

Prototipazione rapida di sensori capacitivi

Mark Lee
Senior application engineer
Cypress Semiconductor

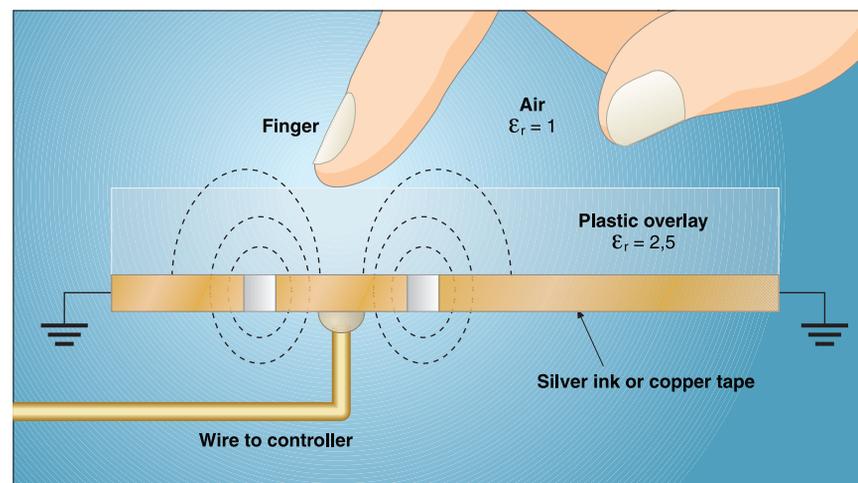
Alcune linee guida per effettuare in tempi brevissimi la prototipazione di sensori capacitivi su qualsiasi superficie di natura non conduttiva

Il rilevamento di tipo capacitivo si propone come una modalità innovativa per interagire con dispositivi quali telefoni mobili o lettori MP3. I sensori di tipo tattile sono celati al di sotto della superficie, ragione per cui l'area solitamente occupata dai tasti meccanici appare liscia e uniforme. Con un semplice tocco delle dita è possibile accedere alle funzioni che solitamente vengono gestite pigiando tasti meccanici.

In questo articolo vengono proposte alcune linee guida che permettono ai progettisti di effettuare in tempi brevissimi la prototipazione di sensori capacitivi su qualsiasi superficie di natura non conduttiva.

Alternative ai PCB e ai circuiti flessibili

Si immagini di aver ideato un prodotto innovativo che preveda l'utilizzo di un contenitore plastico stampato a iniezione o un pannello di vetro e si voglia valutare la possibilità di sostituire i tradizionali tasti meccanici con sensori capacitivi "nascosti" sotto la superficie. Il primo



passo da compiere per realizzare un sistema capacitivo è disporre un insieme di conduttori su una superficie non conduttiva. Il tradizionale approccio utilizzato per implementare i sensori è la creazione di un circuito stampato o flessibile: si tratta di un'operazione che richiede tempo e potrebbe risultare troppo costosa per un'operazione di prototipazione. In questa sede si mostrerà come sia possibile evitare i lunghi tempi e i costi associati ai tradizionali metodi di prototipazione.

Penne caricate con inchiostro a base d'argento e nastri di rame si propongono come una soluzione di prototipazione rapida ed economica per il rilevamento

Fig. 1 – In questa sezione trasversale viene schematizzata la tecnica di prototipazione per i sensori capacitivi

