

# KAPACITÍV ÉRINTÉSVEZÉRLÉS

Az okostelefonok és a tabletek elterjedése mindenki számára magától értetődővé és megszokottá tette az érintésvezérlést, ami az elektronika egyre több területén készíti a fejlesztőket a mechanikus felhasználói interfészek (kapcsolók, nyomógombok) elektronikus változattal való kiváltására, így kerülve el a kopásból, anyagfáradásból eredő meghibásodásokat és kihasználva a technológia által nyújtott innovatív gesztusvezérlésben rejlő lehetőségeket. Távirányítóknak, háztartási gépeknek, kaputelefonoknak, szórakoztatóelektronikában mind gyakrabban találkozunk ilyen ember-gép interfész megoldásokkal, melyek a kapacitív érintésvezérlés-technológia segítségével egyszerűen megvalósíthatók. További előnye ennek a technológiának a készülék számára a környezeti hatásokkal (víz, por stb.) szembeni magasabb ellenállóság biztosítása, hiszen általában nincs szükség a készülékház megbontására. Cikkünkben áttekintjük a kapacitív érintés- és közelítésérzékelés fizikai alapjait és megvalósítási lehetőségeit

Általánosan felfedezhető trend, hogy a mikrokontroller-gyártók manapság felruhazzák eszközeiket alapszintű érintésvezérlési funkciókkal, melyek lehetővé teszik külön áramkörök illesztése nélkül az egyszerű érintőgombok, alap-gesztusvezérlés integrálását a végtermékbe. Ezek a megoldások általában tökéletesen alkalmasak arra, hogy a mechanikus kapcsolókat, forgógombokat és csúszkákat korszerű kapacitív érintésvezérlésre cserélje a konstruktor, azonban pontos pozícionálást igénylő feladatokra, illetve extrém elvárások (fán, vastag üvegen keresztüli vezérlés) esetén már erre a célra fejlesztett professzionálisabb megoldások alkalmazása kívánatos. Ilyen use-case például a számítógépek vagy távvezérlők érintőpadja, a korszerű sütők, konyhai gépek kezelőszervei vagy a bútorba integrált érintőkapcsoló világa.

Ezekre a feladatokra kiválóan alkalmazható, nagy érzékenységgű innovatív

megoldást nyújt az Azoteq cég, melynek szabadalmait neves mikrokontroller-gyártók is alkalmazzák.

## A kapacitív érzékelés alapjai

A kapacitív szenzorok olyan vezetőfelületek, melyek kapacitása az emberi test, kéz vagy ujj közelítésének, érintésének hatására megváltozik. Ez a kapacitás lehet két mérőelektróda közötti kölcsönös kapacitás, vagy egy elektróda és a föld közötti saját kapacitás.

A bekövetkező kapacitásváltozás mértéke nagyon kicsi, érintés esetén 10 pF, közvetlen közelség esetén 1 pF, közelítés esetén mindössze 0,05–0,1 pF nagyságrendbe esik, melynek detektálására vagy egy mikrokontroller A/D konverterét és megfelelő szoftverkönyvtárat vagy dedikált érintésvezőt használhatunk. Az érzékelésben használt módszerek a következők lehetnek:

### ■ RC érzékelési elv

(RC acquisition principle)

A kapacitás adott ellenálláson keresztül történő töltési és kisütési idejének változásán alapul. Amikor az elektródát megérintik, ez az idő megnő, és a változás mérése alkalmas az érintés detektálására. Mikrokontrollerek beépített érintésvezérlési funkcióinál sok esetben találkozhatunk ezzel az elvvel, szoftveres úton történő idő, és feszültségmérés (GPIO A/D konverter) szükséges hozzá.

