MŰEGYETEM 1782

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

SZENZOROK ALKALMAZÁSOKBAN

SZENZOROK GÉPJÁRMŰVEKBEN

Géczy Attila, Schön András
gattila@ett.bme.hu

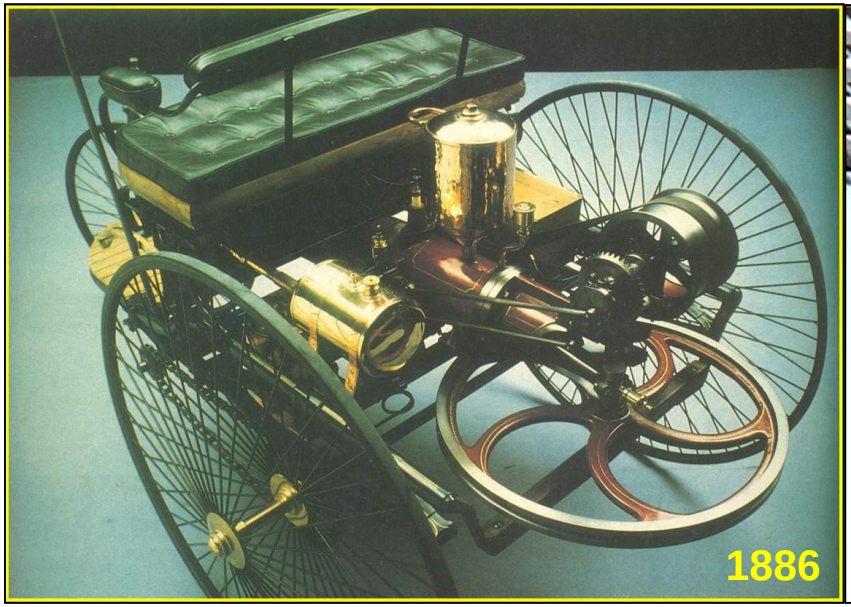
Utoljára módosítva: 2017.03.08.

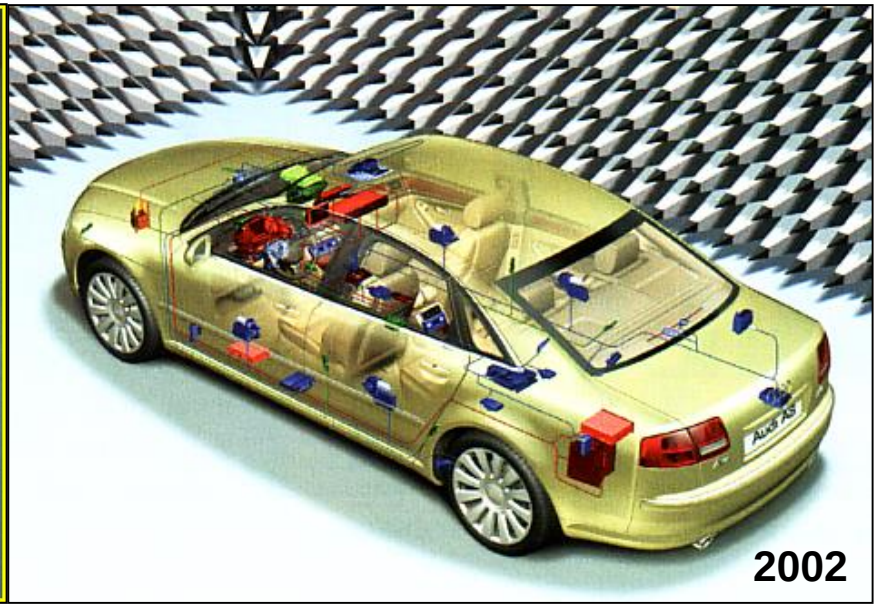
Ajánlott irodalom: BOSCH – Szenzorok a gépjárművekben
Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft., 2008.

BMEETT
ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA TANSZÉK

BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS
DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

A GÉPJÁRMŰ ÉS AZ ELEKTRONIKUS RENDSZEREK





Teljesen mechanikus működésű, elektromos gyújtás.

Számtalan elektromos/elektronikus, és elektronikusan vezérelt hidraulikus rendszer, valamint szenzor melyek csökkentik a:

- a károsanyag kibocsátást
- az üzemanyag fogyasztást

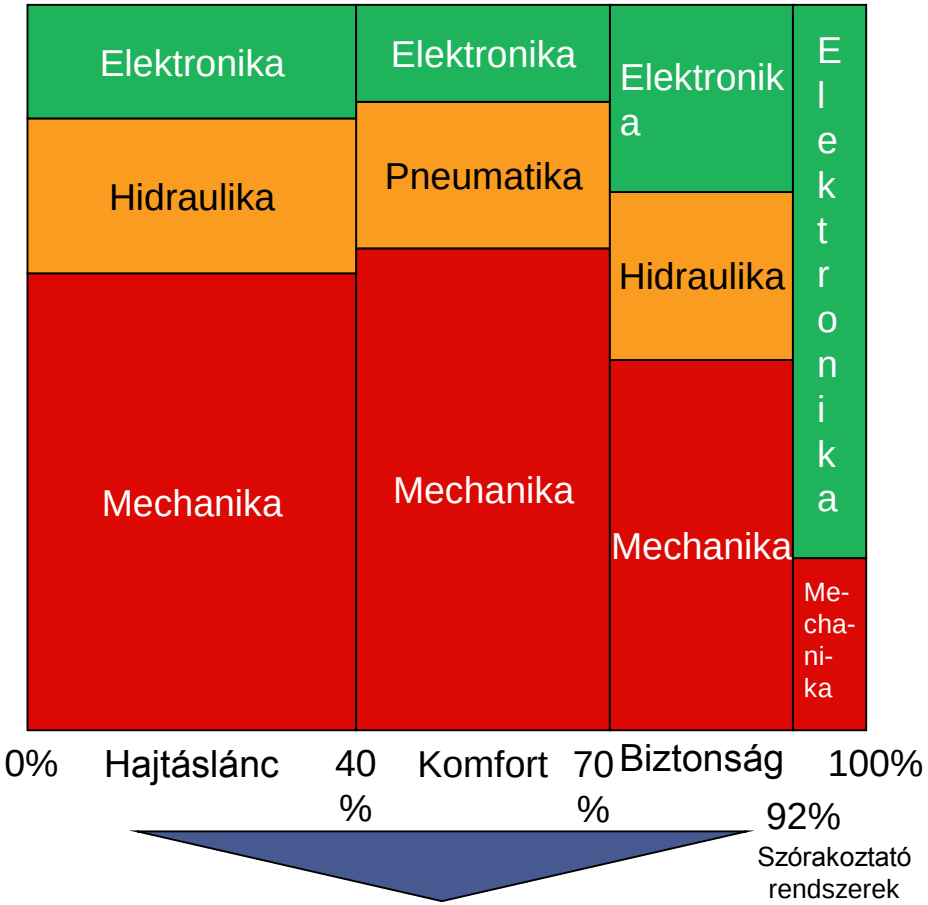
növelik:

- a biztonságot (aktív és passzív biztonság)
- a kényelmet
- a használati értéket (multimédiás rendszerek, telematika)

Forrás: MERZER

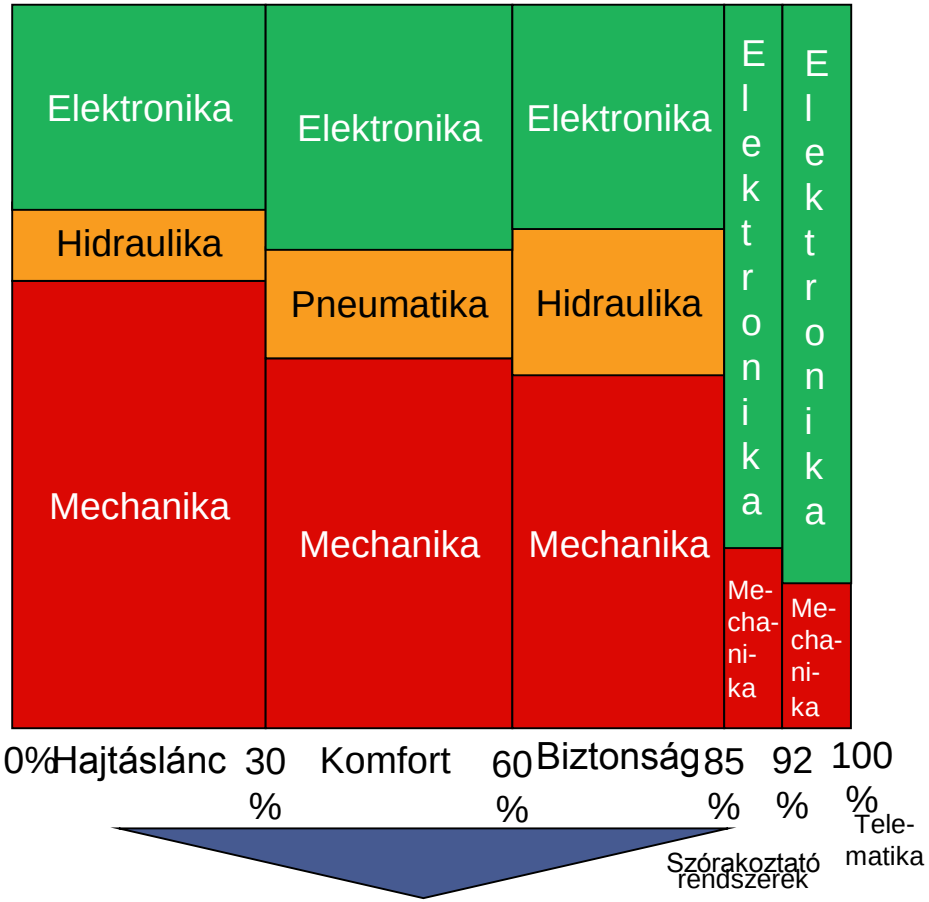
Az autóelektronika megduplázza piaci részesedését

