici entrano in contatto. Ciò provoca una

variazione dei valori di corrente/tensione, fenomeno questo che viene interpretato come un tocco e inviato al controllore per l'elaborazione. Un pannello capacitivo risulta composto da un materiale isolante, come ad esempio vetro, ricoperto da un conduttore trasparente. Il rilevamento capacitivo è una tecnologia per rilevare la prossimità e la posizione che si basa sull'accoppiamento capacitivo. Sono sempre più numerosi i progettisti che scelgono i sensori capacitivi per la loro flessibilità, le migliori potenzialità di interfacciamento e la riduzione dei costi che sono in grado di offrire rispetto ai tradizionali commutatori meccanici. Senza dimenticare che gli schermi tattili di tipo capacitivo sono più veloci e reattivi rispetto ai prodotti resistivi, a fronte di una maggiore flessibilità in fase di progetto.

## Rilevamento tattile capacitivo

Un sistema di rilevamento capacitivo risulta composto da un insieme di conduttori che interagiscono con campi elet-

**Grazie alla tecnologia inTouch messa a punto da Infineon Technologies è possibile realizzare soluzioni ottimizzate basate su microcontrollori per il controllo combinato di display e del rilevamento tattile**



**Fig. 1 – Rilevamento tattile capacitivo che sfrutta un oscillatore a rilassamento**

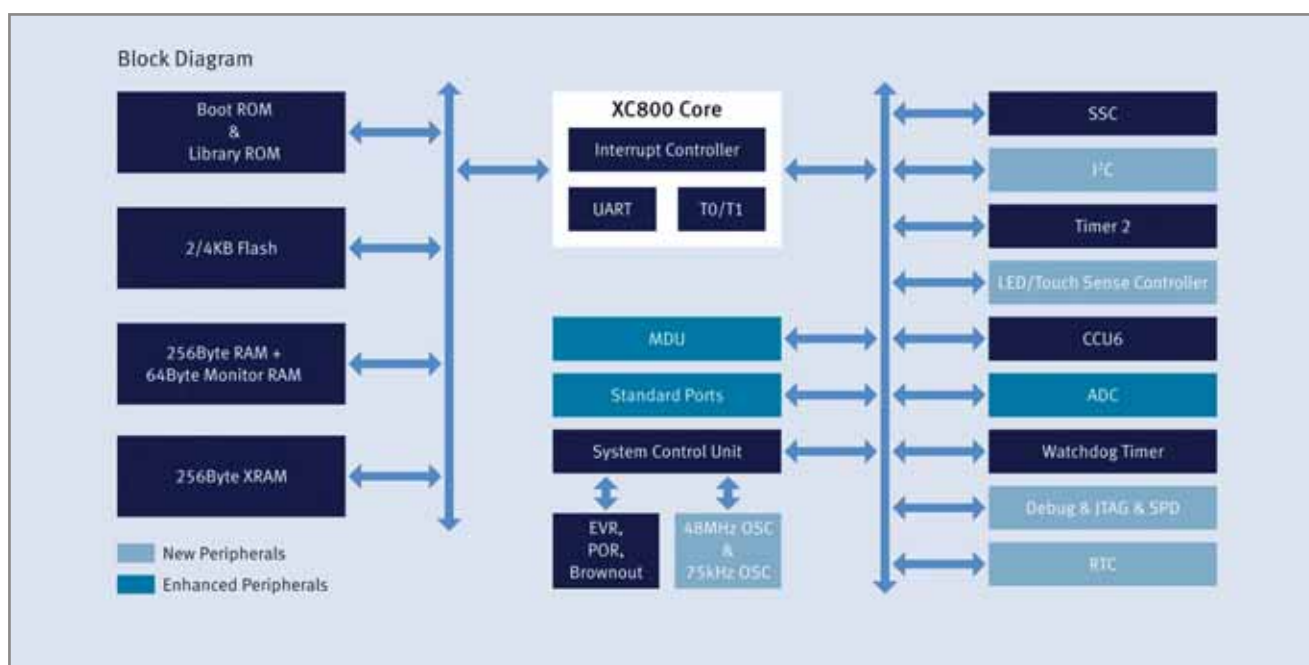


Fig. 2 – Schema a blocchi del microcontrollore XC822. Grazie alla tecnologia inTouch Infineon mette a disposizione soluzioni economiche e di semplice uso per il controllo tattile. Il controllore LED/TS integrato consente l'abbinamento tra il controllo del rilevamento tattile e della matrice a LED