### ■ Töltésátviteli-érzékelési elv

(Charge transfer acquisition principle)

A szenzorkapacitásban tárolt töltés egy detektáló kondenzátorba való impulzusszerű átvitelén alapuló módszer. A mintavételező kondenzátor feszültségének egy adott határértékre emelkedéséhez szükséges töltésátviteli periódusok számából következtethetünk az elektróda kapacitására. Amikor az elektródát megérintik, annak kapacitása nő, nagyobb töltés tárolására lesz képes, ezáltal kevesebb töltési ciklus szükséges a mintavételező kondenzátor adott feszültségre való töltéséhez. Ez a módszer szintén elterjedt mikrokontrollerbe integrált érintésvezérlések esetén, ahol feszültségmérésre a kontroller analóg GPIO (A/D konverter) bemeneteit használhatjuk.

### ■ ProxSense™ – saját kapacitásmérési elv

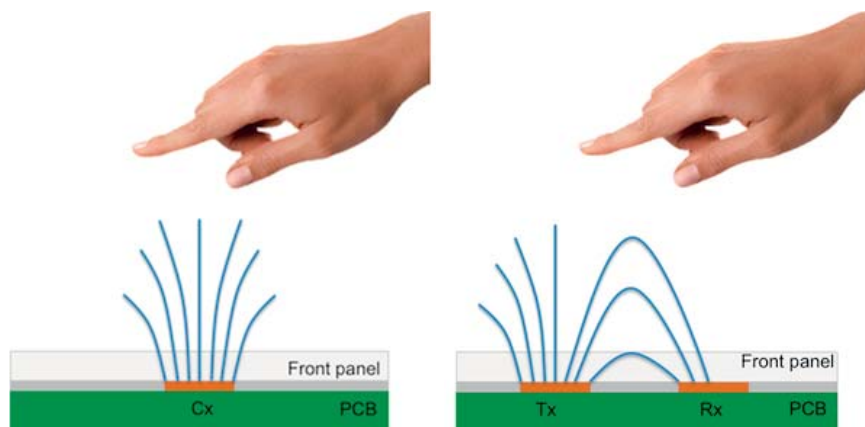
(Surface ProxSense™ acquisition principle)

Működési elvét tekintve megegyezik az előző módszerrel, de a teljes érzékelést dedikált hardver végzi, ami különlegesen nagy érzékenység elérését teszi lehetővé.

### ■ ProxSense™ – kölcsönös kapacitásmérési elv (Projected ProxSense™ acquisition principle)

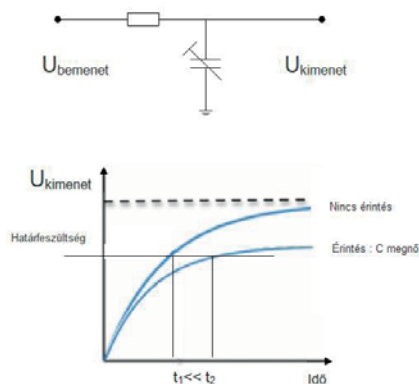
A módszer egy meghajtott és egy vevőelektróda közötti kapacitásban tárolt töltés mérésén alapul, melyet a töltéstranszfer elvéhez hasonlóan itt is mintavételező kondenzátor segítségével detektálunk. A közelítő ujj változtatja az elektródák közötti szigetelés dielektromos állandóját, ezáltal csökkentve köztük a kapacitást. Az eredmény a mintavételező kondenzátor hosszabb töltési ideje (több töltési ciklus,) mely alkalmas az ujj jelenlétének detektálására.

A ProxSense™ márkanév az Endrich által 2018-tól képviselt dél-afrikai hightech vállalat, az Azoteq (Pty) Ltd tulajdona.



