Détection par déflection : les touches tactiles capacitives avec des faces avant métalliques

Par Darren Wenn, Microchip Technology

Les écrans tactiles et les interfaces avec touches tactiles se sont rapidement arrogés la pole position comme mode de saisie manuelle dans une vaste variété d'applications, poussés dans une grande mesure par le succès de produits portables tels que l'iPhone et l'iPad d'Apple. Les interfaces tactiles ont mis longtemps avant d'être plébiscites en électronique grand public. Avant d'en arriver là, il a fallu déployer une grande diversité de technologies de détection et beaucoup d'ingéniosité pour résoudre les problèmes et ce, pendant de nombreuses années. La croissance explosive actuelle des produits à saisie tactile est due principalement aux critiques formulées par les consommateurs. Désormais, les consommateurs eux même louent la supériorité des technologies tactiles sur les résistives.

Les touches capacitives ont beaucoup d'avantages. Elles consomment peu, sont bon marché, simples à mettre en œuvre, mécaniquement fiables. De plus, elles laissent toute latitude aux concepteurs de produits que ce soit en terme de forme et de placement des boutons, de commandes linéaires (glissières), et des autres formats de contrôle qui sont désormais omniprésents. En fait, il y a une pléthore d'approches de détection capacitive pour les concepteurs qui choisissent de se différencier au niveau des techniques qu'ils emploient, et cette différenciation permet à leurs vendeurs respectifs de déposer des brevets sur chacune.

Dans tous les cas, cependant, la nature "d'effets de champs" du contact capacitive impose encore quelques limites, quelle que soient les détails de l'implémentation. Les systèmes à touches capacitives standards ne fonctionnent normalement pas à travers le métal – ils nécessitent un logiciel spécial qui permet de traiter les signaux issus du détecteur qui doit fonctionner dans des environnements avec du bruit rayonnant et/ou conduit. C'est loin d'être un élément facile quand le paradigme de l'interface tactile évolue au-delà du contexte "gadget cool" pour viser des applications à mission critique tels que le contrôle industriel ou le médical. Les autres limitations des technologies capacitives incluent la capacité de détection correcte d'une touche en présence d'eau ou autres contenants, ou si des gants (et plus spécialement des gants protecteurs épais) sont portés. Le fait que l'emplacement du bouton soit seulement matérialisé par un dessin peut poser un problème pour les utilisateurs malvoyants qui ne peuvent lire que le Braille.

Détection de flexion du panneau
Une nouvelle technique qui adapte des techniques éprouvées de détection avec une construction simple et novatrice, fait fi de toutes ces limitations et sans compromettre la consommation ou la simplicité de conception. Avec l'approche Metal Over Cap, tous les circuits sont dissimulés pour plus de sécurité derrière un panneau – habituellement, le propre panneau avant du produit- ainsi la sensibilité du contact est conservée tout en immunisant le produit contre les erreurs de détection de saisie.

Dans un système capacitif traditionnel, l'utilisateur change la capacité d'un condensateur en plaçant son doigt à proximité du capteur. Le doigt de l'utilisateur fait parti du bouton de détection capacitif, tous deux forment alors la seconde électrode du condensateur, ou change les propriétés diélectriques près d'un circuit à deux électrode existant. Le changement de capacité est détecté par diverses techniques de circuit : par exemple, une méthode élémentaire consiste au niveau du condensateur de détection à générer la fréquence d'un oscillateur, la modification de la capacité décale la fréquence d'une quantité mesurable.