Gépkocsi 2000 (10200 €)



Elektromos és elektronikus rendszerek részaránya kb. 2250 € (22%)
OEM piac ~ 123 milliárd €

Gépkocsi 2010 (11000 €)

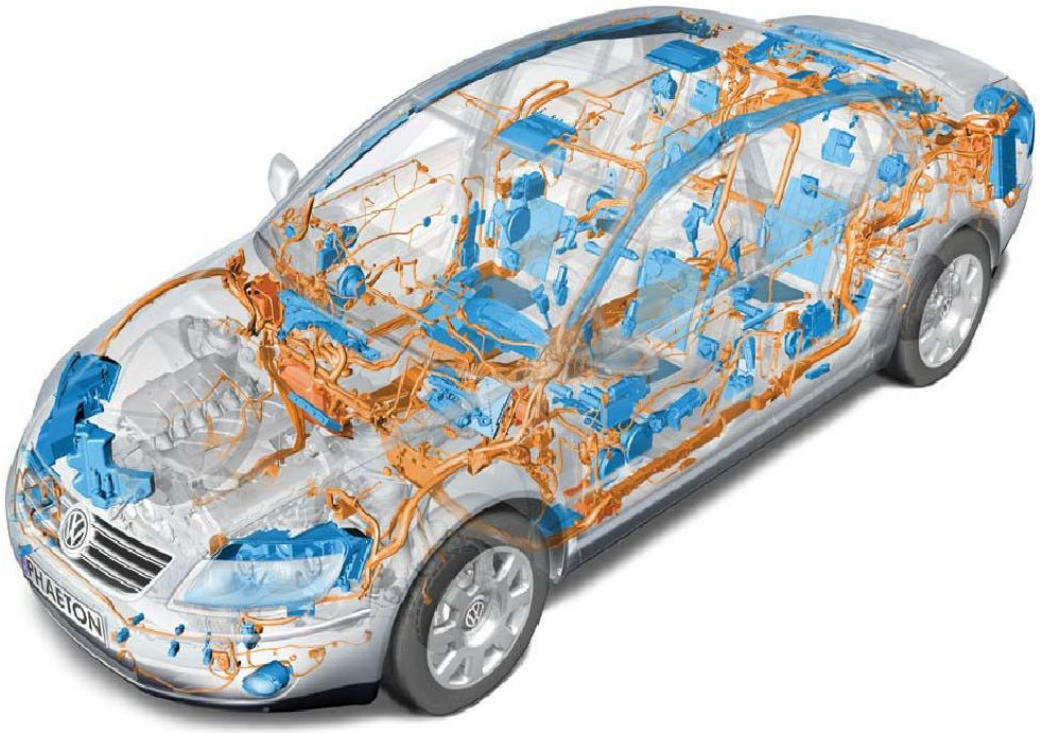


Elektronikus rendszerek részaránya kb. 3850 € (35%)
OEM piac ~ 270 milliárd €

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

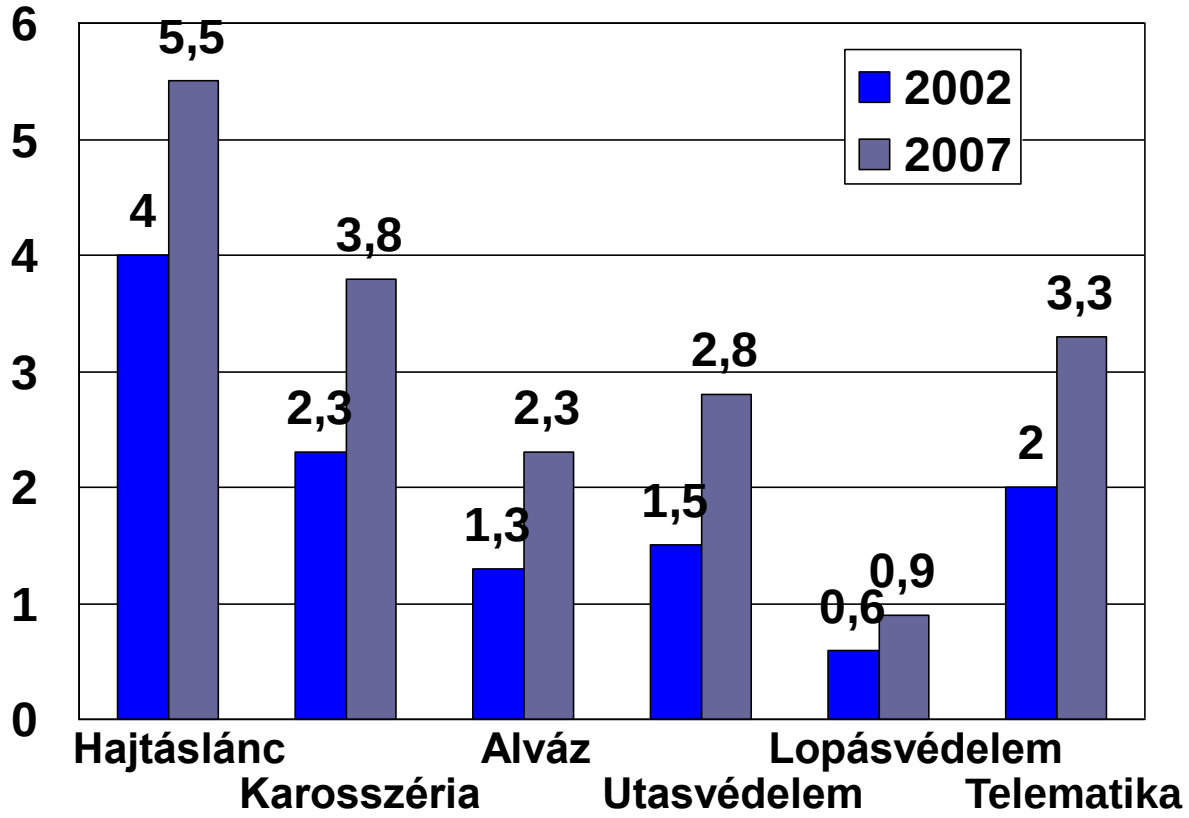
MODERN GÉPJÁRMŰ ELEKTROMOS HÁLÓZATA

- 11.136 elektromos alkatrész
- 61 vezérlőegység (ECU)
- 3 CAN busz
  - 35 vezérlőegység
  - Kb. 2500 jel
  - 250 CAN üzenet
- Optikai busz



WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

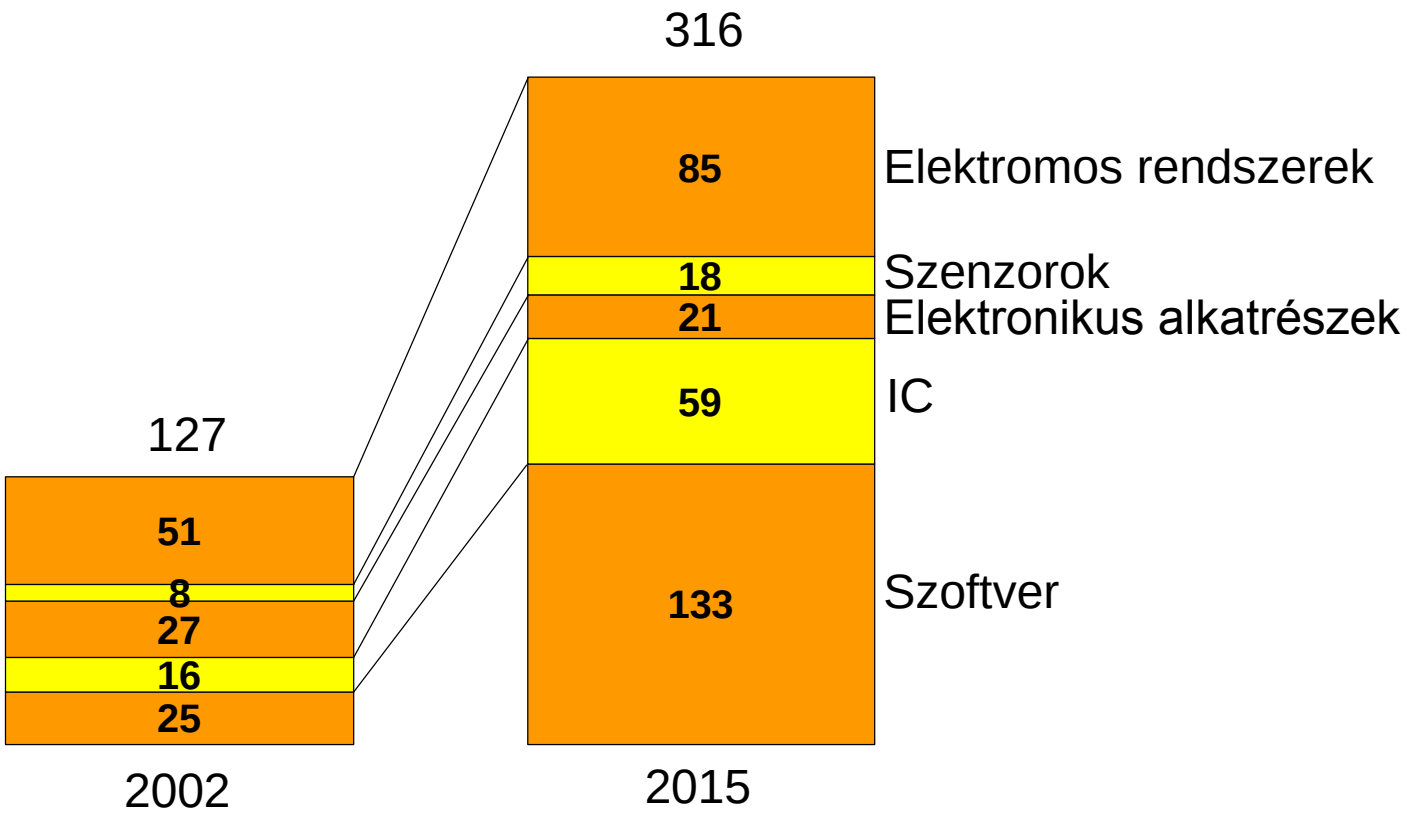
MIKROELEKTRONIKA RÉSZARÁNYA



Forrás: Automotive 2004/1-2

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

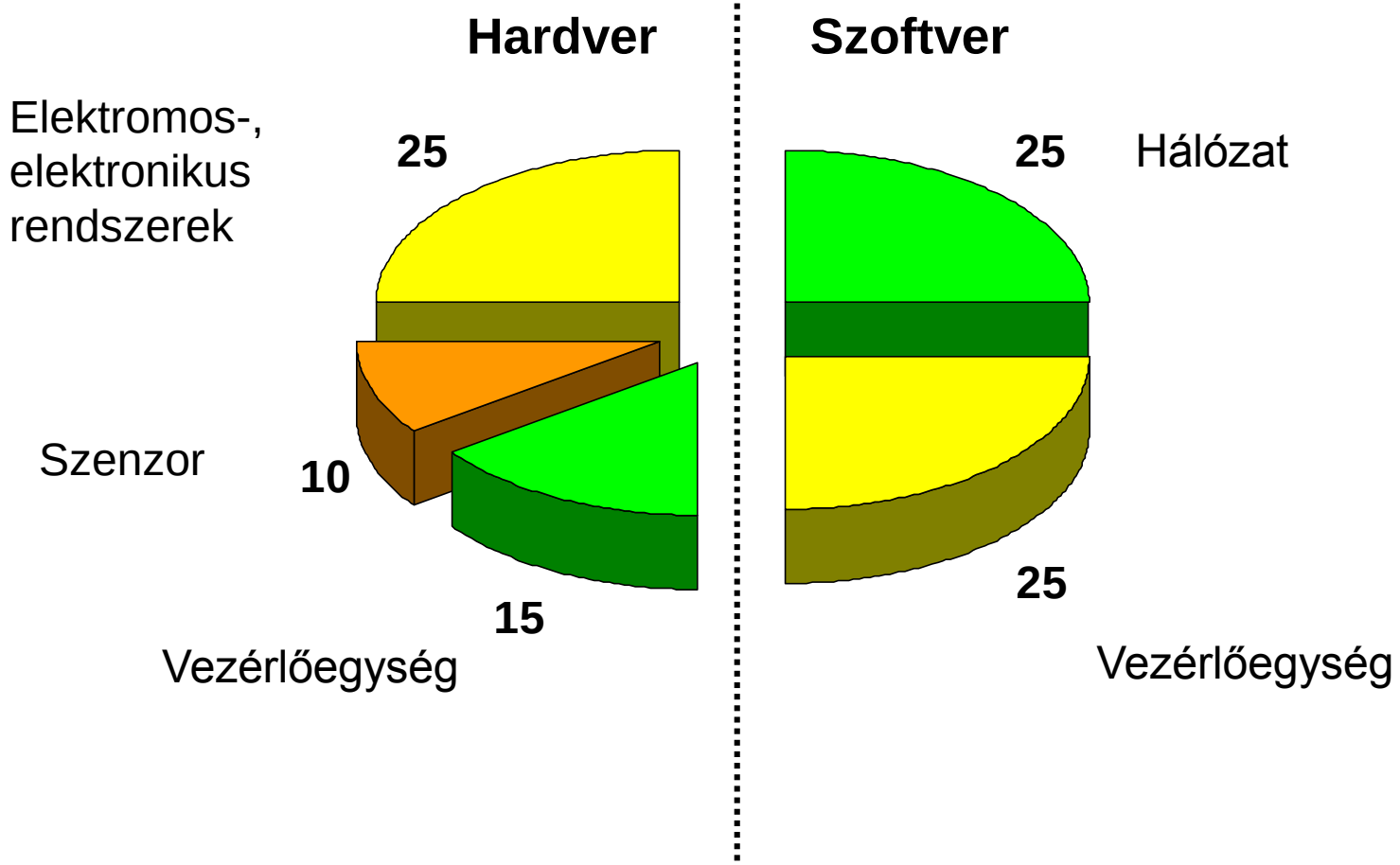
ELEKTROMOS-, ELEKTRONIKUS RENDSZEREK PIACI VOLUMENE (MILLIÁRD €)



Forrás: Mercer, Fraunhofer Gesellschaft, Bosch

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

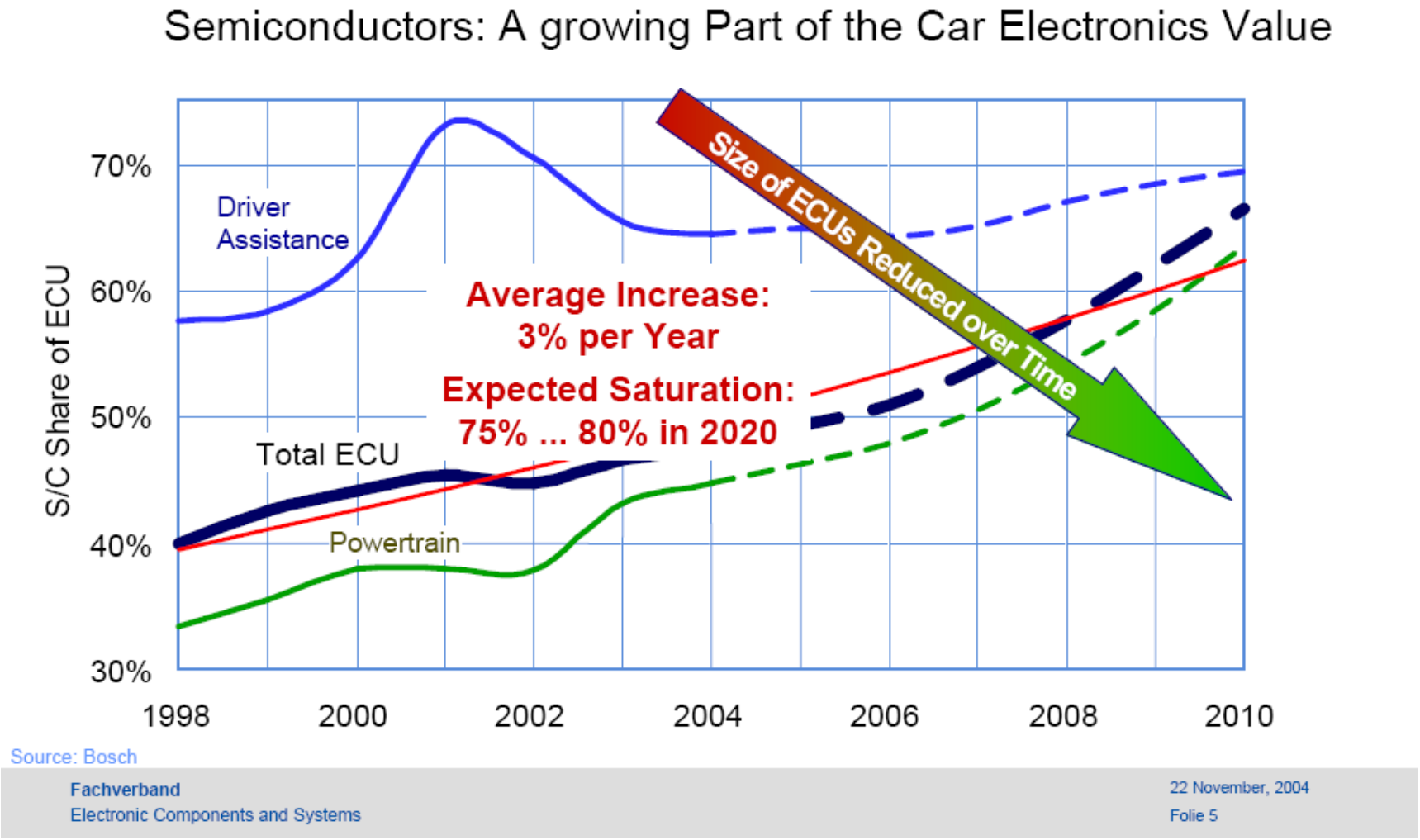
ELEKTROMOS-, ELEKTRONIKUS RENDSZEREK MEGHIBÁSODÁSAINAK MEGOSZLÁSA



Forrás: McKinsey

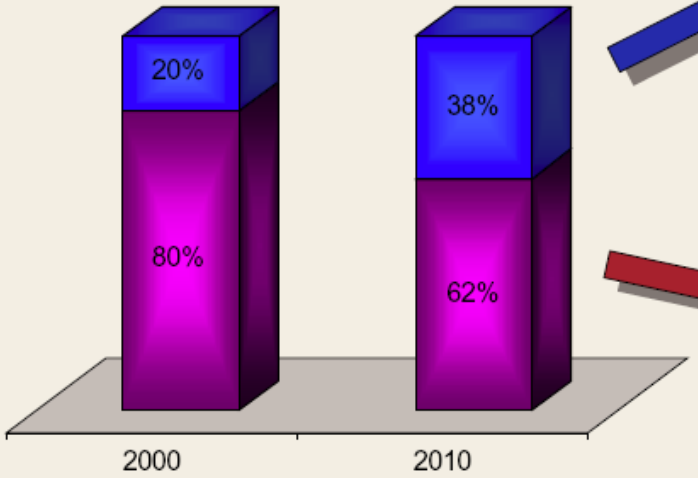
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TRENDEK ÉS JÖVŐKÉP



WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TRENDEK ÉS JÖVŐKÉP



Prognose Software in 2010

- Wertanteil steigt von 20% auf 38%
- Gesamtmarkt ca. 100 Mrd. € gegenüber 25 Mrd. € in 2000
- Wert pro Fahrzeug ca. 1.500 €

Prognose Hardware in 2010

- Wertanteil fällt von 80% auf 62%
- Gesamtmarkt ca. 170 Mrd. €
- Wert pro Fahrzeug ca. 2.400 €

Derzeit sind Lizenzkosten eher die Ausnahme im Automobil. In erster Näherung stellt die Prognose für Software den zu erwartenden Entwicklungsaufwand dar.