trici che sfrutta la capacità del corpo umano (in questo caso le dita) di modificare la capacità di questo sistema. I componenti principali di un sistema di questo tipo sono un generatore di corrente programmabile, un comparatore di precisione e una matrice di sensori capacitivi. Al fine di realizzare un prodotto che sfrutti questo concetto, è necessaria la presenza di un microcontrollore per elaborare i dati provenienti dai sensori. Il circuito di controllo basato sul microcontrollore rileva se sia in arrivo o meno un tocco e il tipo di azione da intraprendere. Esistono differenti modalità per realizzare una soluzione di questo tipo con un microcontrollore.

Il tocco della matrice di sensori genera una variazione di capacità che può essere rilevata utilizzando parecchie tecniche. La soluzione per il rilevamento tattile capacitivo di Infineon utilizza il condensatore a commutazione (switch capacitor) facente parte della configurazione di un oscillatore a rilassamento. Le periferiche hardware necessarie per aggiungere i commutatori sensibili al tocco sono disponibili sui nuovi microcontrollori della serie XC800. La soluzione di rilevamento tattile capacitivo con oscillatore a rilassamento presenta numerosi vantaggi tra cui il minor numero di componenti richiesti (con riflessi favorevoli sui costi), elevata affidabilità nei riguardi del rumore, semplicità di calibra-

## MICROCONTROLLORI DELLE FAMIGLIE XC82x E XC83x

Le due nuove famiglie di MCU XC82x e XC83x di Infineon consentono di tradurre in pratica in maniera estremamente economica i concetti di controllo a basso consumo mediante dispositivi il cui costo unitario si aggira intorno a 0,35 euro (per quantità di 100.000 pezzi). I modelli della serie XC82x integrano una MDU e sono in grado di elaborare dati provenienti da sensori a effetto Hall e implementare la commutazione sinusoidale per un efficiente controllo del motore. I dispositivi della linea XC82x integrano in aggiunta un coprocessore vettoriale avanzato (MDU e CORDIC) e tutti i dispositivi hardware per il supporto della funzionalità FOC.

Il nucleo centrale che permette il controllo in tempo reale di questi minuscoli microcontrollori è l'unità CapCom6 (CCU6) operante a frequenza di clock di 48 MHz che dispone di due timer a 16 bit separati e un convertitore A/D a 16 bit caratterizzato da un tempo di campionamento di 125 ns e un tempo di conversione di circa 820 ns. Il trigger hardware diretto del convertitore A/D effettuato dall'unità CCU6 consente di effettuare un controllo PWM preciso e ad alte prestazioni. Le porte in grado di supportare correnti elevate dei componenti la serie XC83x consentono il pilotaggio diretto di indicatori azionati con motori passo-passo con correnti fino a 50 mA direttamente da parte del microcontrollore. Altre caratteristiche quali il rilevamento di sovracorrenti, il controllo dello slew rate per garantire un comportamento ottimizzato in termini di compatibilità elettromagnetica (EMC), correzione ECC e possibilità di ritenere i dati nella flash per oltre 20 anni, durata operativa superiore a 130.000 ore garantiscono la massima sicurezza e affidabilità di funzionamento.

