

Una Tecnologia Potenziata di Rilevamento Capacitivo che Amplia la Portata delle Applicazioni

By (Ryan Seguine, Senior Product Marketing Engineer for PSoC, Cypress Semiconductor Corp.)

Sommario

Le nuove tecnologie di rilevamento capacitivo mostrano livelli superiori di sensibilità e di immunità al rumore, consumi ridotti e maggiore velocità di aggiornamento. Cypress Semiconductor ha sviluppato una soluzione in grado di ampliare ulteriormente la portata delle applicazioni di tali tecnologie.

Introduzione

Con la grande diffusione del rilevamento capacitivo in atto nei mercati legati ai riproduttori portatili, ai PC laptop e ai terminali mobili è facile cadere nella tentazione di dimenticare che questa tecnologia d'interfaccia viene utilizzata da anni anche nelle applicazioni relative ai beni bianchi.

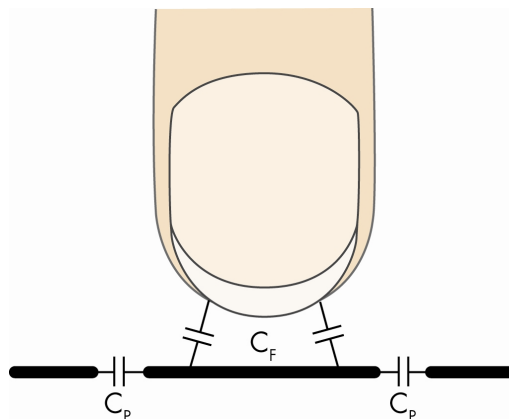
Alcuni significativi miglioramenti negli algoritmi di rilevamento e nella circuiteria di controllo hanno allargato notevolmente lo spettro di applicazioni cui questa tecnologia può rivolgersi.

I progettisti stanno vedendo nel rilevamento capacitivo un grande elemento valore in quanto possono sia proporre delle soluzioni alternative a commutatori a membrana o tasti meccanici tradizionali sia dare vita a nuove e promettenti applicazioni nel campo dei touchscreen e dei sensori di prossimità.

La capacità di rilevamento

Un sensore capacitivo è costituito da una piazzola conduttiva circondata da una massa e da una connessione a un controller. Nella maggior parte delle applicazioni la piazzola conduttiva è un'area in rame mentre la massa circostante è un'area di riempimento. Tra questi due oggetti si instaura una capacità nativa (parassita), C_P . Quando un terzo elemento conduttivo – per esempio un dito – viene a trovarsi in prossimità del sensore, alla capacità del sistema va a sommarsi un ulteriore elemento capacitivo, C_F .

Figura 1. Illustrazione di un sistema di rilevamento capacitivo

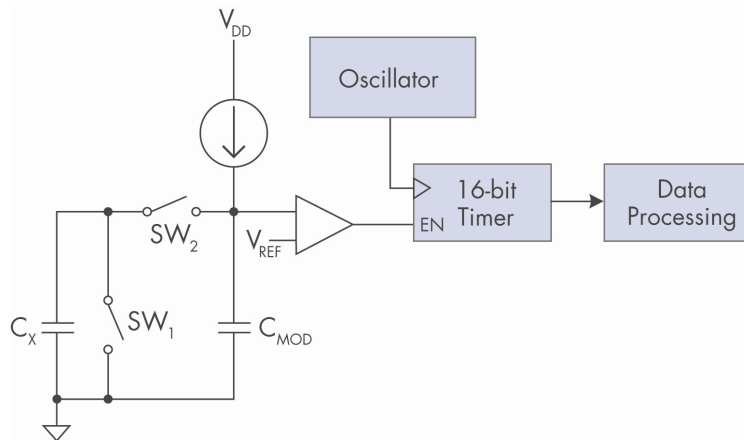


Esistono numerosi metodi per rilevare l'incremento di capacità provocato dall'aggiunta di C_F . Le misure a *effetto di campo* sfruttano un divisore di tensione AC posto tra il sensore a condensatore e un condensatore locale di riferimento. Il rilevamento del dito è ottenuto controllando il cambiamento di tensione di questo divisore. Il metodo a *trasferimento di carica* sfrutta un circuito a condensatore commutato e un condensatore bus di riferimento, i quali danno luogo a ripetuti trasferimenti di carica dal condensatore del sensore – più piccolo – al condensatore bus – più grande. La tensione del condensatore bus è proporzionale al valore di capacità del condensatore del sensore. La capacità può essere determinata misurando la tensione dopo un numero fisso di trasferimenti o conteggiando il numero di trasferimenti necessari per raggiungere una certa tensione

