

Szemelvények az ABS-elektronikák fejlődéséből

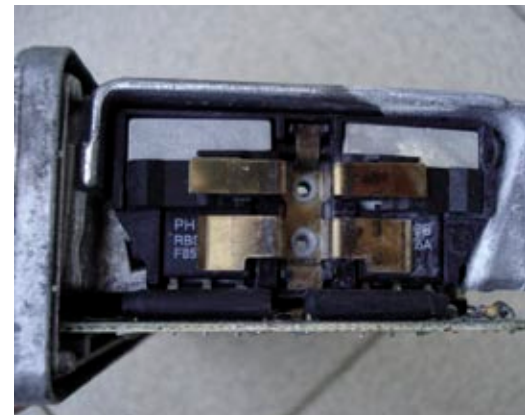
Az alábbiakban néhány, egymástól jelentősen eltérő korú ABS-elektronika felépítését elemezzük.

Észrevesszük ezen elektronikák fejlődéstörténetét, kialakításbeli változásait, áttekintést adva, hogy miként váltak azok egyre kompaktabbá, és a különböző gyártók azonos műszaki feladatot milyen egymástól eltérő műszaki megoldásokkal oldottak meg.

Ismert tény, hogy kezdetben az ABS-elektronikák az utastérben kaptak elhelyezést (BOSCH 2S, 2E és TEVES II, IV rendszereknél). A későbbiekben a csatlakozók és vezetékek számának csökkentése, ezzel a megbízhatóság növelése miatt az elektronikák az ABS-hidraulikaegységre, a motortérbe költöztek. (Bosch 2EH és Teves MK IV Gi változatoktól kezdődően.) Az elektronikai áramkörök működésük során szükségszerűen hőt termelnek, ebből adódik az elektronikák veszteségi hőteljesítménye. A folyamatos miniatürizáció okán ez a hő egyre szűkebb térben keletkezik. A hőség az érzékeny elektronika egyik legádázabb ellensége, félvezetőkre érvényes az a szabály, hogy a környeze-

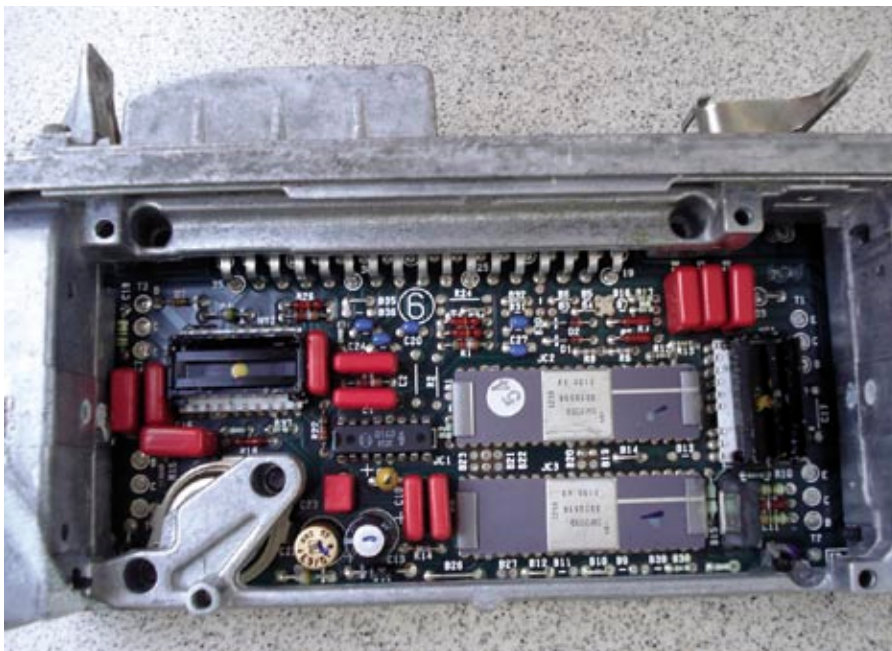
ti hőmérséklet 10 °C-kal való emelkedése felére csökkenti ezek élettartamát. Vegyük észre, hogy egyre nagyobb teljesítményű processzorok hőtermelésén kívül az újabb ABS-elektronikákon már az elektromágneses szelepek és a hidraulikaszivattyú árama is átfolyik! Az elektronikák redundáns felépítése azonban nem változott alapvetően, azaz a két mikroprocesszor mindegyike feldolgozza a szenzoroktól jövő információkat, elvégzi a logikai és matematikai műveleteket, és egymás eredményeit kölcsönösen ellenőrzik. Hibás működéskor az elektronika kikapcsol.