A saját és a kölcsönös kapacitás

## Egyszerű, RC-elvű érintésérzékelés mikrokontrollerrel

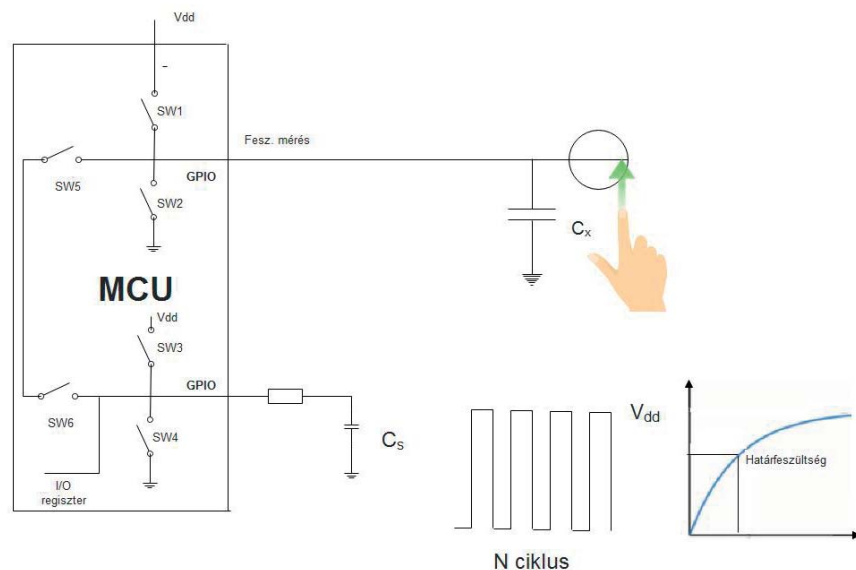
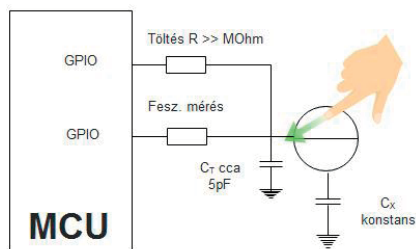


A legegyszerűbb, RC-elvű érintőgomb-megoldást mikrokontrollerrel és szoftveres időméréssel lehet megvalósítani. Amikor nem érintjük meg az elektródát, akkor annak kapacitása állandó ( $C_X$ ), az R-C tag beállított határfeszültségre való feltöltődéséhez szükséges idő  $t_1$ . Új érintésekor a  $C_T$  kapacitás párhuzamosan kapcsolódik az elektróda kapacitáshoz, így az eredő kapacitásérték kb. 5 pF-dal megemelkedik ( $C = C_X + C_T$ ), a határfeszültség eléréséhez szükséges töltési/kisülési idő  $t_2$  lesz. A mérés során a táplálás felfutásakor induló timer méri a töltési időt addig, amíg az érzékelőlábon a feszültség eléri a küszöbértéket. A mérés elvégzésére köny-

nyen konfigurálható szoftverkönyvtárak állnak rendelkezésre. Az olcsó és egyszerű felépítés mellett a megoldás csak stabil földelés mellett üzembiztos.

## Töltéstranszfer-elvű érintésérzékelés mikrokontrollerrel

A töltéstranszfer-elv lényege a fenti ábrán követhető nyomon. A mikrokontroller analóg GPIO-lábához kapcsolt érintőelektróda néhány 10 pF kapacitást képvisel ( $C_X$  – szenzorkapacitás). Az egyik kijelölt GPIO-hoz egy ennél több nagyságrenddel kisebb mintavételező kondenzátort kapcsolunk ( $C_S$  sampling kapacitás). A  $C_X$  kapacitás  $V_{dd}$ -re töltődik az SW1 bekapcsolásával, majd az ábrán látható logikai kapcsolók (SW5 és SW6) megfelelő szekvenciával való kapcsolásával töltésének egy része periodikusan átkerül a  $C_S$  kondenzátorba, melynek kimeneti feszültsége, melyet a GPIO port A/D átalakítóján keresztül a mikrokontroller mér, alapállapotban N ilyen ciklus után éri el a kijelölt határfeszültséget. Amennyiben a szenzor érintést érzékel, annak kapacitása megemelkedik, több töltést tárol, emiatt egységidő alatt több töltést is tud átáramoltatni a  $C_S$  kondenzátorba. Annak kimeneti feszültsége sokkal hamarabb ( $n < N$  periódus alatt) éri el a határfeszültséget. A  $C_S$  kondenzátor feszültségét mérve és a töltéstranszfer-periódusokat számlálva az érintés a mikrokontrollerrel így könnyen detektálható. Az SW1, SW2, SW3 és SW4 logikai kapcsolók a kondenzátorok teljes feltöltését és kisütését végezhetik egy jól definiált alapállapot beállításához, míg a töltéstranszfer-t az SW5&SW6 végzik.