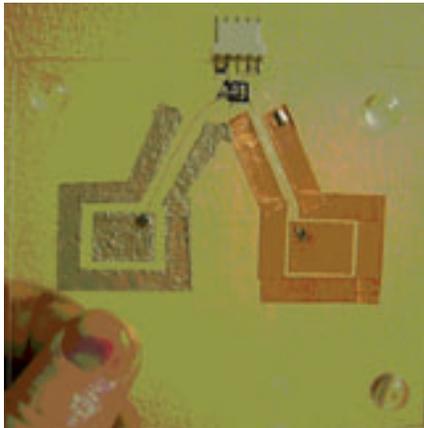


Fig. 2 – Esempio di due sensori capacitivi applicati direttamente a un foglio acrilico dello spessore di 3 mm: quello a sinistra è realizzato con inchiostro a base d'argento, quello a destra con un nastro di rame

capacitivo. Nella figura 1 viene schematizzato questo concetto. I pattern conduttivi vengono applicati a mano direttamente sul materiale di rivestimento non conduttivo. I ponticelli che collegano il microcontrollore alle piazzole del sensore sostituiscono le piste del PCB utilizzate nei tradizionali approcci alla prototipazione.

Sensori applicati a un foglio acrilico

Per effettuare una dimostrazione pratica di questa tecnica, sono stati applicati due sensori capacitivi a un foglio acrilico di spessore pari a 3 mm. Il primo sensore è costituito da un nastro di rame, mentre il secondo è realizzato mediante inchiostro a base d'argento (Figg. 2 e 3). L'applicazione manuale di questi percorsi conduttivi sul lato posteriore del foglio acrilico è un'operazione che richiede pochi minuti.

Il tempo necessario per questo progetto è circa 60 minuti. La gran parte del

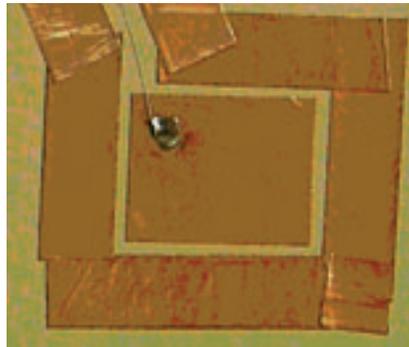
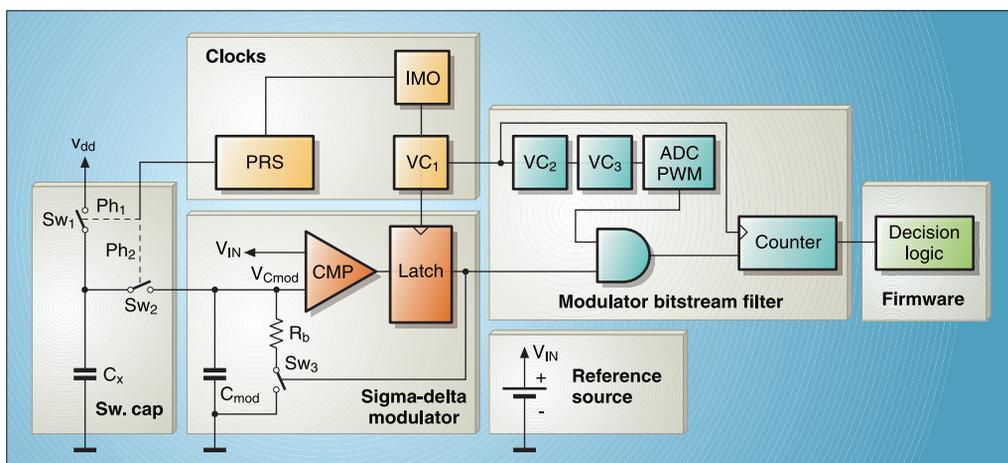


Fig. 3 – Vista ravvicinata della realizzazione mediante nastro di rame. L'anello esterno è la massa, mentre il quadrato interno è la piazzola del sensore. Il filo è un ponticello verso il dispositivo PSoC

Fig. 4 – Configurazione CSD di PSoC CapSense per i dispositivi CY8C21x34



tempo viene spesa nella saldatura dei collegamenti al circuito integrato di controllo che è stato incollato al foglio. Un connettore, incollato sul bordo della lamina, fornisce l'accesso al dispositivo PSoC e viene utilizzato sia per la programmazione sia per il collegamento seriale per l'acquisizione dati da un PC host.