Az 1. ábrán egy Opel Rekordban használt Bosch 2S elektronika belső felépítése látható. Ilyen jellegű áramköri panelkiala-

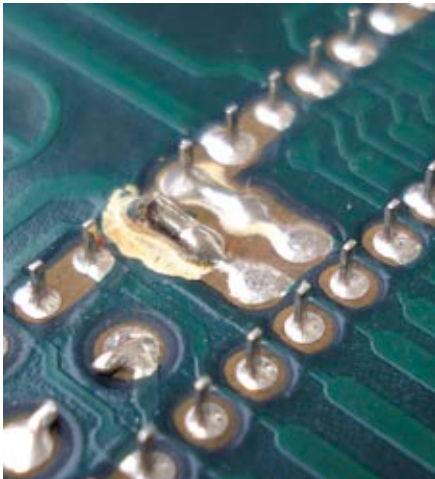


2. ábra: a bipoláris kapcsolótranszisztorok beépítése

kítások a nyolcvanas évek elején voltak jellemzőek. A panel két oldalt fóliázott, furatszerelt alkatrészekkel egy oldalon beültetett hullámforgasztott kártya. A panel két oldala közötti villamos kapcsolatot fémzett (galvánózott) furatok biztosítják. Felületszerelt alkatrészeket ekkoriban még nem alkalmaztak. Az furatszerelt alkatrészeket javításkor még kézi forrasztással ki lehetett forrasztani, ennek egyedüli gátja az alkatrész kereskedelmi forgalomban való elérhetősége volt. Az alkalmazott forrasztanyag tipikusan eutektikus összetételű ón-ólom volt. A nyomtatott huzalozású lemez anyaga FR4-es, ami annyit jelent, hogy üvegszállal megerősített epoxigyanta tartalmú. Jelenleg széles körben használnak ilyen anyagú lemezeket az elektronikai iparban. Ennél a panelnél még csak 2 vezetősáv található (2 rétegű panel), a jelenleg futó alkalmazásoknál, ahol FR4-es panelt használnak, már 4-6 rétegű a nyomtatott huzalozású lemez. Az elektromágne-



1. ábra: Bosch 2S elektronika belső felépítése



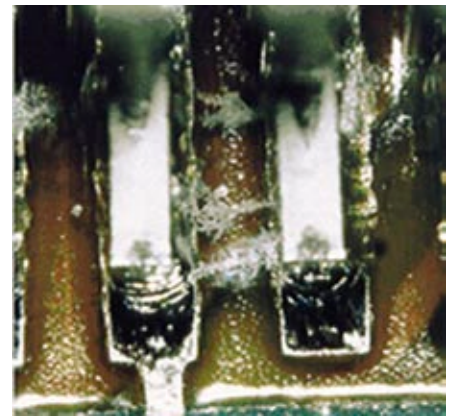
3. ábra: folyasztószerből adódó maradványanyagok a panelen