## Izolált AC/DC tápegység modul

Kompakt, kedvező árú és sokoldalú megoldást kínál az új Mornsun LDE/LHE AC/DC konverter sorozat.

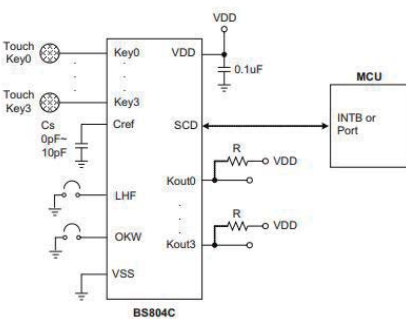
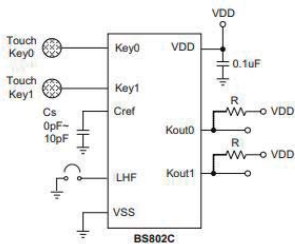
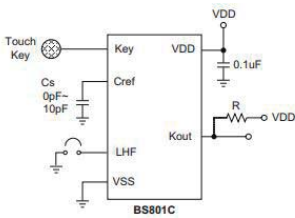
- 85 VAC - 264 VAC bemeneti feszültség-tartomány
- 2,3 W - 25 W teljesítmény
- 4000 VAC szigetelési feszültség
- -40 °C - +70 °C ...+85 °C működési hőmérséklettartomány
- MTBF>300.000 óra, kimeneti rövidzár-, túlfeszültség- és túláramvédelem



Hasonló elven működnek és egy fokkal magasabb integrálhatóságot biztosítanak a mikrokontrolleres rendszerek számára a kimondottan érintésérzékelési feladatra kifejlesztett célkontrollerek is, mint például a Holtek BS8xx-sorozata.

Ezek az eszközök már egy sor olyan funkcióval is rendelkeznek, amelyek nagyobb megbízhatósággal ruházzák fel az applikációt még nehezebb környezeti feltételek mellett is, minimalizálják az energiafogyasztást, és kis külső komponensigényű megoldást nyújtanak a host-mikrokontroller számára.

A sorozat fejlettebb tagjai soros kommunikációra is képesek, és dekódolt formában adják vissza az érintőgombok állapotjelzéseit. Ugyanezen az interfészen keresztül az MCU parancsokat is tud küldeni a touch controller számára, például kalibrálás során.



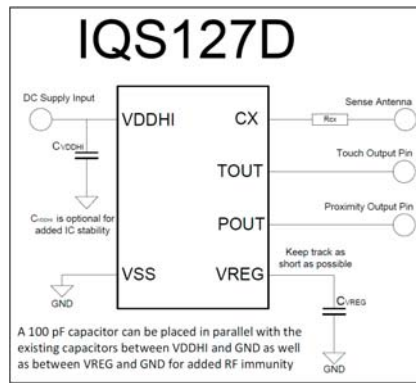
### Azoteq ProxSense™ elvű érintésvezérlő kontrollerek

Magyarországon az Azoteq név nem tartozik az széleskörűen ismert márkanevek közé, bár az általuk 2004 óta folyamatosan fejlesztett kapacitív közelítés- és érintésérzékelő megoldások számos, itthon is kapható eszközben megtalálhatóak. ProxSense™ technológiájuk felhasználva a világon a legérzékenyebb érintésvezérlőket