5 BetzJu1/PBE-1SW/DE/20050301/ZVEI

Confidential.The Contents may only be passed on, used or made known with our express permission. All rights reserved.

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TRENDEK ÉS JÖVŐKÉP

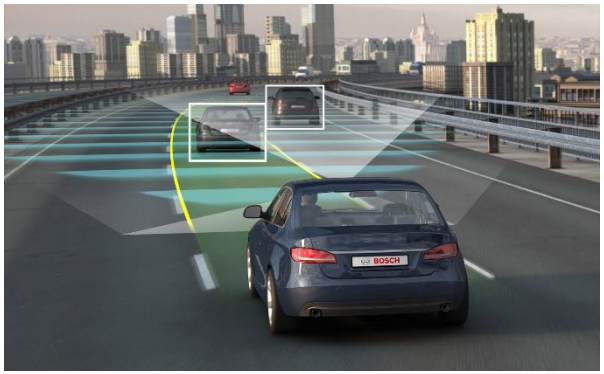
SMART vagy AUTONÓM?

Google, Audi, Tesla… a nagy autógyártók és IT vállaltok a fejlődés útján.

SMART: Személygépjármű kiegészítve „okos” eszközökkel a könnyebb, effektívebb, kényelmesebb használhatóság érdekében.

AUTONÓM: képes a saját útjának feltérképezésére, szenzorikus bemeneti adatok alapján. Az alkalmazott rendszere akkor is a megadott úton tartja a járművet, ha a környezeti feltételek változnak.

BlueID



Bosch

TRENDEK ÉS JÖVŐKÉP – AUTONÓM JÁRMŰVEK

ELŐNY

- Csökkenő vezetői stressz
- Csökkenő vezetői költségek
- Nem vezetők mobilitása javul
- Növekedő biztonság
- Növekedő útkapacitás
- Javuló parkolási hatékonyság
- Javuló üzemanyag-felhasználás
- Megosztott járműhasználat

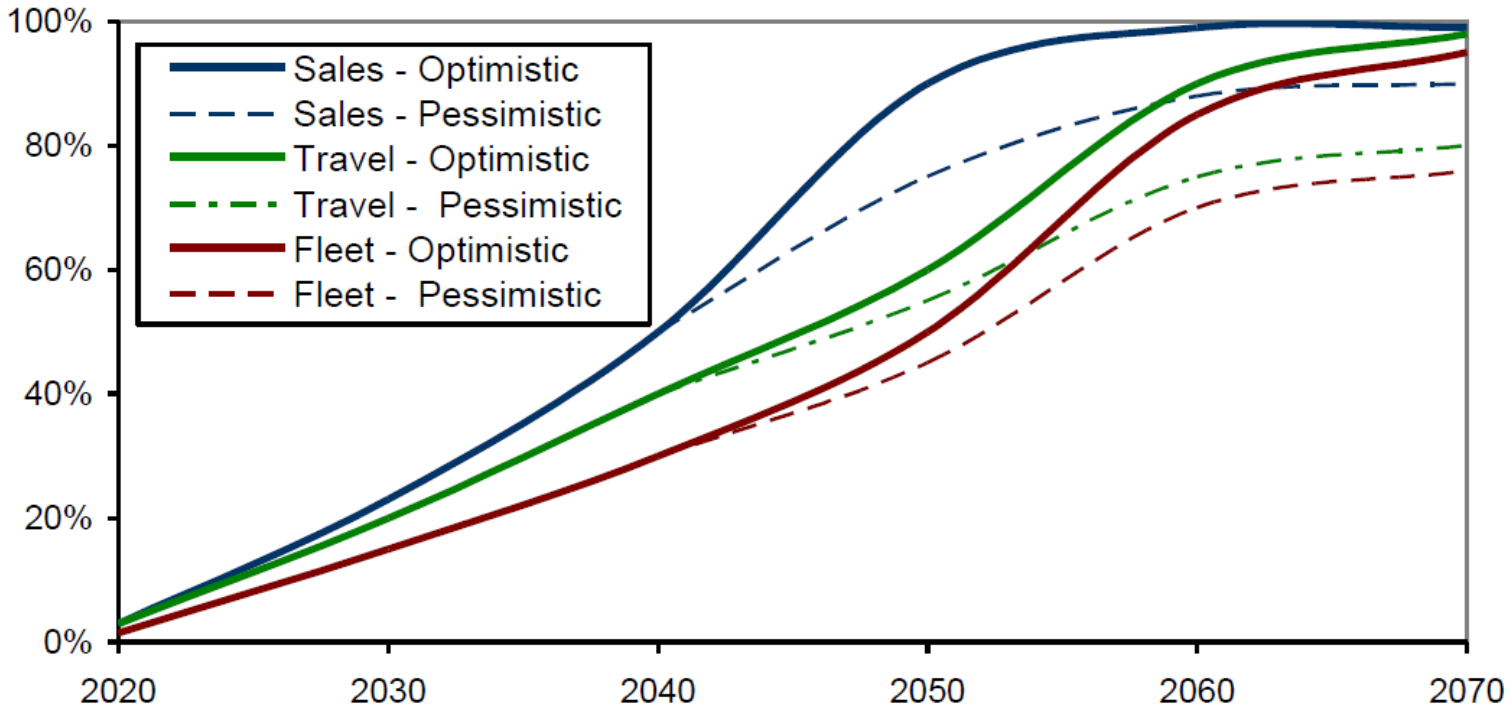
HÁTRÁNY

- Növekvő fejlesztési és karbantartási költségek
- Új veszélyforrások
- Biztonsági, magánéleti problémák
- Növekedő járműhasználat, környezetszennyezés
- Foglalkoztatottság-csökkenés
- Csökkenő társadalmi lelkesedés a konvencionális közlekedés felé

Todd Litman - Autonomous Vehicle Implementation Predictions (2015)

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TRENDEK ÉS JÖVŐKÉP – AUTONÓM JÁRMŰVEK (ELŐREJELZÉSEK)



Todd Litman - Autonomous Vehicle Implementation Predictions (2015)

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TRENDEK ÉS JÖVŐKÉP – AUTONÓM JÁRMŰVEK (ELŐREJELZÉSEK)