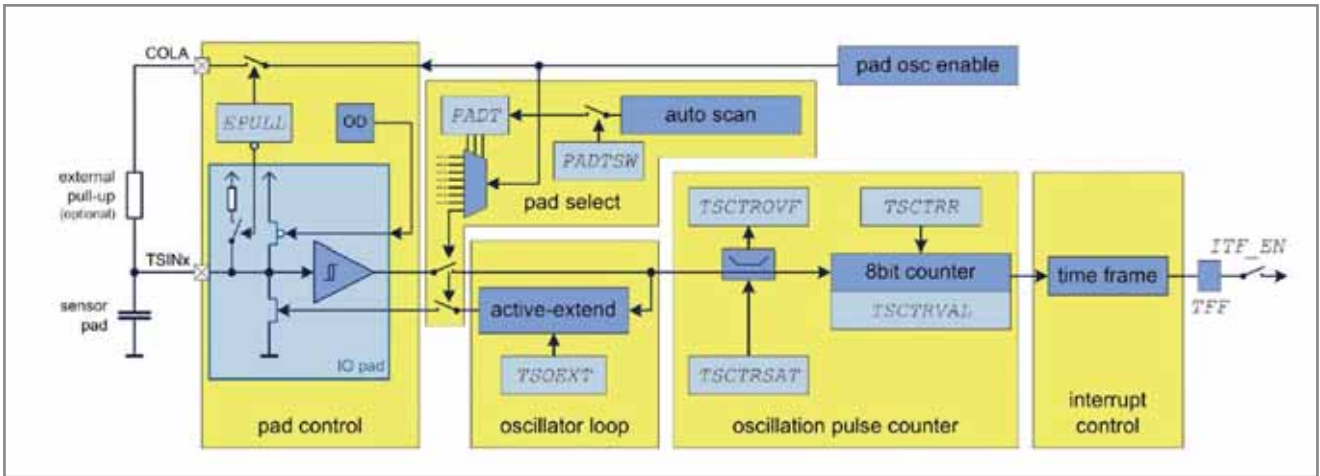
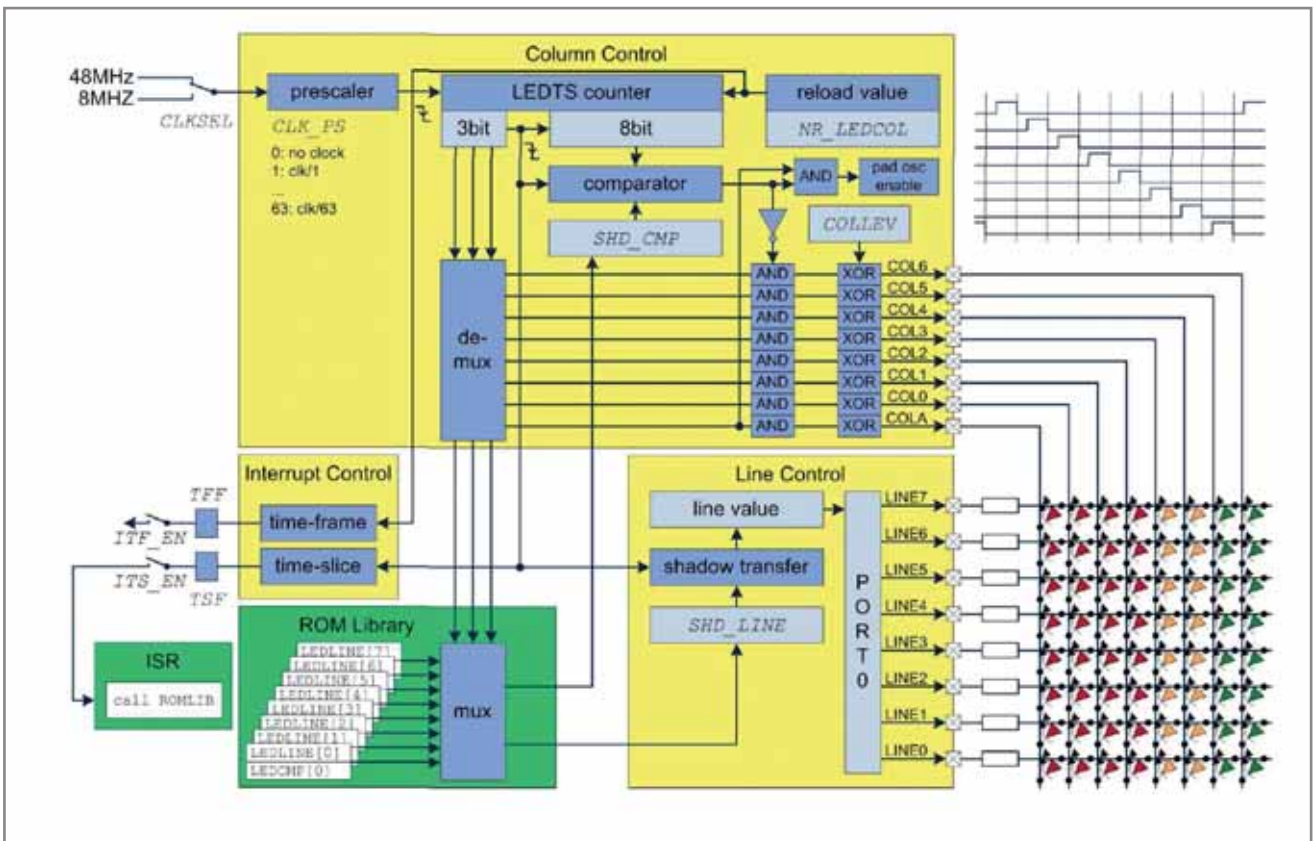