di soglia. Un metodo ulteriore prevede l'impiego di un *oscillatore a rilassamento*. In questo caso si ha una misura del tempo di carica, dove la rampa di carica è determinata dalla sorgente di corrente (normalmente fissa) e dal valore del condensatore del sensore. Condensatori più grandi comportano tempi di rampa più lunghi, normalmente misurati con un PWM e un timer. La tecnica delle *approssimazioni successive* si riferisce alla misura del tempo di carica del condensatore, laddove la tensione di start è determinata attraverso approssimazioni successive.

Il metodo delle approssimazioni successive (brevetto richiesto Cypress Semiconductor) implementato con il dispositivo PSoC sfrutta un convertitore capacità/tensione e un ADC single slope. La misura della capacità è ottenuta convertendo la capacità in tensione, immagazzinando il valore in un condensatore e misurando il valore immagazzinato utilizzando una sorgente di corrente regolabile.

Figura 2. Rappresentazione schematica di un sistema di rilevamento capacitivo



Il convertitore capacità/tensione è implementato con una tecnologia a capacità commutata. La circuiteria porta il condensatore del sensore a una tensione legata alla capacità del sensore. Il condensatore commutato è temporizzato dall'oscillatore interno principale del PSoC.

Il condensatore del sensore è connesso al mux del bus analogico ed è caricato attraverso un convertitore analogico digitale programmabile con uscita in corrente (iDAC), anch'esso collegato al bus. La carica su ciascun bus è data dalla relazione $q=CV$. SW2 è aperto mentre SW1 è chiuso per trasferire il potenziale da C_X a zero e ridurre la carica sul bus a un valore proporzionale alla capacità del condensatore del sensore. Questo ciclo (carica-scarica) viene ripetuto in modo che il condensatore del sensore risulta per il bus un carico in corrente.

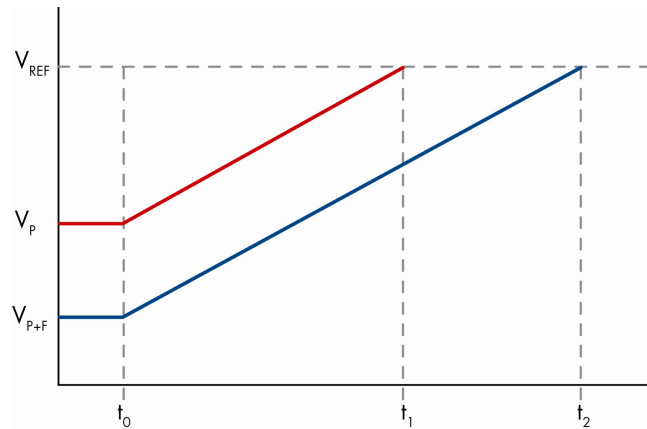
Quando il circuito a capacità commutata è in funzione, l'iDAC utilizza una ricerca binaria per determinare il valore cui la tensione sul bus rimane costante. Questa tensione è un fattore della frequenza di commutazione, della capacità del sensore e del valore dell'iDAC (corrente). Il bus opera anche da condensatore di bypass, stabilizzando la tensione risultante. È possibile aggiungere ulteriori condensatori al bus per cambiare le prestazioni e le temporizzazioni del circuito.

$$V_X = \frac{1}{f_{OSC} C_X} I_{DAC}$$

$$V_{BUS} = V_{REF} - V_X$$

Il valore iDAC calcolato viene utilizzato per caricare nuovamente il bus, mentre viene misurato il tempo richiesto per portare il bus dalla tensione iniziale alla soglia del comparatore. La tensione iniziale quanto è assente il dito e il tempo di carica sono valori noti. Un dito sul sensore aumenta il valore di C_X, decrementando la tensione iniziale e incrementando la misura del tempo di carica.