Penna con inchiostro a base d'argento

Una penna di questo tipo viene ampiamente utilizzata per effettuare riparazioni elettriche. Le particelle d'argento a elevata conduttività sono sospese in un sistema epossidico acrilico che viene sottoposto a un'operazione di curing (trattamenti termici che mediante un agente indurente promuovono reazioni di reticolazione) dando vita a una connessione elettrica flessibile. Esso forma un ottimo legame con molte superfici, tra cui vetro e materiale acrilico. Penne di questo tipo sono disponibili da parecchie società: in questo caso è stata utilizzata la penna CircuitWorks MicroTip di Chemtronics.

Con questa penna, il pattern conduttivo del sensore viene tracciato direttamente sulla superficie. Dopo una o due ore di indurimento, è possibile l'utilizzo in qualità di sensore. Per questa dimostrazione, l'inchiostro è stato sottoposto all'indurimento per una notte a temperatura ambiente. In base alla descrizione fornita del prodotto, l'inchiostro indurito può essere saldato con una saldatrice a bassa temperatura. Sulla base di precedenti esperienze, è stato deciso di attaccare il ponticello alla piazzola del sensore utilizzando uno strato aggiuntivo di inchiostro.

Dopo l'indurimento di questo inchiostro, il ponticello diventa incollato alla piazzola del sensore. Sebbene il pattern conduttivo può essere realizzato mediante un tracciamento a mano libera, quello riportato in figura 2 è caratterizzato da bordi

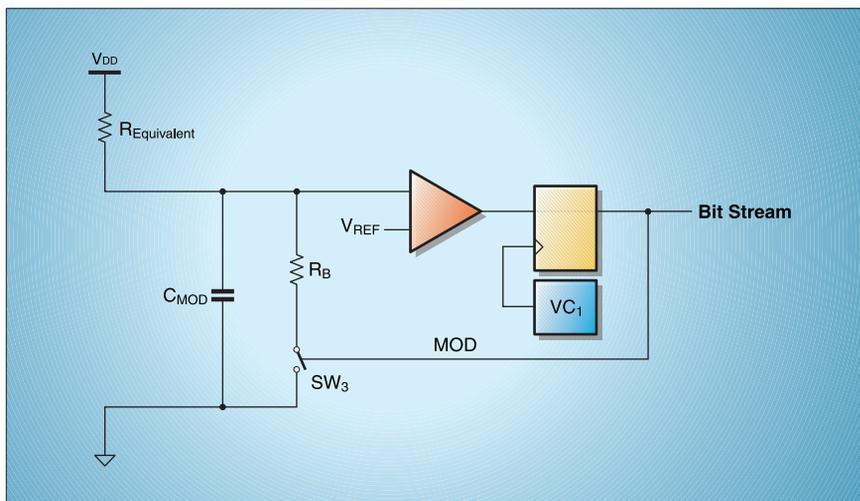


Fig. 5 – Schema a blocchi della configurazione CSD con la resistenza equivalente del condensatore di rilevamento commutato

nettamente definiti ottenuti mediante la mascheratura del pattern con del nastro prima dell'applicazione dell'inchiostro. Dopo l'indurimento, la maschera è stata rimossa.

Nastro di rame

Il nastro di rame è formato da un foglio di rame sottile ed è più frequentemente utilizzato per compiti di schermatura. Il nastro conduttivo utilizzato per questa dimostrazione, il mod. 1181 di 3M, è dotato di uno speciale adesivo conduttivo che semplifica la connessione elettrica di sezioni del nastro sovrapposte. A differenza dell'inchiostro a base d'argento, il nastro di rame può essere impiegato immediatamente per il rilevamento una volta applicato il nastro stesso. La saldatura del ponticello al sensore non dà problemi di sorta con il nastro conduttivo. Anche se in questo caso è stato deciso di utilizzare il rame, può andare bene un nastro realizzato con altri tipi di metallo come ad esempio l'alluminio.