Fig. 3 – Caratteristiche del controllore Touch Sense (TS)

zione e possibilità di regolare la sensibilità. Un oscillatore a rilassamento è un circuito che ripetutamente si alterna tra due stati con un periodo che dipende dalla carica di un condensatore. Il principio di funzionamento può essere spiegato facendo riferimento alla figura 1. Inizialmente il commutatore di scarica è aperto e il resistore di pull-up carica il pad (ovvero una piazzola di materiale conduttivo) del sensore. La tensione su quest'ultima subisce un incremento positivo fino a superare il valore di soglia del comparatore. L'uscita del comparatore a sua volta passa

Fig. 4 – Il controllore della matrice a LED supporta fino a 64 LED (in configurazione 8x8) e può condividere i medesimi pin con il controllore TS sfruttando una moltiplicazione a divisione di tempo



dallo stato logico basso a quello alto, provocando la chiusura del commutatore di scarica S. Il pad del sensore si scarica rapidamente a massa attraverso questo percorso a bassa impedenza. Il processo provoca la transizione dell'uscita del comparatore dallo stato logico alto a quello basso e il ciclo si ripete. La frequenza di uscita ( $f_{out}$ ) dipende dalla corrente di carica e dal valore di capacità del sensore.

### Un metodo innovativo per realizzare un controllo tattile avanzato

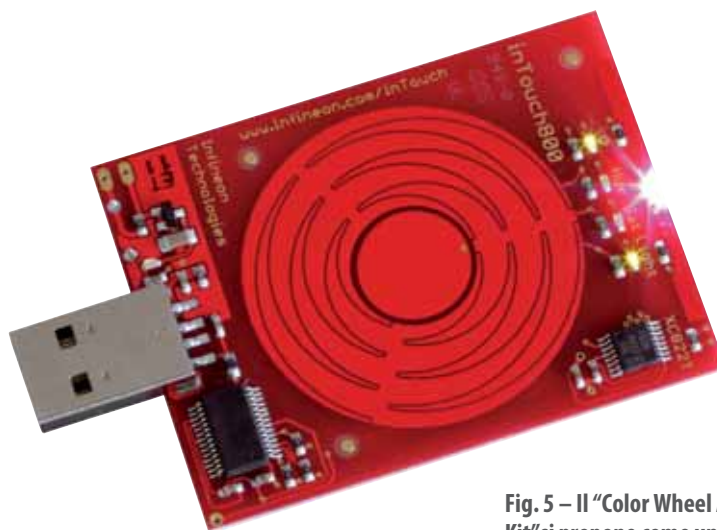
La tecnologia messa a punto da Infineon basata sul principio del rilevamento tattile capacitivo è stata ottimizzata in modo da garantire la massima semplicità d'uso in applicazioni in ambito industriale e automobilistico a elevato grado di integrazione.

La topologia che prevede l'uso di un oscillatore a rilassamento garantisce una maggiore immunità al rumore elettrico e una migliore affidabilità che si traduce in un minor numero di errori. Infineon mette a disposizione una libreria software ottimizzata che contiene gli algoritmi base per questa soluzione già integrata nel codice della ROM, in modo da ridurre gli oneri legati alle operazioni di calibrazione e regolazione. Di conseguenza viene assicurata la possibilità di sviluppare progetti che supportano superfici differenti. Un approccio di questo tipo lascia a disposizione risorse di memoria e di CPU per l'implementazione di soluzioni specifiche, mentre il progettista non si deve preoccupare della realizzazione delle funzionalità di base. L'unità periferica (controllore LED/TS) prevista a bordo dei microcontrollori della serie XC82x e XC83x (Fig. 2) si propone come una soluzione combinata per il controllo della matrice a LED e il tocco sfruttando una moltiplicazione a divisione di tempo. Nel funzionamento ad alta frequenza il rilevamento capacitivo può essere abbinato, ad esempio, al controllo di una matrice a LED utilizzata nei display. Ciò consente di realizzare una soluzione basata su un Pcb a singolo strato caratterizzato da un ridotto numero di pin. Ad esempio una tastiera a 12 tasti può essere realizzata con soli 5 pin di I/O.