Figura 3. Un dito sul sensore aumenta la misura del tempo di carica

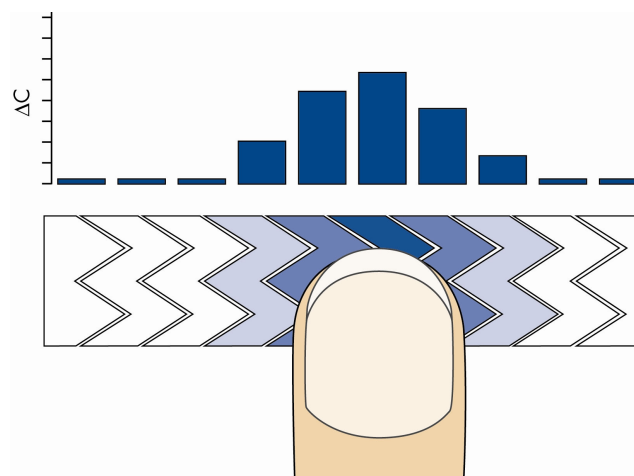


Costruire un sensore

I sensori capacitivi coprono diverse funzioni e hanno varie forme. Essi possono sfruttare numerosi supporti. La loro implementazione può essere semplice o complessa e varia in funzione delle specifiche applicative.

Tasti e interruttori a scorrimento sono i più comuni. I tasti sono realizzati con grosse aree conduttive connesse a un controller. La capacità viene misurata confrontandola rispetto a una serie di soglie. Le azioni che scaturiscono possono essere di tipo digitale o offrire caratteristiche più analogiche, tenendo conto per esempio della pressione di attivazione o delle dimensioni del dito. Gli interruttori a scorrimento sono insiemi lineari o radiali di aree conduttive. Degli appositi algoritmi di “centro di massa” determinano la posizione di attivazione sulla base di una risoluzione nettamente superiore rispetto al numero di pin utilizzati per il rilevamento. Spesso, le versioni più semplici dei sensori capacitivi riferibili a tasti e interruttori a slitta utilizzano del normale rame depositato su un circuito stampato. In altri casi vengono utilizzati altri substrati e materiali di deposizione – per esempio inchiostri all’argento.

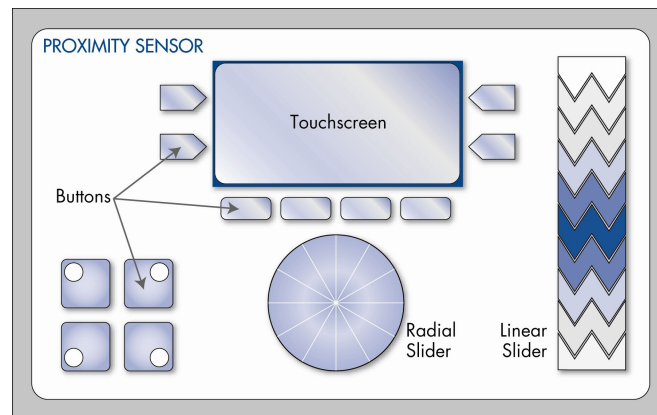
Figura 4. Gli algoritmi “centro di massa” determinano la posizione di attivazione



Le interfacce dinamiche di utente utilizzano tasti o regioni di attivazione che si riconfigurano in funzione di quanto visualizzato. Queste visualizzazioni assicurano esperienze d’uso avanzate in quanto garantiscono un’interazione più intuitiva e ottimizzata. La realizzazione di questi sistemi è più complessa rispetto a quella dei sistemi basati su semplici tasti o cursori. I touchscreen capacitivi a proiezione utilizzano per esempio dei materiali trasparenti che si sovrappongono al display. La superficie conduttiva è depositata su un substrato - per esempio un film in vetro o in PET – e connessa a una circuiteria di controllo. Il substrato viene incollato allo strato sottostante in modo da fraporsi al display. La posizione di attivazione è determinata nello stesso modo utilizzato dai cursori. Due cursori gemelli, uno per ciascun asse, garantiscono la copertura dell’intera area di visualizzazione. L’attivazione è rilevata su entrambi gli assi mentre la posizione è esportata sotto forma di dato x- e y- sui due assi. Essendo riparati da uno strato, i touchscreen capacitivi a proiezione sono protetti da impatti, flessioni e altri fattori ambientali che influenzano i touchscreen resistivi.