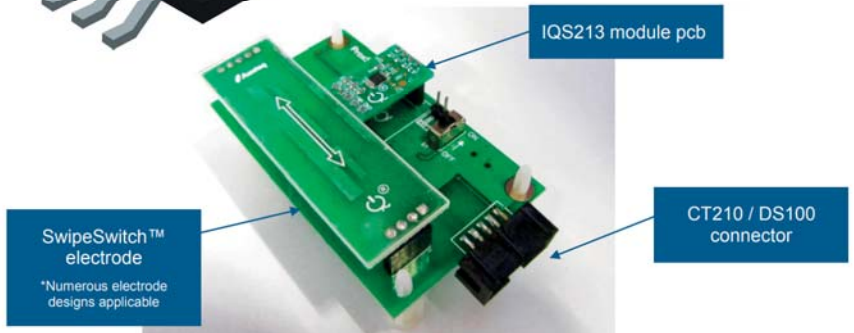
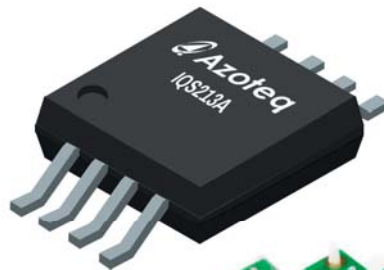
kínálják, amelyek képesek akár 100 atto Farad ( $10^{-16}$  F) kapacitásváltozás érzékelésére is, miközben a jel-zaj viszony 1000:1. Ez 100-szoros érzékenység- és 30-szoros jel-zaj-viszony-növekedést jelent a korábbi technológiákkal szemben.

### Kétszintű érzékelés

Ez a különleges érzékenység az egyszerű érintőkapcsolóknál jóval összetettebb eszközök készítését teszi lehetővé. A leg-egyszerűbb egycsatornás, sajátkapacitás-érzékelők is kétlépcsős érzékelésre alkalmasak.



Miközben közelítünk az elektródához, először a közelítésérkelő (Proximity Output Pin) jelez, ami például automatikus megvilágításra használható, majd az érintéskor egy másik kimenet (Touch Output Pin) aktiválódik, mely a kívánt vezérlést végzi. Többcsatornás változatokban a közelítésérzékelés használható a vezérlő, vagy akár az egész eszköz kis fogyasztású alvó állapotból való felélesztésére is, mivel az érzékelők felprogramozhatóak úgy, hogy csak a közelítésérzékelő csatorna működjön, ezáltal csökkentve a rendszer fogyasztását.

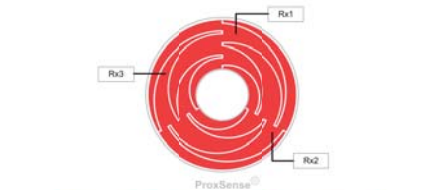


### Simítókapcsoló (Swipe Switch)

Három érzékelőelektrodát egymás mellé téve egyszerű gesztusvezérlőt tudunk megvalósítani, ami egy adott irányú simítást érzékelve kapcsol. Ez a működés közben tartott eszközöknél is lehetővé teszi az érintésvezérlés megvalósítását, mivel az egyszerű tartást és a kétirányú simítást képes egymástól megkülönböztetni.

### Kerék és csúszka: folyamatos vezérlés (Wheel and Slider)

A többcsatornás kapacitásmérésen alapuló ProxSense™ eszközök a folyamatos vezérlést is lehetővé teszik. Ha az érzékelők az ábrán látható módon helyezkednek el, az elektrodákon érzékelt kapacitásváltozások arányából a vezérlőbe integrált mikrokontroller kiszámítja a kerék- vagy csúszkapozíciót, amelynek abszolút értéke vagy változása numerikus értékkel kiolvasható.



Háromcsatornás, sajátkapacitás-mérési elvű kerék- és csúszkaérzékelők



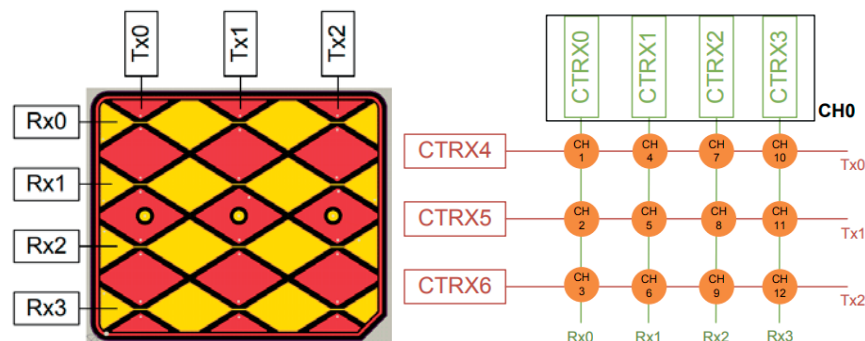
Kétszatornás, sajátkapacitás-mérési elvű kerék- és csúszkaérzékelők