Il controllore del rilevamento tattile prevede i seguenti blocchi funzionali: controllo del pad, anello dell'oscillatore, contatore di impulsi dell'oscillatore e controllo dell'interrupt (Fig. 3). Tra le caratteristiche di maggior rilievo si possono annoverare la presenza di un resistore di pull up interno o esterno, della logica per la selezione automatica del pad per l'autoscansione e tempo di scarica regolabile. Inoltre è possibile regolare le condizioni di saturazione e di overflow del contatore degli impulsi di oscillazione. La valutazione

del valore del contatore viene fornita attraverso una routine ISR (Interrupt Service Routine – ovvero una routine di gestione dell'interrupt). Nella ROM del microcontrollore viene immagazzinato software complementare. La libreria comprende tutte le operazioni richieste per il completo condizionamento del segnale per il rilevamento tattile come accumulazione regolabile, filtraggio dei glitch e controllo adattativi della media. La macchina a stati del rilevamento tattile gestisce le operazioni di pad-up/pad-down (ovvero rilascio e tocco della superficie conduttiva), il risultato e la gestione degli errori.

Il controllore della matrice a LED (Fig. 4) permette di controllare in maniera efficiente una matrice composta da un massimo di 64 LED (in configurazione 8x8). Una matrice di



**Fig. 5** – Il “Color Wheel Application Kit” si propone come una soluzione di controllo flessibile per regolare i colori di un LED sfruttando una rotellina tattile: esso è basato su un microcontrollore XC822T in grado di controllare sia il rilevamento capacitivo sia il controllo dell'alimentazione del LED

LED è formata da un certo numero di LED disposti su linee e colonne secondo differenti disposizioni (layout). Un resistore situato lungo il percorso di una linea limita la corrente, mentre le colonne vengono attivate una dopo l'altra (multiplexing). I segnali della linea devono essere sincronizzati con l'attivazione della colonna. Il controllore dei LED integrato nei nuovi dispositivi della linea XC83x/XC83x gestisce “in toto” il controllo della linea, della colonna e dell'interrupt. È possibile eseguire la chiamata di funzioni della libreria di semplice uso nella routine ISR dell'unità LED/TS. Grazie a porte in grado di supportare correnti elevate è possibile pilotare una corrente massima di 50 mA (assorbimento di corrente) o pilotare direttamente indicatori azionati da motori passo-passo (stepper gauge) con correnti di 30 mA.



Le porte ad alta corrente dispongono di funzionalità per la protezione contro le sovracorrenti e il controllo dello slew rate per ottimizzare il comportamento in termini di compatibilità elettromagnetica (EMC).

### Un kit applicativo

Al fine di mettere in luce le possibilità offerte dalle proprie soluzioni di controllo tattile Infineon propone il Color Wheel Application Kit (Fig. 5). Il KIT\_AK\_INTouchCW KIT è realizzato a partire da microcontrollore a 8 bit XC822T e si propone come una soluzione pronta all'uso per regolare il colore della luce, la saturazione o la luminosità utilizzando una rotellina tattile (touch-wheel) capacitiva e un tasto come interfaccia operatore. Il codice di questo esempio applicativo è caricato nella memoria flash del microcontrollore: mediante DAVE Bench – la tool chain di sviluppo gratuita di Infineon – è possibile accedere al codice ed effettuare modifiche. I progettisti possono utilizzare senza problemi questo codice e sviluppare in tempi brevi la propria applicazione. Infineon mette a disposizione la scheda PCB della rotellina tattile che ospita il microcontrollore XC822T, i LED e il codice software che gira su XC822T.