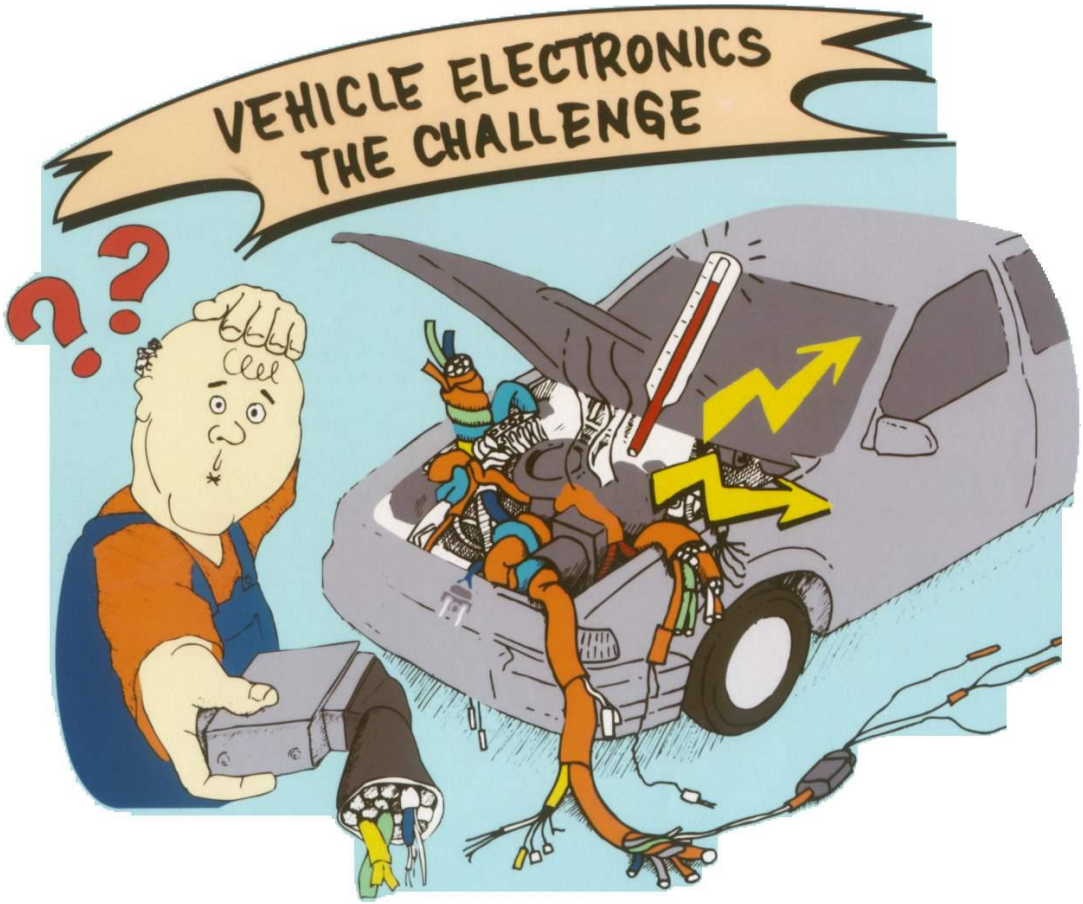
ÁLLOMÁS

Magas ár prémiummal elérhető	2020s	2-5%
Moderált ár prémiummal elérhető	2030s	20-40%
Minimális ár prémiummal elérhető	2040s	40-60%
Standard lehetőség az új autókon	2050s	80-100%
Szaturáció (mindenki, aki szeretné, birtokolja)	2060s	?
Kötelező minden új autóhoz	???	100%

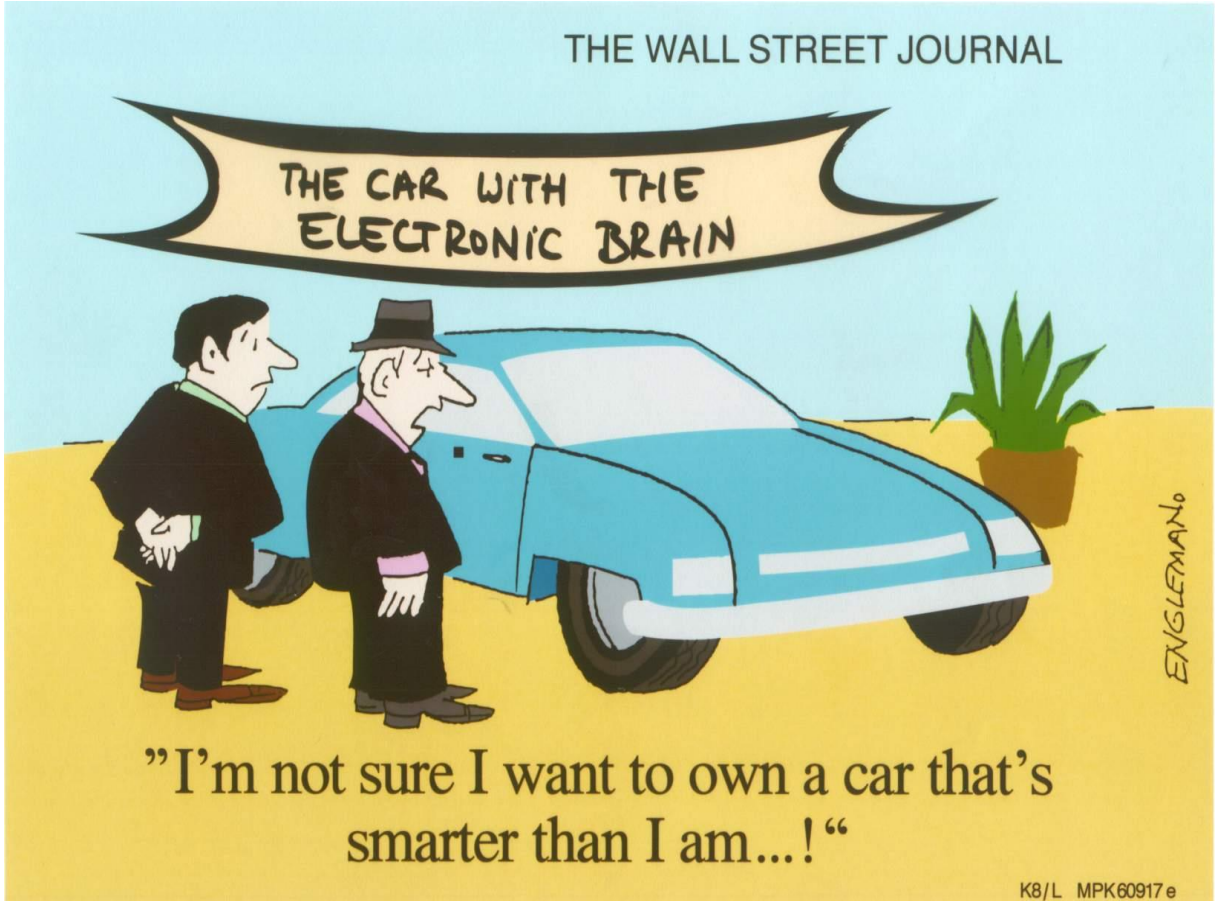
Todd Litman - Autonomous Vehicle Implementation Predictions (2015)

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A MÚLT KIHÍVÁSAI



A JELEN KIHÍVÁSAI



WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A JÖVŐ KIHÍVÁSAI

OATMEAL.com

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A JÖVŐ KIHÍVÁSAI

2016 Február 14 – Google Self Driving Car – tömegközlekedési busszal koccant. A Google azóta elismerte a hibát – saját rendszerükben lévő félreértést és tanulási időszakot jelölték meg az ütközés okozójának.

Hátulról érkező busz – az autóban ülő teszter látta a bal visszapillantó tükörben, hogy érkezik a busz, de a busz nem adott elsőbbséget, az autó pedig a sávközéphez igazította magát. Az autó autonóm üzemmódban, 2 mph sebességgel haladt. A busz 15 mph (24 kph) sebességgel haladt. A Google autóban történt kár sem volt igazán jelentős.

2009 óta 1.3 millió mérföldet (2.1 millió km) tettek meg a Google autói, 17 balesetből eddig mind emberi mulasztás következtében történt.

Wired.com

SZENZOROK A GÉPJÁRMŰVEKBEN

Egy mai felsőkategóriás gépkocsiban több mint 60 elektromos / elektronikus rendszer és legalább 100 szenzor található.

Here.com

Rendszer	Röv.	Szenzorok	Rendszer	Röv.	Szenzorok
Távolságtartó	DTR	3	Közös nyomócsöves befecsk.	CDI	11
Elektronikus sebességváltó	ECT	9	Automatikus légkondicionáló	AAC	13
Napfénytető	RCU	7	Aktív felfüggesztés	ABC	12
Blokkolásgátló	ABS	4	Guminyomás figyelés	TPM	11
Központi zár	ZV	3	Elektronikus stabilitás kontroll	ESP	14
Fényszóró állítás	LWR	6	Tolatóradar	PTS	12

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

MIÉRT NÖVEKSZIK A GÉPJÁRMŰVEKBEN AZ ELEKTROMOS/ELEKTRONIKUS RENDSZEREK RÉSZARÁNYA?

Törvényi kötelezettség:

- emissziós normák betartása

Felhasználói igények:

- biztonság,
- kényelem,
- megbízhatóság.

Gyártói oldal:

- egyszerűbb és olcsóbb gyártás,
- könnyebb szervizelhetőség,
- csökkenő fejlesztési idő és költségek.

Ezeknek a kihívásoknak csak a modern elektromos/elektronikus rendszerekkel felszerelt gépkocsi képes megfelelni.

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

AZ ELEKTRONIKUS RENDSZEREK RÉSZEGYSÉGEI

- szenzor (érzékelő),
- vezérlőegység,
- aktuátor (beavatkozó egység).

Gépjárművekben használt érzékelők:

- helyzet érzékelők (elmozdulás és szögelfordulás),
- fordulatszám és sebesség érzékelők,
- gyorsulás- és rezgés-érzékelők,
- nyomásérzékelők,
- áramlásmérők,
- gázérzékelők,
- hőmérsékletérzékelők,
- ultrahang érzékelők,
- kamerás érzékelők.

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

MIT VÁRUNK EL EGY SZENZORTÓL?

Általános tulajdonságok:

- mérendő mennyiséggel arányos kimenet,
- linearitás (ofszet, erősítés),
- reprodukálhatóság, stabilitás (hőmérséklet,fesz.,idő, stb.),
- környezeti követelmények (rezgés, hőmérséklet, víz, homok stb.),
- méret, tömeg.

Mérési tulajdonságok:

- méréshatár,
- érzékenység,
- mérési felbontás (zajszint),
- frekvencia válasz (DC-f_{max}).

Elektromos tulajdonságok:

- tápfeszültség tartomány,
- áramfelvétel,
- kimeneti jel szintje, terhelhetősége, áram-, feszültség kimenet.

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

ÉRZÉKELŐK OSZTÁLYAI (AUTOMOTIVE)

0 ⇒ Alap érzékelő.

1 ⇒ Az érzékelő erősítő, jelformáló elemeket is tartalmaz.

2 ⇒ Kompenzáló elemeket (pl. érzékenység állítás, határérték túllépés elleni védelem) tartalmazó érzékelők.

3 ⇒ Kommunikációs képességekkel (A/D átalakító, címazonosító, stb.) rendelkező érzékelők.

4 ⇒ Öndiagnosztizáló érzékelők (A helyes működést, vagy meghibásodást jelezni képes áramkörök).