Az ilyen eszközök széles körben használhatók funkcióválasztásra (pl. mosógép-program) vagy folyamatos szabályzásra (hangerő, fényerő). Az Azoteq 3, 7, 9, 12, 16 vagy többcsatornás vezérlői rugalmasan programozhatóak, a csatornák feloszthatók diszkrét gombok, közelítésérzékelő, csúszkák és kör alakú érzékelőcsoportokra, melyek akár saját kapacitás, akár kölcsönös kapacitás elvén működhetnek.

### Érintőbillentyűzet, érintőpad-és gesztuspadvezérlők (Keypad, Trackpad, Gesture pad)

A 7 ... 16 csatornás vezérlőkben megfelelő számú csatorna áll rendelkezésre billentyűzetvezérlő, illetve érintőpad-és gesztuspadvezérlő alkalmazásokhoz. Ha a vezérlő kölcsönös kapacitás-elven működik és az elektródák mátrixszerű mintázatban vannak elhelyezve, az érzékelési pontok száma a sorok és oszlopok szorzata. Az aktuális érintési pozíciókat a meghajtó (Tx) elektródák léptetésével és a vevő (Rx)-elektródák szkennelésével lehet letagatni.



### Érintőpad (trackpad)-érzékelő elrendezés

Az éritést végző emberi ujj felülete több szomszédos csatornára hat, a ProxSense eljárás nagy érzékenységéből adódóan az ezek közötti súlyozott átlagból az elektródasűrűségnél nagyobb érintési pontosság határozható meg, ami lépcsőzetességmentes mozdulatkövetést biztosít. A vezérlők



Érintőpad és gomb egy felületen

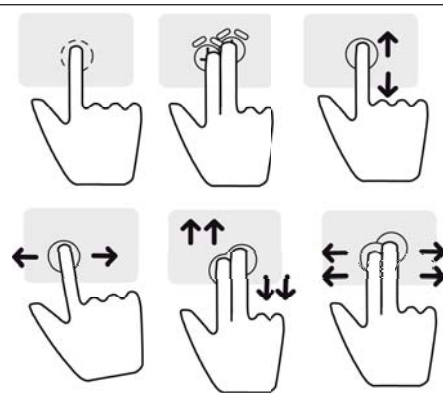
ben egy- és kétujjas gesztusfelismerés működik, ami kiválóan használható kreatív mozdulatvezérléses felhasználói interfész megvalósítására, emellett egyes pozíciókba akár dedikált érintőgombokat is lehet helyezni.

#### Egyujjas gesztusok:

- Simítás előre – Következő
- Simítás hátra – Előző
- Simítás fel – Hangosítás
- Simítás le – Halkítás
- Rövid érintés (tap) – Play/Pause
- Megérintés és tartás

#### Kétujjas gesztusok:

- Csíptetőmozdulat kicsinyítés (Pinch & Zoom)
- Kétujjas görgetés
- Kétujjas seprés
- Kétujjas, rövid érintés



Az Azoteq vezérlői által azonosított gesztusok

Az Azoteq partnerei részére nemcsak a vezérlő IC-ket, hanem változatos alakú és tulajdonságú, professzionális gesztusérzékelő és touchpad modulokat is kínál, legyen szükség akár merev vagy hajlékony felület-



re, billentyűzetmintára, vagy az érzékelőbe integrált visszajelző fények beépítésére. Ugyancsak megtalálhatóak a választékban a kész érintőpadmodulok.