La scheda della rotellina tattile inizia a funzionare automaticamente nel momento in cui il kit viene innestato nel computer (attraverso una normale porta USB). Quando il dito dell'utente si muove sulla rotellina, il software rileva la posizione assoluta del tocco attuale e il colore del LED RGB cambia in maniera coerente. L'effetto della posizione del dito dipende dalla modalità di colore selezionata. Sono disponibili tre modalità di colore (rappresentate dai relativi contrassegni sulla parte superiore del LED):

- Colore (Hue)
- Saturazione (Sat)
- Luminosità (Light)

Il LED principale è un LED RGB a tre canali dove il colore è una combinazione dei valori RGB relativi dei tre canali, che sono controllati mediante segnali PWM (Fig. 6). Quando la scheda della rotellina di colore è in modalità "colore", un tocco rilevato dalla rotellina regolerà l'aspetto relativo al colore. Gli aspetti relativi alla saturazione e alla luminosità non subiranno variazioni fino al momento in cui non vengono selezionate le rispettive modalità. La selezione viene visualizzata mediante LED di stato di piccole dimensioni che condividono i medesimi pin con l'unità TS. L'utente può di conseguenza regolare i colori della luce con la rotellina tattile e il tasto centrale.

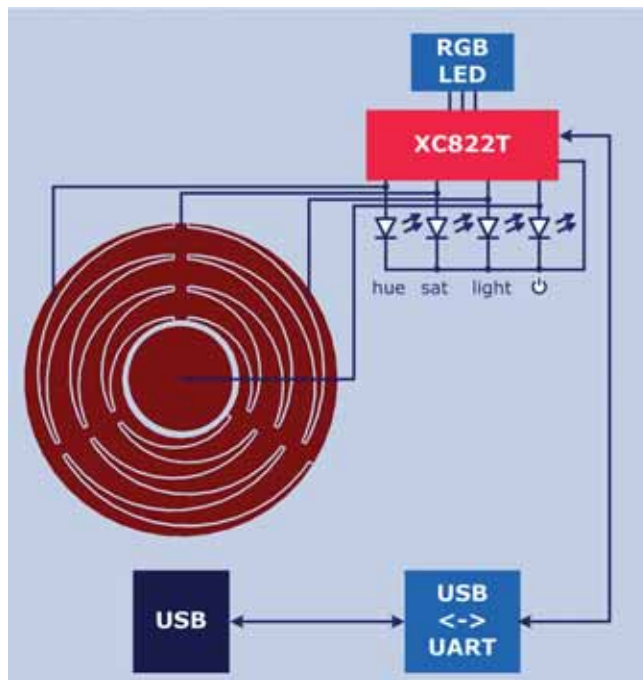


Fig. 6 – Schema a blocchi del "Color Wheel Application Kit"

Il kit contiene il codice relativo a un esempio applicativo per tasti/rotelline tattili e controllo del colore del LED, oltre alla completa documentazione e ai tool software, il tutto su un CD. Un'interfaccia USB standard per l'alimentazione e l'accesso alla programmazione permettono agli utenti di disporre di un dispositivo compatto e di semplice uso al prezzo di soli 19,99 euro. Ulteriori informazioni sulle soluzioni inTouch e sulle modalità di acquisto del kit sono reperibili all'indirizzo: [www.infineon.com/intouch](http://www.infineon.com/intouch). inTouch è quindi la risposta di Infineon alle crescenti richieste di controlli tattili che abbinino basso

« Sono sempre di più le richieste di controlli tattili che abbinino basso costo e semplicità d'uso »

costo e semplicità d'uso.

Le soluzioni proposte prevedono un insieme scalabile di microcontrollori con funzionalità di controllo tattile integrate da utilizzare in applicazioni in ambito industriale e automobilistico. La gamma offerta comprende dispositivi che differiscono tra di loro in termini di dimensioni della memoria flash, numero di canali di ingresso analogici, tipi di package e supporto coprocessore. Oltre alle migliorate funzionalità di controllo in tempo reale dei componenti la serie XC800, i microcontrollori della famiglia low-cost XC82x e XC83x integrano nuove funzionalità quali controllo combinato del rilevamento tattile e del display a LED per il supporto delle applicazioni emergenti. ▶