Dettagli circuitali

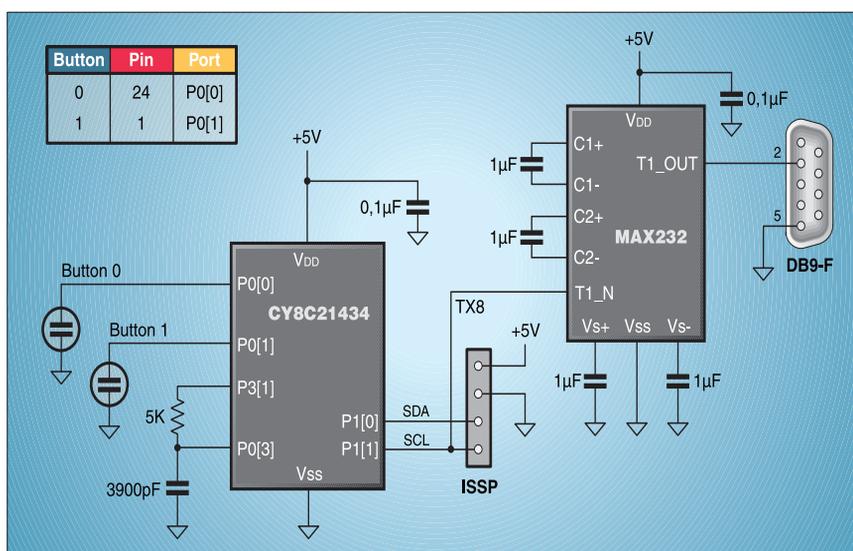
Con l'applicazione manuale delle tracce conduttive, le prestazioni del sensore sono tutt'altro che ottimali rispetto a quelle ottenibili con sensori realizzati in maniera tradizionale – mediante PCB o circuiti flessibili. Per tale motivo è necessario adottare un metodo di rilevamento contraddistinto da un elevato rapporto tra segnale e rumore (SNR Signal-to-Noise Ratio). In questo particolare

caso è stato deciso di utilizzare la configurazione CSD (dove SD sta per Sigma-Delta) dei dispositivi PSoC di Cypress Semiconductor [1]. Questo nuovo metodo di rilevamento può essere implementato nelle versioni CY8C21x34 e CY8C24x94 delle matrici PSoC. Nella figura 4 sono riportati i blocchi funzionali della configurazione CSD, mentre nella successiva figura 5 è rappresentato un circuito equivalente di questa configurazione. I commutatori sul front end del circuito hanno trasformato la capacità del sensore in una resistenza equivalente modulata dalla presenza di un dito. Il cambiamento della resistenza si traduce in una variazione del flusso di bit sull'uscita del modulatore sigma-delta.

Il modulo utente CSD è un blocco funzionale standard presente nella libreria di PSoC Designer. Esso contiene routine API che eseguono tutte le funzioni di basso e alto livello richieste per la realizzazione di un sistema effettivo di rilevamento capacitivo. La selezione del dispositivo PSoC avviene mediante operazioni di drag-and-drop condotte sul modulo utente CSD. Il funzionamento a livello di sistema dei sensori è definito in linguaggio C.

Al progetto è stato aggiunto un blocco funzionale che fornisce un link di comunicazione a un computer host. Il modulo utente TX8 implementa un blocco di sola trasmissione preposto all'invio di

Fig. 6 – Schema circuitali del circuito di rilevamento capacitivo realizzato con il modulo utente CSD



dati seriali a una velocità di 115.200 baud. In questo modo il sistema si trasforma in un data logger programmabile per il rilevamento capacitivo.