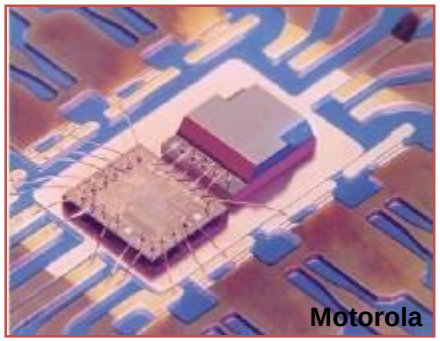
5 ⇒ Önálló elemző és döntési képességekkel rendelkező érzékelők.

Forrás: dr. Kutor L.

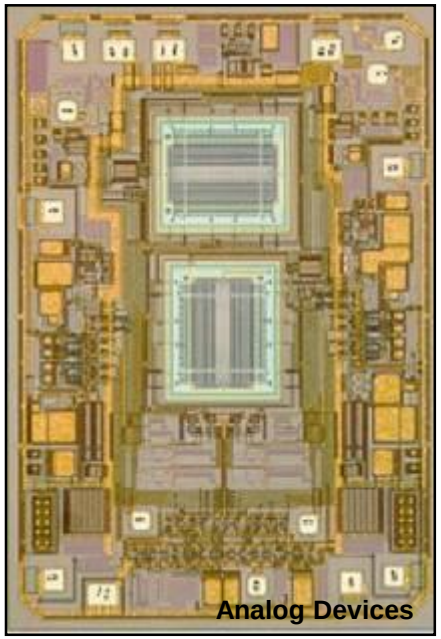
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

FELÉPÍTÉS

- Érzékelő elem
- Jelfeldolgozó áramkör:
  - erősítő,
  - ofszet-, hőmérséklet kompenzáló- és linearizáló áramkör,
  - referencia feszültségforrás,
  - aktívszűrő,
  - órajel generátor,
  - időzítő áramkör,
  - multiplexer,
  - AD illetve DA átalakító,
  - DSP + EEPROM,
  - analóg és digitális kimenet.
- Tokozás



Két csipes kivitel



Egy csipes kivitel

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

SZENZOR AZ ELEKTRONIKAI RENDSZERBEN

MÉRENDŐ PARAMÉTER → MÉRŐRENDSZER → MEGFIGYELŐ

Bemenet (valós érték) **SZENZOR HELYE** **Kimenet (mért érték)**

Bontsuk ki a mérőrendszert!

Bemenet (valós érték)

Szenzor elem → Jel kondicionálás /átalakítás → Jelfeldolgozó elem → adatmegjelenítés

Kimenet (mért érték)

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

SZENZOR AZ ELEKTRONIKAI RENDSZERBEN

A szenzor által vizsgált jelenségek lehetnek:
- Mechanikus mennyiségek
- Termikus mennyiségek
- Elektrosztatikus / mágneses mennyiségek
- Sugárzási mennyiségek
- Kémiai mennyiségek
- Biológiai mennyiségek

A szenzorokat feloszthatjuk:
- Generátor típusú: nincs szüksége külső gerjesztőjelre
- Modulátor típusú: külső gerjesztőjelre van szüksége a természetből

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

SZENZOR AZ ELEKTRONIKAI RENDSZERBEN

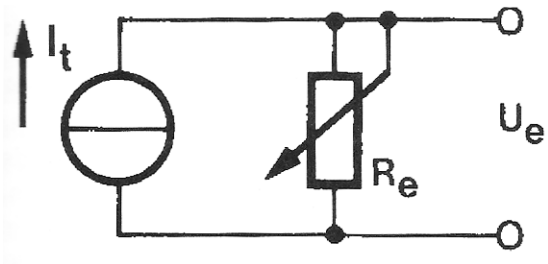
A szenzor a vizsgált értéket vivőjellé alakítja:
- Elektromos (gyakori)
- Optikai (új trend az utóbbi években
- Mechanikai (konvencionális berendezésekben)

A mérőrendszer felhasználása:
- Mérési elrendezésben (mért érték leolvasására)
- Folyamatirányítási elrendezésben (aktuátor, vezérlőjel)

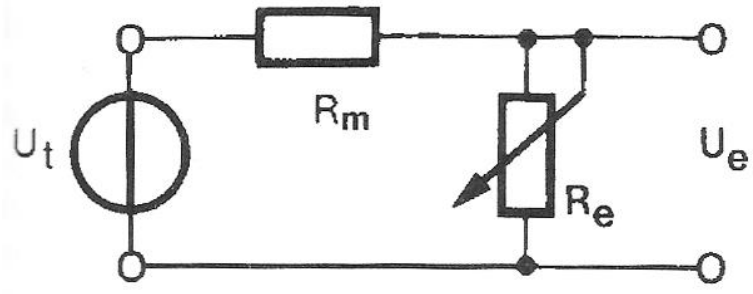
Szenzor lehet: aktív/passzív

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

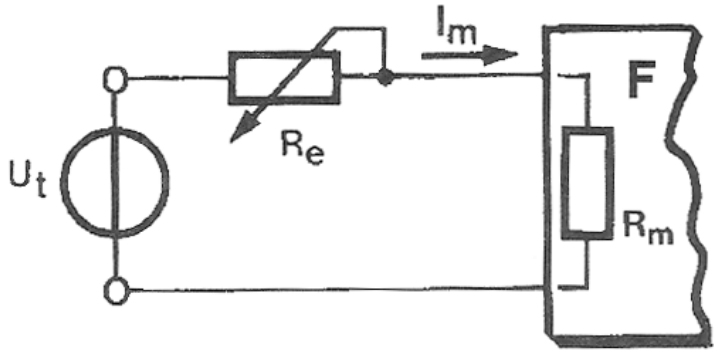
PASSZÍV ANALÓG SZENZOROK ILLESZTÉSE



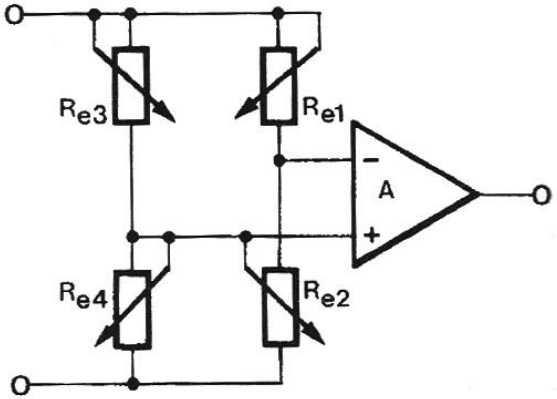
Egyelemes passzív érzékelő (áramgenerátor)



Feszültségosztó típusú passzív érzékelő (fesz.táp)



Áramcsatolt passzív érzékelő illesztés

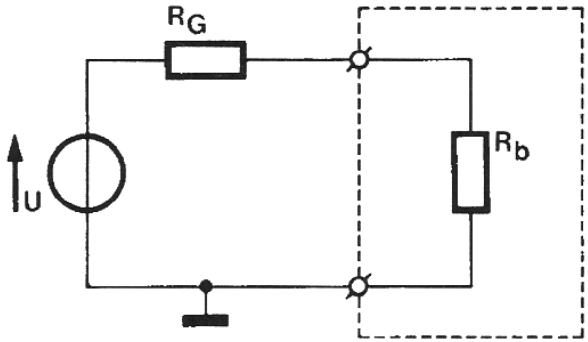


Wheatstone hídkapcsolású illesztés (zavarvédett, nagy pontosság)

Ref: *Lambert Miklós:* ***Szenzorok – elmélet és gyakorlat***

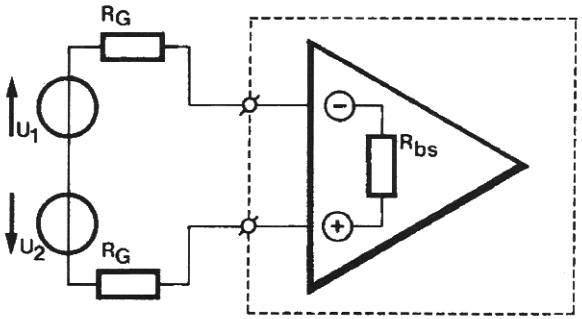
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

AKTÍV ANALÓG SZENZOROK ILLESZTÉSE



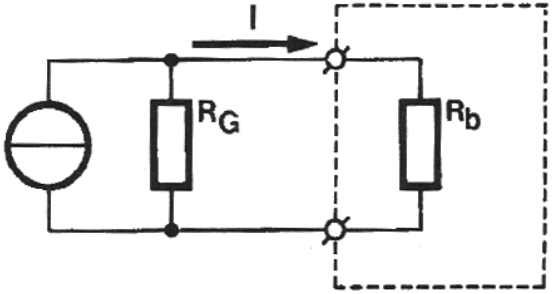
Kis generátorellenállás - magas bemeneti ellenállás;

Aszimmetrikus jelátvitel egyenfeszültséggel



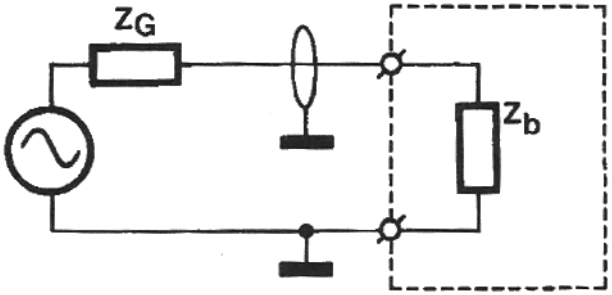
Differősítő, jó KM elnyomással!