ses szelepek áramát vezérlő tranzisztorok a hőterhelés miatt az alumíniumöntvényre vannak rögzítve (2. ábra). 2 darab feltehetően Intel 8051 alapú kerámiatokozású mikrokontroller is látható az áramkörben. A kerámiatokozást, a műanyag helyett nagyobb hőmérséklet-igénybevétel esetén alkalmaznak. Ezeket a kontrollereket, tipikusan a gyárban programozták fel. A példaként ismertetett panel egyes alkatrészain világosan láthatóak a Siemens és Bosch logók. Jellemzően ilyen alkatrészek kereskedelmi forgalomba nem kerültek ki. Ilyen céláramkörök találhatóak a jelfeldolgozást végző hibrid áramkörökben is, melyek itt még szintén furatszereltek és az 1. ábrán a narancssárga jelzőfestékekkel megjelölve láthatóak. Az egyes alkatrészek tetején látható festékpontok, vonalak jelzik, hogy az adott alkatrészek átmentek az egyes gyártásközi áramköri teszteken. A különböző elektronikáknál általánosan elterjedt a bevonatolás, más néven conformal coating – amikor is az egész panelt bevonják egy nedvességet át nem eresztő lakk- vagy műgyanta bevonattal – hiányzik az áramkörrel. Könnyen belátható hogy miért, hiszen ezen elektronikák annak idején víztől, szélsőséges időjárási körülményektől elzárt helyen az utastérben kerültek elhelyezésre. A szélsőséges időjárási igénybevételeknek kitett elektronikákat, ha nem látnánk el bevonatokkal, akkor az elektronikában lévő levegő páratartalma kicsapódhat, így a különböző feszültségeken lévő kivezetések között elektrolitot képez. Ha ebben az esetben fémionok vannak, jön pl. az anód-

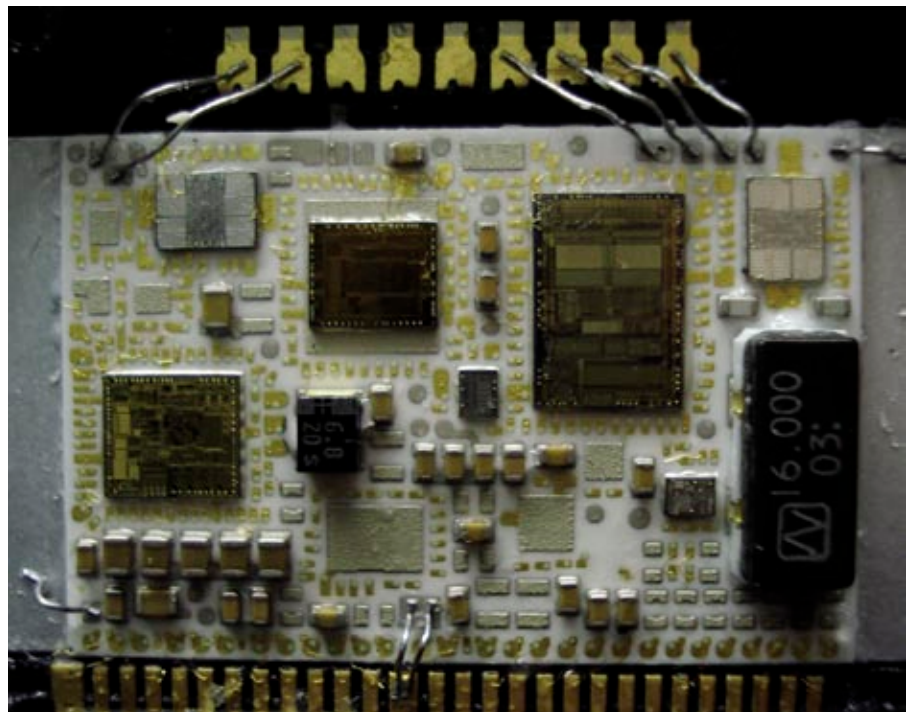
ból kioldódva, akkor ezek a katódon kiválnak. Így egy dendrites, fás szerkezet jön létre, mely tovább növekedve rövidre tudja zárni az adott áramkört (3. ábra). A bemutatott áramköri kártya ugyan gépi forrasztású, de az egyes furatszerelt áramkörök még kézzel kerültek behelyezésre a forrasztás előtt. Magán az áramköri kártyán még a gyártás végén elkövetett kézi javítók forrasztás nyomait is fel lehet fedezni. A 4. ábrán látható, hogy a kézförasztás után a panelen a folyasztószerből visszamaradt maradványanyagok idővel „megmárták” a panelt. Ilyen jellegű gyári utójavítást, ma már csak alacsonyabb prioritású, kevésbé kritikus áramköröknél találhatunk. Egyértelműen ma már utólagos javítást nem engedő gyártástechnológiával gyártják az ABS, ESP vagy akár a légszák-elektronikákat (Hiba nélküli gyártás.).