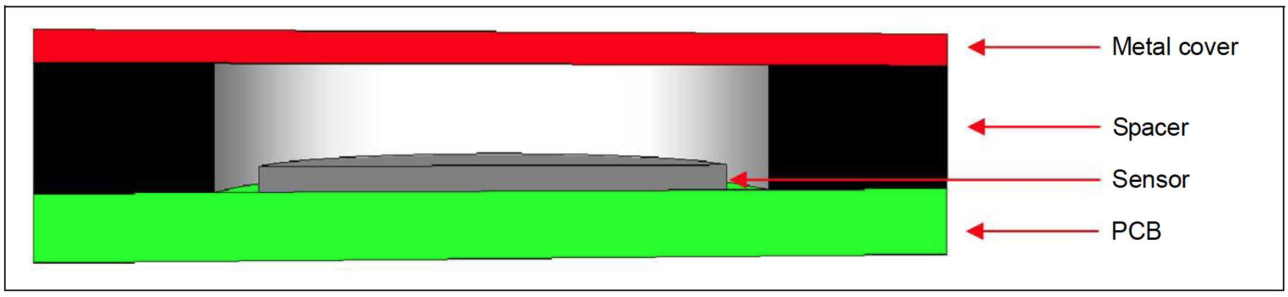


Figure 1A

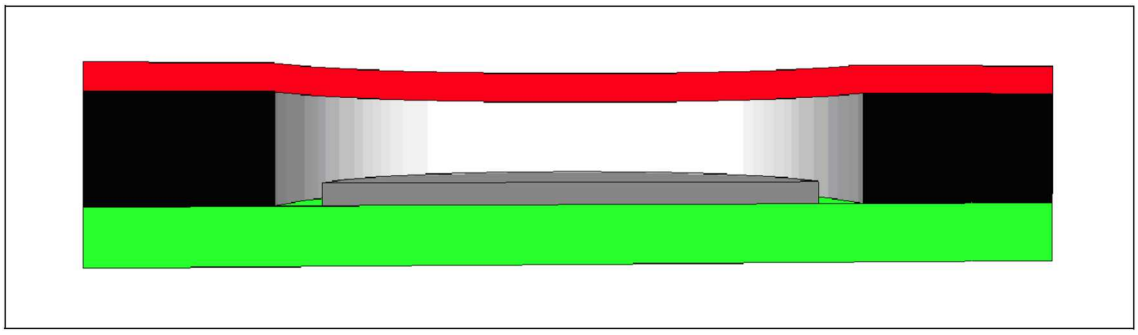
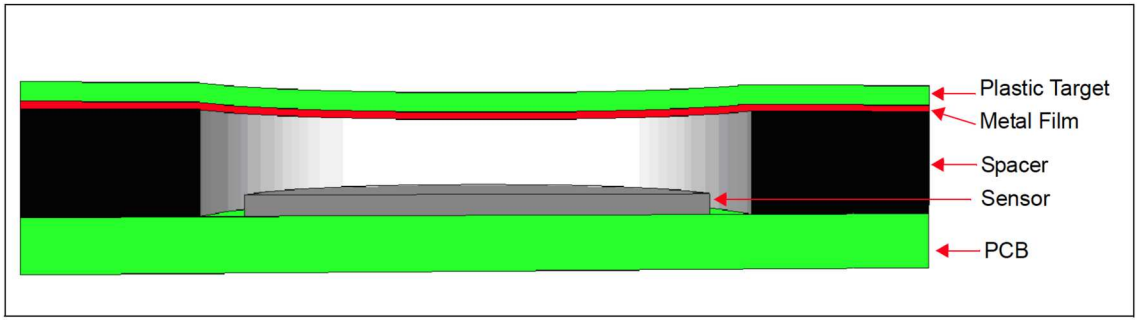


Figure 1B

Contrairement aux dispositifs qui utilisent l'effleurement du doigt directement comme un électrode de condensateur, le système tactile Metal Over Cap utilise une cible conductrice, placée au dessus des détecteurs tactiles capacitifs, pour former la seconde électrode de condensateurs. Quand un utilisateur exerce une pression sur la cible (panneau), la déformation résultante sur la cible la rapproche du détecteur capacitif. En pratique, la conception exige un changement de l'écart entre les électrodes du condensateur - la variation de la capacité est inversement proportionnelle à la distance entre les électrodes – de 6% voire plus. Ce changement de capacité est mesuré par un microcontrôleur. La Figure 1A montre une construction basique d'un montage métal typique sur un détecteur de touche tactile capacitif. Quant à la Figure 1B, elle dépeint la déformation due à la pression exercée par le doigt de l'utilisateur.



La Figure 1C décrit une autre alternative. Cette configuration emploie une cible métallisée collée sur l'arrière de la façade en plastique. La cible dans cette configuration peut être soit une feuille mince de métal collée à l'arrière de la face plastique, soit un métallisation ou un revêtement de métal sur la feuille plastifiée. Dans cette configuration, la cible en métal réalisera toujours la même fonction électrique qu'un système à face en métal, se seront donc les caractéristiques physiques du plastique qui seront déterminantes pour la déviation mécanique due à la pression exercée par l'utilisateur.