I sensori di prossimità sono essenzialmente dei grandi tasti. L'obiettivo di un sensore di prossimità non è tanto rilevare l'esatta posizione di un oggetto conduttivo quanto rilevare la sua effettiva presenza. Non dovendo riconoscere un'esatta posizione, la risposta può anche essere più lenta (3-4ms contro 250us). La sensibilità di un sensore di posizione è però notevolmente superiore: con un progetto ben definito è possibile raggiungere anche i 30cm. Poiché i sensori di prossimità non devono essere necessariamente associati ad un display grafico, il loro posizionamento è molto flessibile. Un anello di rame attorno alla parte esterna della scheda circuitale di controllo o un filo posto sul retro della copertura consentono di dare vita a un economico sensore di prossimità.

Figure 5. Illustrazione dell'organizzazione di un sensore di prossimità

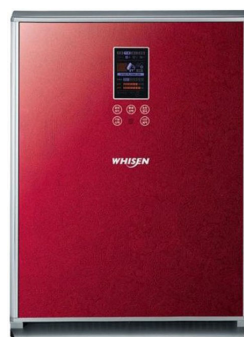


Utilizzo dei sensori capacitivi

L'utilizzo dei sensori capacitivi è in aumento. Grazie a questi flessibili, robusti ed eleganti elementi di progetto, gli sviluppatori possono sfruttare una serie di nuove opportunità. Per le funzioni base di navigazione e attivazione è sufficiente utilizzare dei tasti. Le caratteristiche analogiche di questi tasti – che permettono di sostituire i costosi potenziometri – consentono di facilitare e rendere meno onerosa l'implementazione di funzionalità e dotazioni di sicurezza.

L'Air Cleaner LG LA-N131DR utilizza per esempio cinque sensori capacitivi per i tasti di navigazione posti sul display del pannello frontale. Questi tasti hanno permesso ai progettisti di implementare uno chassis ottimizzato, pur privilegiando l'interfaccia utente. I tasti capacitivi rilevano la presenza di un dito attraverso un vetro di quattro millimetri. La circuiteria di controllo è posizionata sul lato opposto dei sensori, realizzati su un circuito stampato a due strati. LG utilizza un Mixed-Signal Array PSoC per controllare i sensori e lo stato di output verso il processore principale.

Figura 6. L'aspiratore LG LA-N131DR, sviluppato da LG Electronics, utilizza cinque sensori capacitivi per i tasti di navigazione del display posto sul pannello frontale. Foto: LG Electronics



I sensori di prossimità offrono varie caratteristiche aggiuntive, per esempio una retroilluminazione reattiva utile per le attività notturne e delle dotazioni di sicurezza che richiedono consentono l'attivazione solo a fronte di elementi grandi, quali la mano di un adulto. Utilizzando un PSoC, i sensori di prossimità, i tasti, gli interruttori a slitta e i touchscreen possono essere controllati da un unico processore. Le routine firmware consentono di variare gli stati sulla base di sollecitazioni dell'utente o di comandi dall'host.



Create la vostra applicazione di rilevamento capacitivo

Il Mixed Signal Array PSoC è un array configurabile contenente risorse analogiche e digitali, memorie flash e RAM, un microcontroller a 8-bit e varie altre dotazioni. Tali dotazioni consentono al PSoC di implementare le innovative tecniche di rilevamento capacitivo offerte nell'ambito del portafoglio CapSense. Utilizzando l'intuitivo ambiente di sviluppo PSoC per configurare e riconfigurare il dispositivo è possibile indirizzare qualsiasi specifica progettuale e reagire alle eventuali loro variazioni. Le nuove tecnologie di rilevamento mostrano livelli superiori di sensibilità e di immunità al rumore, consumi ridotti e maggiori velocità di aggiornamento. Per ulteriori informazioni sui PSoC visitate il link www.cypress.com. Per ulteriori informazioni sul CapSense PSoC, visitate il link www.cypress.com/capsense.



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.