Nella figura 6 viene riportato lo schema circuitale di questo progetto. Il circuito contiene solamente il chip PSoC per il rilevamento capacitivo e la comunicazione seriale, oltre a un altro chip per la traslazione di livello RS232. Nella tabella della figura 6 sono riportate le assegnazioni dei pin per i due tasti CapSense. Il dispositivo PSoC è programmato attraverso una testa ISSP (In-System Serial Programming) che contiene i pin di programmazione SCL e SDA, di alimentazione e di massa. Il PC host si collega alla scheda di rilevamento capacitivo attraverso un connettore DB9.

Misura delle prestazioni

Nelle figure 7 e 8 sono riportate le prestazioni misurate relative al sistema di rilevamento capacitivo. I conteggi del sensore sono stati acquisiti sul PC host attraverso un programma di emulazione del terminale ed elaborati mediante uno spreadsheet.

Per la misura delle prestazioni è sufficiente accostare un dito al foglio acrilico. La superficie di tocco è separata dai pattern del sensore conduttivi da uno strato acrilico non conduttivo. Il dito è posto dapprima sopra il pattern di inchiostro a base d'argento, quindi

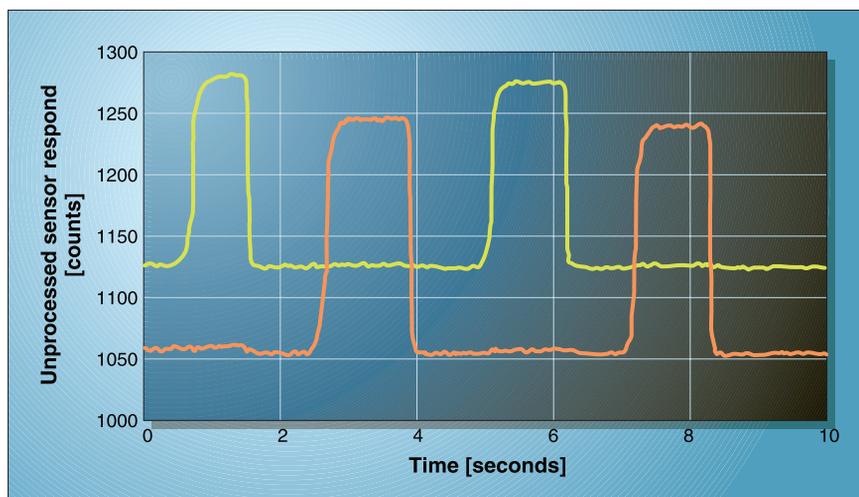


Fig. 7 – Dati non elaborati relativi ai due sensori con rivestimento acrilico dello spessore di 3 mm. Le tracce superiori sono inerenti al sensore realizzato con inchiostro a base d'argento, mentre quelle inferiori sono relative al sensore realizzato mediante mastro di rame

viene sollevato e posto sul pattern formato dal nastro di rame. La sequenza di test è ripetuta una seconda volta. I dati relativi al sensore non sottoposti a elaborazione sono visibili in figura 7, mentre gli stati di ON/OFF del sensore sono riportati in figura 8.

La risposta del sistema passa in maniera ben definita tra gli stati senza richiedere l'eliminazione del rimbalzo.

Sia il nastro di rame sia l'inchiostro a base d'argento hanno fornito ottimi risultati.

Il sistema di rilevamento prototipale ha conseguito un elevato valore del rapporto segnale/rumore grazie alle prestazioni del modulo utente CSD. Se si vuole modificare il piazzamento o la dimensione dei sensori, le variazioni possono essere apportate in tempi brevi e con estrema facilità. È sufficiente rimuovere il nastro o l'inchiostro che si desidera cambiare e successivamente riapplicare. Questa tecnica relativa all'applicazione dei sensori a una superficie è adatta alla realizzazione di dispositivi prototipali, spesso richiesti nelle fasi iniziali dello sviluppo di un prodotto.

Cypress Semiconductor
 readerservice.it n. 15

Bibliografia

[1] Application Note AN2394, "CapSense Best Practices", Cypress Semiconductor