A 5. ábrán egy Smartba beépített 5.3-as sorozatú ESP-elektronika látható. Itt már integrált áramköröket is tartalmazó hibrid elektronikával találkozunk. (A BOSCH a 2EH rendszertől kezdődően ilyen kivitelű ECU-val szereli a ABS és ESP rendszereit.) Ilyen áramköröknél a szigetelő alapú áramköri hordozók az elemek összekötésére szolgáló vezetékminiatúrat, a passzív elemeket (ellenállás, kondenzátor, tekerecs) és diszkrét formában beépített aktív elemeket

(dióda, tranzisztor), továbbá integrált áramköröket is tartalmaznak, ezért ezeket az áramköröket integrált hibrideknek nevezzük. Az ilyen kerámiahordozójú áramkörök méretváltozása a hőmérséklet hatására minimális, és nagy hőigénybevételeket is elviselnek. Az alkatrészek hőtermelés miatt ezeket a kerámialapokat alumíniumlemezzre rögzítik. Ennél a hordozónál az egyes alkatrészek cseréjére nincs lehetőség. Ilyen áramköröknél a kerámiahordozó, többnyire aranybevonatú kivezetéseit mikrohuval kötésekkel kapcsolják össze a többi áramkörrel, vagy akár a csatlakozó kivezetésekkel. A



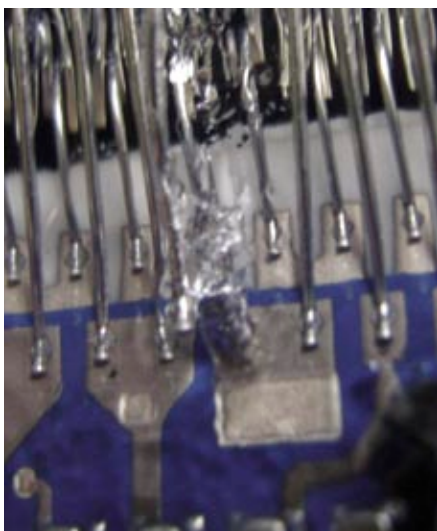
4. ábra: az elektrokémiai ionvándorlás eredménye



5. ábra: integrált hibrid áramkör felépítése

mikrohuzalkötés során két áramvezető felületet kötünk össze egy vékony (10–500µm) vastagságú fémhuzal segítségével. A mikrohuzalkötésre, más néven „bondolás”-ra alapvetően a gyakorlatban kétféle huzalt, aranyat vagy alumíniumot használnak. Az esetek jó részében ultrahangos kötéssel alakítják ki a mikrohuzalkötést. Ultrahangos kötésnél az egymással szembeni felületek transzverzális rezgőmozgásának segítségével, súrlódás közben jön létre a kötés. Emiatt viszonylag kis nyomóerőt kell kifejteni, elérhető a felületi oxidréteg eltörése és a felületek egyenetlenségeinek megszüntetése. A gyakorlati tapasztalatok alapján az elektronikahibák egy része ezen huzalkötések kontakthibáit okozza (6. ábra). Érdemes megjegyezni, hogy egy ilyen kötésnél, például 250 mikrométeres vastagságú alumíniumhuzal esetén, akár 300–360 gramm húzóerő esetén sem szakad el a huzal! Azaz akár egy csipesszel is ellenőrizhető a kötés biztos kontaktsága. Már amennyiben sikerrel távolítottuk el az elektronika fedelét, mivel a gyártók ezeket az elektronikákat, szinte bombabiztosan a műanyag vagy fémfedelel lerögzítve gyártják, és az áramkört már az előzőekben említett bevonatokkal látják el.