Une conception réussie d'un dispositif Metal Over Cap, ainsi que la sélection appropriée des

matériaux et des dimensions, implique l'équilibrage d'un certain nombres de facteurs. Le matériau dans lequel le panneau est fabriqué doit être fin et souple pour se déformer sous une pression légère ou un appui. Cependant, la configuration reste sensible aux infimes déformations physiques, elle répond donc à cet impératif. Le matériel devra être "à mémoire de forme" et se déformer uniquement dans sa limite d'élasticité, jusqu'à la pression prévue appliquée à son maximum, ensuite elle reprend sa forme initiale "plate" au relâchement de la pression. Les autres considérations à prendre en compte sont : la taille des boutons (ou d'autres objets de commande) et leurs espacements, le système adhésif utilisé pour coller la couche cible et celle d'entretoise sur le circuit imprimé (PCB), et la finesse de la couche d'entretoise. L'espacement entre les boutons est important afin de réduire au minimum le mouvement des capteurs adjacents à celui sélectionné.

La taille, l'espacement et la disposition des boutons sont importants pour minimiser la flexion du panneau sur les capteurs adjacents à celui qui est pressé. En effet, dans une application où les mains sont gantées, l'appui n'est pas toujours centré sur la cible. Les facteurs qui influent sur l'interactivité des boutons sont : l'élasticité du matériau ciblé, et l'adhésion de l'adhésif servant à coller la cible sur l'entretoise. Si la cible est trop raide et l'adhésif trop élastique, une force appliquée sur le bouton soulèvera la cible au dessus du capteur B. Une règle de contrainte pratique à retenir pour la conception de panneau : l'espace entre les boutons doit être au moins égal à un tiers ou une demi fois le diamètre des dits boutons. Enfin, l'éventail très large de matériaux qui sont utilisables pour les couches du panneau et de l'entretoise, permet aux concepteurs de travailler en étroite collaboration avec le fabricant d'adhésifs pour choisir le système approprié.

De même la conception d'une couche d'entretoise est aussi à prendre en considération. Le concepteur tente d'atteindre une certaine souplesse dans la couche cible ou le panneau, tout en évitant tout mouvement sur la carte PCB portant les plaques où sont fixés les condensateurs. En plus de conserver la distance exigée, la couche d'entretoise doit être rigide. Pour cela, le PCB FR4, ou d'autres film non-déformables, peuvent effectuer cette tâche.

Conception électrique

La détection de la variation d'une capacité peut faire appel à de nombreuses techniques similaires à celles utilisées dans d'autres architectures à touches tactiles capacitives. Microchip propose deux systèmes, tous deux fonctionnant très bien avec la construction Metal Over Cap. Dans l'approche Division de la tension capacitive (CVD), la capacité du détecteur est connectée en parallèle avec le condensateur échantillonneur/teneur (sample-and-hold) du convertisseur analogique/digital. Le changement entre l'appui et le relâchement sur le condensateur fait apparaître un décalage de la tension à l'entrée du convertisseur A/N et ce dernier est converti en valeur numérique. La technique CTMU, unité de mesure de temps de charge ou Time Measurement Unit, utilise une source à intensité constante et mesure la capacité via sa courbe charge/décharge. Dans tous les cas, un logiciel complet est disponible pour incorporer le codage du microcontrôleur.

Les deux techniques de détection engendrent un décalage de 60-100 unités en 12-14 bits, pour un changement de capacité de 6%. C'est suffisant pour détecter distinctement le contact tactile. Néanmoins, une attention particulière doit être portée lors de la conception du système pour réduire à la fois le bruit mécanique et le bruit électrique. La mise à la masse du courant alternatif et continu de la couche cible, le contrôle du circuit PCB de détection, un routage consciencieux des connexions, et une bonne sélection des condensateurs, auront pour conséquence une conception robuste.

Conclusion

L'association panneau déformable/couche cible, basse consommation et simplicité de détection d'une touche capacitive crée une puissante combinaison. Les défis associés au fonctionnement en présence d'eau ou de bruit sont éliminés. L'effet de déclenchement à proximité est remplacé par une

mise en marche répondant aux spécifications exactes du concepteur. Et cerise sur le gâteau, le système garde le fonctionnement basse consommation des touches capacitives.