Szimmetrikus jelátvitel egyenfeszültséggel



Nagy belső ellenállás - minimális bemeneti ellenállás;

Jelátvitel egyenárammal



Komplex impedancia – koaxiális csatolás, impedancia illesztés;

Jelátvitel váltakozó feszültséggel

Ref*: Lambert Miklós:* ***Szenzorok – elmélet és gyakorlat***

DIGITÁLIS SZENZOROK ILLESZTÉSE

	Soros jeltovábbítás:	Párhuzamos jeltovábbítás:
ELŐNYÖK	- Elegendő két vezeték - Modulátor/demodulátor átvitel lehetséges - Hálózatba rendszerezhető	- Gyors - Nem kell szinkronizálás - Plusz bitekkel hibajavítás implementálható
HÁTRÁNYOK	- Kódoló algoritmusra van szükség - Szinkronizálni kell a kommunikációt - Zavarérzékenysége magas	- Sok vezetékre van szükség - Csatornaáthallás lehetséges - Plusz bitekkel hibajavítás implementálható

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

JELÁTVITELI MÓDSZEREK:

SIMPLEX – egyirányú jelátvitel
FÉLDUPLEX – megosztott egyirányú átvitel
DUPLEX – kétirányú átvitel

Alapsávi átvitel: adott villamos jel, kötött közegben. Általában szimplex. Időosztásos, időmultiplexált megvalósítás lehetséges. Behatárolt sebesség és távolság jellemzi.

Vivőhullámú átvitel: Alapsávi mérőjellel (pl. a szenzor mérőjele) vivőhullámot modulálunk. (Később demoduláljuk a feldolgozó egység bemenetén.) Minél szélesebb a vivőhullám frekvenciája, annál nagyobb a sávszélességgel bírunk.

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

KÓDOLÁSI LEHETŐSÉGEK:

Folytonos jeleknél:

- *AM (amplitúdomoduláció)*
- *FM (frekvenciamoduláció)*
- *PAM (pulzus-amplitúdó moduláció)*
- *QAM (kvadratúramoduláció – kvázi együttes fázis- és amplitúdómoduláció)*

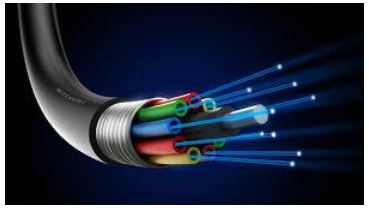
Mintavételezett jeleknél (impulzusokkal moduláljuk a vivőhullámot)

- *ASK – amplitúdóeltolásos-billentyűzés*
- *FSK – frekvenciaeltolásos-billentyűzés*
- *PSK – fáziseltolásos-billentyűzés*
- *PWM – pulzusszélesség-moduláció*
- *PCM – pulzuskód-moduláció*

DIGITÁLIS ESET:
Kódmoduláció
(nem közvetlen hordozott információ, hanem bitkombinációhoz rendelhető szimbólum impulzuscsoport!)

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

SPECIÁLIS JELÁTVITEL (FÉNY)



Soros adatátvitel ideális közege - fényhullám.

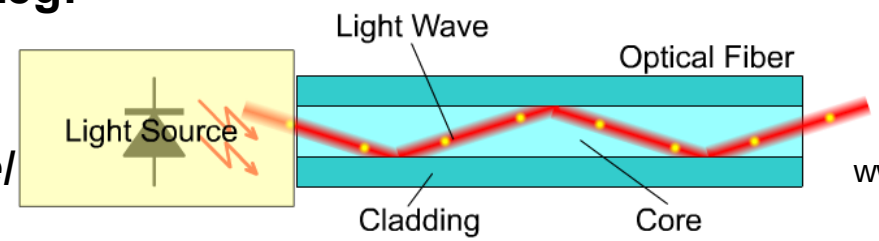
- Nagy sebességű,
- km-es távolságok áthidalhatók
- EM zavarokkal szemben teljesen biztonságos
- Fény/sötétség (100% amplitúdómoduláció)
- Terepi buszrendszerekben alkalmazható
- *ADÓ*: LED vagy lézerdióda
- *VEVŐ*: fotodióda, fototranzisztor

lézerdióda

fotodióda

Átviteli közeg:

Fénykábel



www.sensedu.com

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

SPECIÁLIS JELÁTVITEL (RÁDIÓFREKVENCIA)

Adatátvitel – modulált rádiófrekvenciával történik.

Jellemzői: hullámhossz, modulációs mód.

Hullámhossz-használat engedélyhez kötött. Ipari átviteli sávok, kommerciális sávok, szabadon felhasználható sávok…

Rendszertechnikai aspektus: frekvencia pontosság, modulációs módok pontos betartása!

Átviteli közeg: levegő, víz (pl. tengeralatti rendszerek)

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TÁVADÓK (TRANSDUCER)

Speciális rendszertechnikai fogalom. Lényege, hogy az érzékelő kimeneti jele jelátalakítás után, szabványos formátumban továbbítódik.

Előnye, főbb jellemzői:

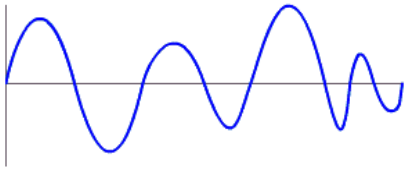
- Rendszerbe illeszthető (szabványos)
- Nagyobb távolságokba szállítható a jel
- A jelszállítás módja határozza meg a kategóriáját, nem a szenzor mag típusa, jellemzői

Transducer típusok:

- Aktív: átalakítás során feszültséget generál (nincs szükség tápegységre, elemre)
- Passzív: külső tápegységre van szüksége az átalakításhoz

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

ANALÓG TÁVADÓK

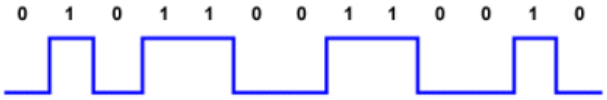


Egyenfeszültséggel, vagy áramjellel adnak kimeneti információt.

Feszültség alapú: bipoláris, unipoláris, 0..5V, 0..10 V, stb. Zavarérzékeny, hosszú távon nem ajánlott a kimenet elvezetése.
Áramkimenetű: 0…20 mA és 4…20 mA egyenáramú kimenet. Utóbbinál nullponteltolással növeli a zavarvédettséget, 0..4mA között a távadó tápellátása történik. Akár 30 km-re is szállítható a jel. (Ellenállás lezárás szükséges az áramhurok vevő oldalán.)
Impulzus kimenetű: négyszögjel kimenet, feszültség- vagy áramimpulzus sorozatokkal. Középérték: egyenfeszültség -> átalakítható analóg jellé. Nagy távolságokra is alkalmas. Frekvencia- és impulzusszélesség kimenet is lehetésges.

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

DIGITÁLIS TÁVADÓK



Feszültség vagy áramimpulzusok a kimeneten.
Kódolt formában, diszkrét jelképi értékekben adódik a kimenet.

Párhuzamosan és sorosan kódolt kimenetek is lehetségesek.
A kód lehet szószervezésű (belekódolva: cím, idő, hely, stb.)

Soros kimenet a leggyakoribb. A kódok szinte mindig keretes, szószervezésű formában terjednek (üzenetblokkok).

Párhuzamos kiementnél: karaktermultiplex kimenet. A multiplexált jel (pl. Nibble-soros) egy digitális kijelző meghajtásra lehet alkalmas.

Ajánlott irodalom:

- *Hahn, Harsányi, Lepsényi, Mizsei:* ***Érzékelők és beavatkozók****, Budapest 1999. Műegyetemi kiadó*
- *Lambert Miklós:* ***Szenzorok – elmélet és gyakorlat****, Budapest 2009, Invest-Marketing Bt.*

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

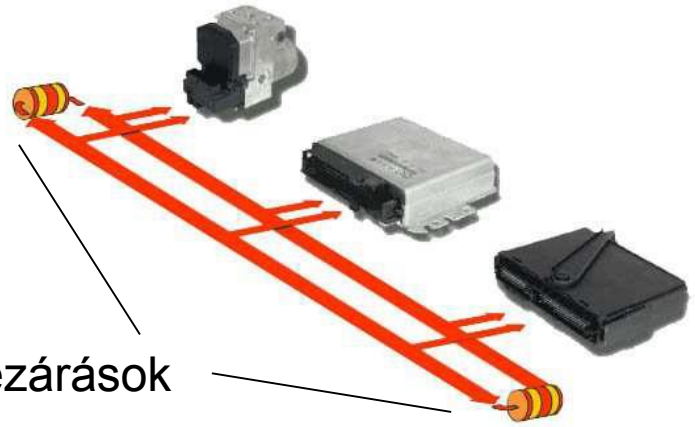
GÉPJÁRMŰVEK BUSZRENDSZREREI

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

CAN BUSZ

- CAN – CONTROL AREA NETWORK
- Bosch fejlesztés (Intellel) (1983-88)
- Fizikai és adatkapcsolati rétegen
- 5Kbit/s-1Mbit/s max 40 m távolságon
- Rendkívüli üzembiztonság
- Árnyékolt/árnyékolatlan sodort érpáros kivitelezés
- Egy busz 30 szenzort bír el!