### Érzékelés nagy vastagságú fa- vagy üvegfelület mögött

Az Azoteq IC-k érzékenysége lehetővé teszi az akár 11 mm vastag szigetelőanyagon (fán vagy üvegen) keresztül történő érzékelést. Ez a képesség nagy felbontással és

### Kapacitív érzékelés fémfelületen vagy vizes környezetben

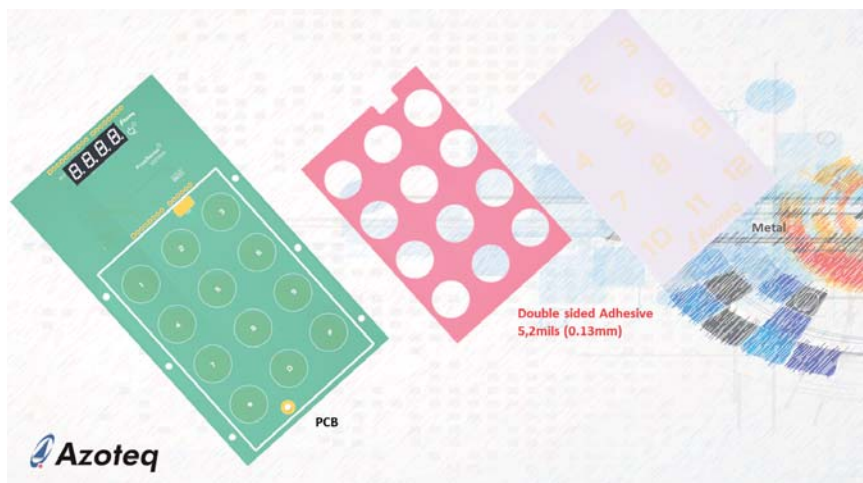
Vezetőfelületen keresztül természetesen nem lehetséges kapacitív érzékelés, viszont lehetséges olyan struktúra létrehozása, ahol egy fémfelület minimális nyomás alkalmazásával bekövetkező alakváltozással létrejövő kapacitásváltozás az érintésvezérléshez hasonló módon vezérlésre használható.

Ha az érzékelőelektródákat tartalmazó PCB elé egy vékony (0,13 mm), szilárd, kétoldalas ragasztóanyagot (szigetelőt), majd az elé egy vékony (<0,1 mm), rozsdamentes acéllemezt vagy egy, a belső oldalán vezetőpasztával bevont műanyag lemezt (<0,3 mm) ragasztunk, az elektródák és a lemez között kapacitás jön létre.

Ez a kapacitás minimális erő (<100 g) hatására olyan mértékben változik meg, hogy az biztosan detektálható az Azoteq integrált áramköreivel. Az ilyen érintőfelületek vandálbiztos és csapadéknak kitett környezetben is használhatók, akár kaputelefonokban vagy zuhanykabinban való alkalmazásuk is lehetséges.

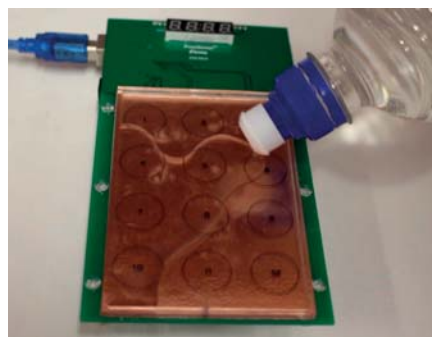
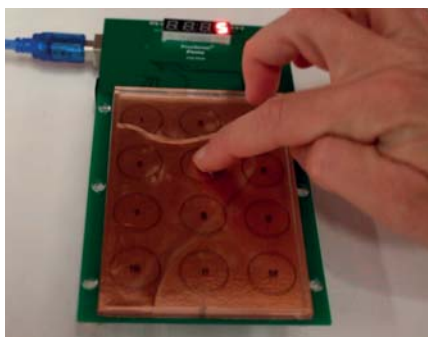
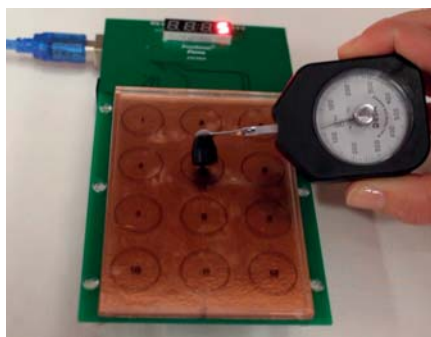
## Támogatás