A 7. ábrán egy Temic által gyártott MK60-as ESP áramköri panel látható. Ennél a kivételnél a már ismertetett többrétegű FR4-es nyomtatott huzalozású lemezt alkalmazták. A megfelelő hűtés miatt a panel túloldalára 5 mm vastag alumíniumlapot ragasztottak, sőt az egyik processzor alján

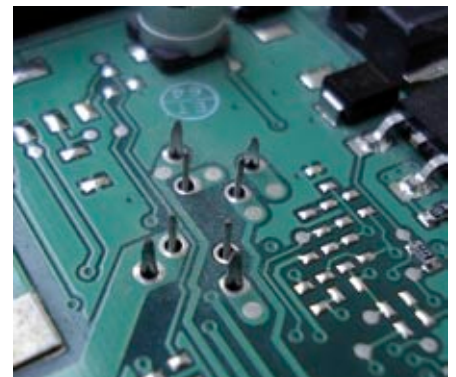


6. ábra: felemelkedett mikrohuzalkötés
(Forrás: Góczán Tamás)



7. ábra: MK60-as ESP-elektronika belső felépítése

egy további hőátadó felület lett kialakítva, ami az áramköri kártyára van forrasztva. A mágnesszelepek tekercei kivételével az összes áramköri elem felületszerelt, azaz csak fémezett kivezetésekkel rendelkeznek, amelyeket a panel forrasztási felületeire forrasztottak. Az áramkörben alkalmazott az elektromágneses szelepeket és a szivattyút kapcsoló tranzisztorok térvezérlésűek (FET-ek). A FET-ek számos előnnyel rendelkeznek a bipoláris tranzisztorokhoz képest, többek között a gyors nyitás, zárás elhanyagolható vezérlési teljesítménnyel, míg a bipoláris tranzisztorok átkapcsolása rövid idő alatt csak komoly teljesítménnyel végezhető el. Ma már egyre elterjedtebben, alkalmazzák az úgynevezett „press-fit” technológiát, amikor is az alkatrészlabákat egyszerűen besajtolják a panel fémezett furataiba. Így ahogyan az alkatrészlabák alakváltozást szenvednek, voltaképpen hideghegesztés jön létre. Ilyen kötés látható a 8. ábrán, melyen látható a tekerecs alkatrészlabáinak lándzsahegy formájú kialakítása. Mivel ez az elektronika az ESP-hidraulikaegységre szerelt, ezért szintén roncsolásmentesen nem bontható fedéllel zárják le az elektronika házát és műgyanta bevonattal látják el a panelt. A régebbi kialakítású Temic elektronikánál (MK20) lehet találkozni elpattant forraszkötésekkel a hidraulikaszivattyú csatlakozásánál, mely az



8. ábra: besajtolt tekercskivezetések

egyres elemek eltérő hőágulásából adódó igénybevétel miatt jött létre. Ezt a hibát a későbbi elektronikáknál már kiküszöbölték, mivel a mostani kiviteleknel már villás, flexibilis csatlakozással valósítják meg a villamos kapcsolatot. Ugyan az elektronikai gyártóiparban 2006. július 1-je után tiltott az ólomtartalmú forrasztóanyagok használata, de az autóipar a kivételek közé tartozik. Így ugyan egyes komfort- és motorvezérlő elektronikáknál alkalmaznak ólommentes forrasztóanyagokat, de ezek még az ABS-és ESP-elektronikáknál nem terjedtek el. Remélhetőleg a fenti ismeretek segítettek egy kissé eligazodni a jelenlegi elektronikai konstrukciókban. Várlék hasznára.

BÓDI BÉLA