Az érzékelőelektródák tervezése a fejlesztőmérnököktől nagy figyelmet és tapasztalatot kíván. Az Endrich céggel együttműködve Európában az Azoteq széles körben támogatja partnerei tervezési tevékenységét referenciadizájn, konzultáció vagy kész tervek véleményezése terén. A vezérlők között egyszer programozható és újra-programozható változatok is szerepelnek.



Az egyszeri költség és minimális darabonkénti árért cserébe az Azoteq az ügyfelei által tesztelt beállításokat beprogramozva tudja szállítani az áramköröket.

Az Endrich és az Azoteq 2018 óta működik együtt. Érdeklődő partnereinket kérjük, keressék az Endrich GmbH budapesti képviselőjét!



VERESEGYHÁZY ZSOLT, ÜZLETFEJLESZTÉSI ÉS ÉRTÉKESÍTŐMÉRŐNK  
KISS ZOLTÁN, EXPORTIGAZGATÓ

ENDRICH BAUELEMENTE VERTRIEBS GMBH  
WWW.ENDRICH.HU

# BICS FLASH-ALAPÚ UFS MEMÓRIAMEGOLDÁSOK

A Toshiba Memory America bejelentette, hogy elkezdte a járműipari kvalifikációs, Automotive UFS JEDEC Version 2.1 beágyazott memóriáinak mintaszállítását. A Toshiba Automotive Universal Flash Storage (UFS) memóriamegoldásainak működési hőmérséklet-tartománya -40 ... 105 °C, megfelelnek az AEC-Q100 Grade2 követelményeknek, és kielégítik az új generációs járműipari alkalmazások megbízhatósági követelményeit. A kezdeti kínálatban 32, 64, 128 és 256 GiB kapacitású változatok lesznek megtalálhatók, a beágyazott jelleget pedig az ugyanazon tokba integrált BiCS FLASH 3D flash-memória és -memória-vezérlő igazolja.

Az UFS szabványú memóriák számos szolgáltatást nyújtanak a gépjárműipari alkalmazások számára, beleértve a Refresh (frissítés), Thermal Control (termikus szabályozás), vagy Extended Diagnosis (kiterjesztett diagnosztika)

funkciókat. A Refresh-funkcióval az UFS-memóriában tárolt adatok frissíthetők, amely kiterjeszti a memóriában tárolt adatok elérhetőségét. A Thermal Control-funkció különleges esetekben megakadályozza az eszköz túlmelegedését, amely (járműipari alkalmazásokról lévén szó!) bizonyos esetekben előfordulhat. Végezetül, az Extended Diagnosis-funkció részletes betekintést nyújt az eszköz állapotába.

### A Toshiba új memóriájának legfőbb előnyei:

- kiterjesztett működési hőmérséklet-tartomány a járműipari alkalmazások követelményeinek megfelelően: -40 ... 105 °C,
- megbízhatósági tesztek az AEC-Q100 Grade2 előírásoknak megfelelően,
- memóriakapacitás: 32, 64, 128, 256 GiB,
- támogatott gépjármű-elektronikai alkalmazások: fedélzeti szórakoztatás,



információs rendszerek, új generációs vezetéstámogató rendszerek stb.,

- továbbfejlesztett olvasási és írási teljesítmény (például a 256 GiB kapacitású eszköz esetében az olvasás 6%-kal, az írás 33%-kal haladja meg az előző generációs eszközök teljesítményét),
- gépjárműipar-specifikus szolgáltatások támogatása (pl. Refresh, Thermal Control, Extended Diagnosis stb.).

WWW.BUSINESS.TOSHIBA-MEMORY.COM