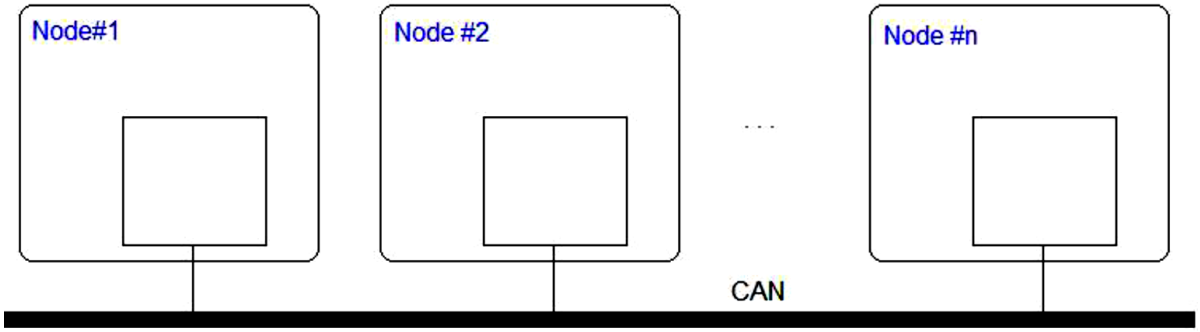
Fizikai kialakítás:



Szabványos 120 Ohmos lezárások

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

CAN BUSZ



Az adatkapcsolati és fizikai rétegben megvalósítandó feladatok

Egy CAN buszon kommunikálni képes eszköz ezeket a feladatok valósítja meg

Az adatátvitel menete:

1. Üzenetforma kialakítása
2. Üzenet küldése
3. Üzenet fogadása
4. Üzenet vizsgálata
5. Üzenet átvétele

A CAN buszon történő adatátvitel hasonlít egy telefonkonferencia lebonyolításához. A résztvevők egyike „mondja” az üzenetét a közös kábelre, mialatt a többiek figyelik, hogy mi „hallható” a vonalon.

Egy vagy több résztvevő számára fontos lehet az üzenet, míg mások számára érdektelen.

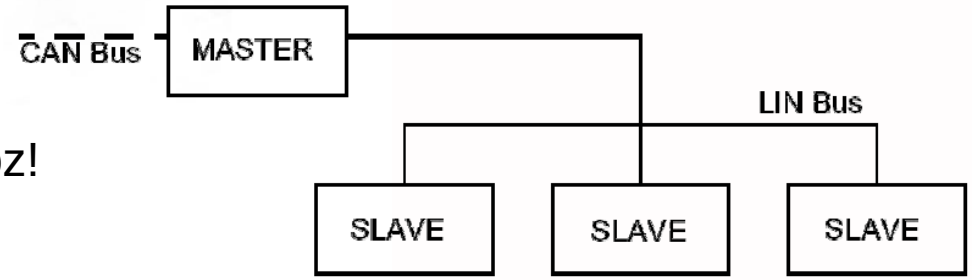
Üzenetfunkciók: Adattovábbító, Adatigénylő, Hibajelző, Túlterheltségjelző

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

LIN BUSZ

- Bonyolulttá váló szenzorhálózat indukálta a fejlesztését
- Megnövekedett mikroprocesszor és szenzorszám
- LIN – Local Interconnect Network
- Alacsonyabb sebesség, olcsóbb a CAN-nél
- Nagy megbízhatóság
- Skálázható, több csomópont, alacsony Slave költség

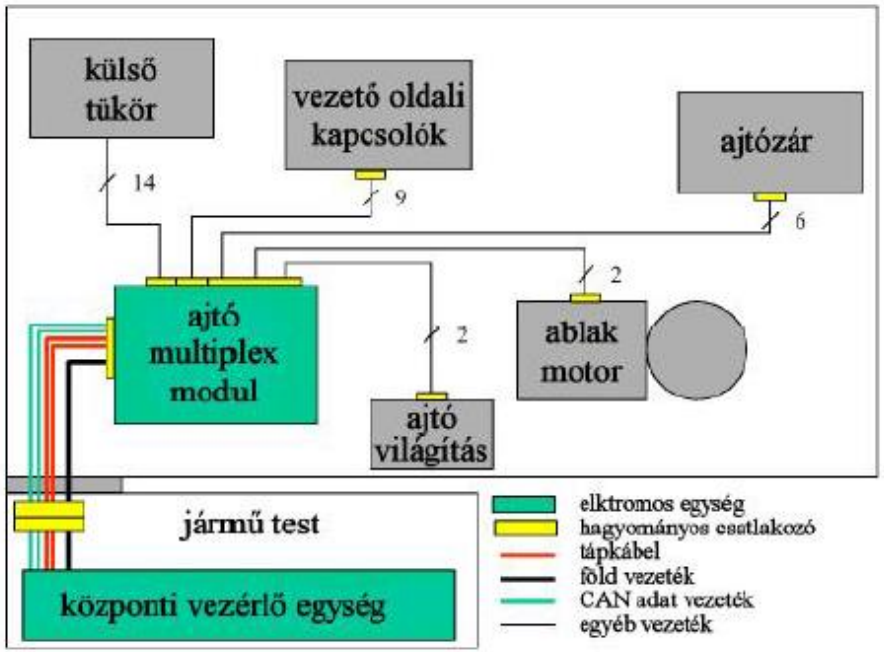
Egy master, több slave.
Master csatlakozik a CAN buszhoz!



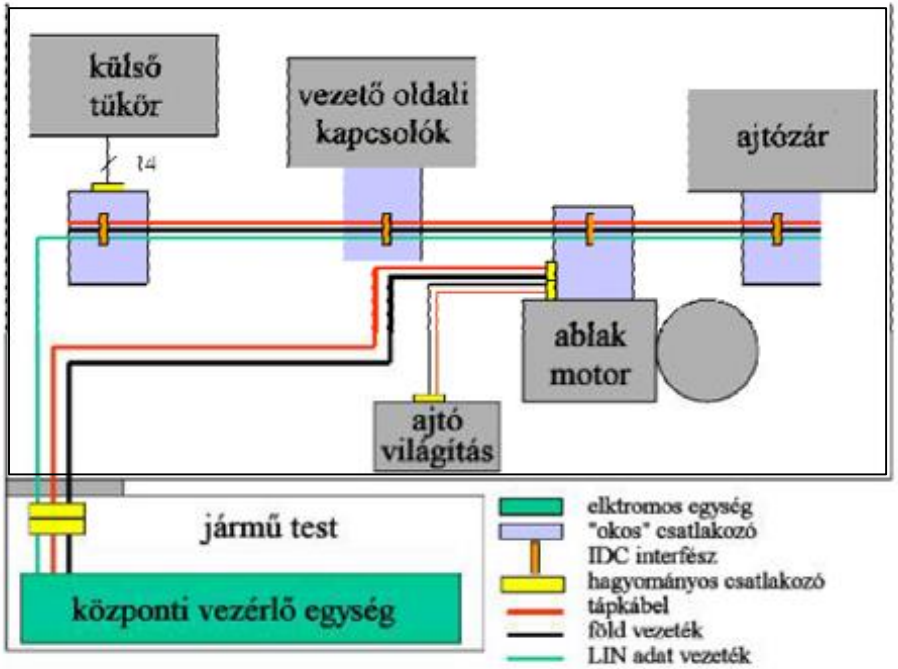
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

LIN BUSZ

CAN



LIN



KÖZPONTI MULTIPLEX

- Moderált mennyiségű elektronika, moderált mennyiségű vezetékezés
- Kisebb flexibilitás
- Sokféle multiplex modul kell

ELOSZTOTT MULTIPLEX

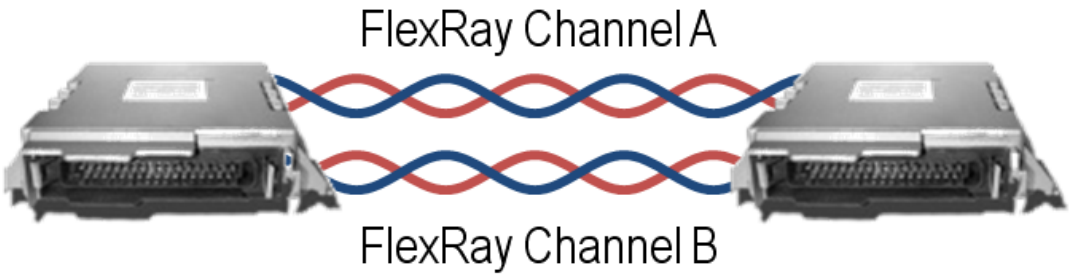
- Sok elektronika, kevés vezeték
- Nagyobb flexibilitás, nem kell centrált mutiplex rendszer
- Könnyű hibadetekció

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

FLEXRAY BUSZ

- 2003-ban alkották (BMW, DaimlerChrysler, Motorola, Philips, GM, Bosch)
- Szinkron rendszer, 10 Mbit/s
- Szinkronizálás: közös órajellel
- CAN-től gyorsabb, de drágább is

Szigeteletlen sodort érpár(ok) – (szimpla/dupla vezetékkel):

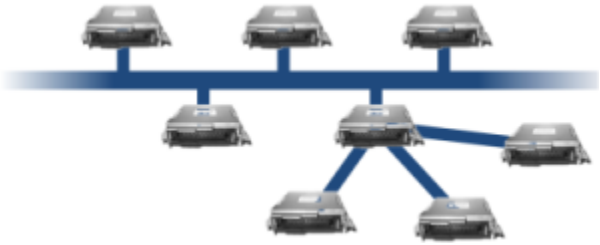


WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

FLEXRAY TOPOLÓGIÁK

Multi-drop Busz (előny: egyszerűbb vezetékezés, de rövidebb távok)

Csillag (központi elem, hosszabb távokra is jó, de a hosszabb vezetékezés miatt zavarérzékenyebb)



Hibrid (a fenti kettő keveréke, jövőbeli alkalmazásoknál)

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

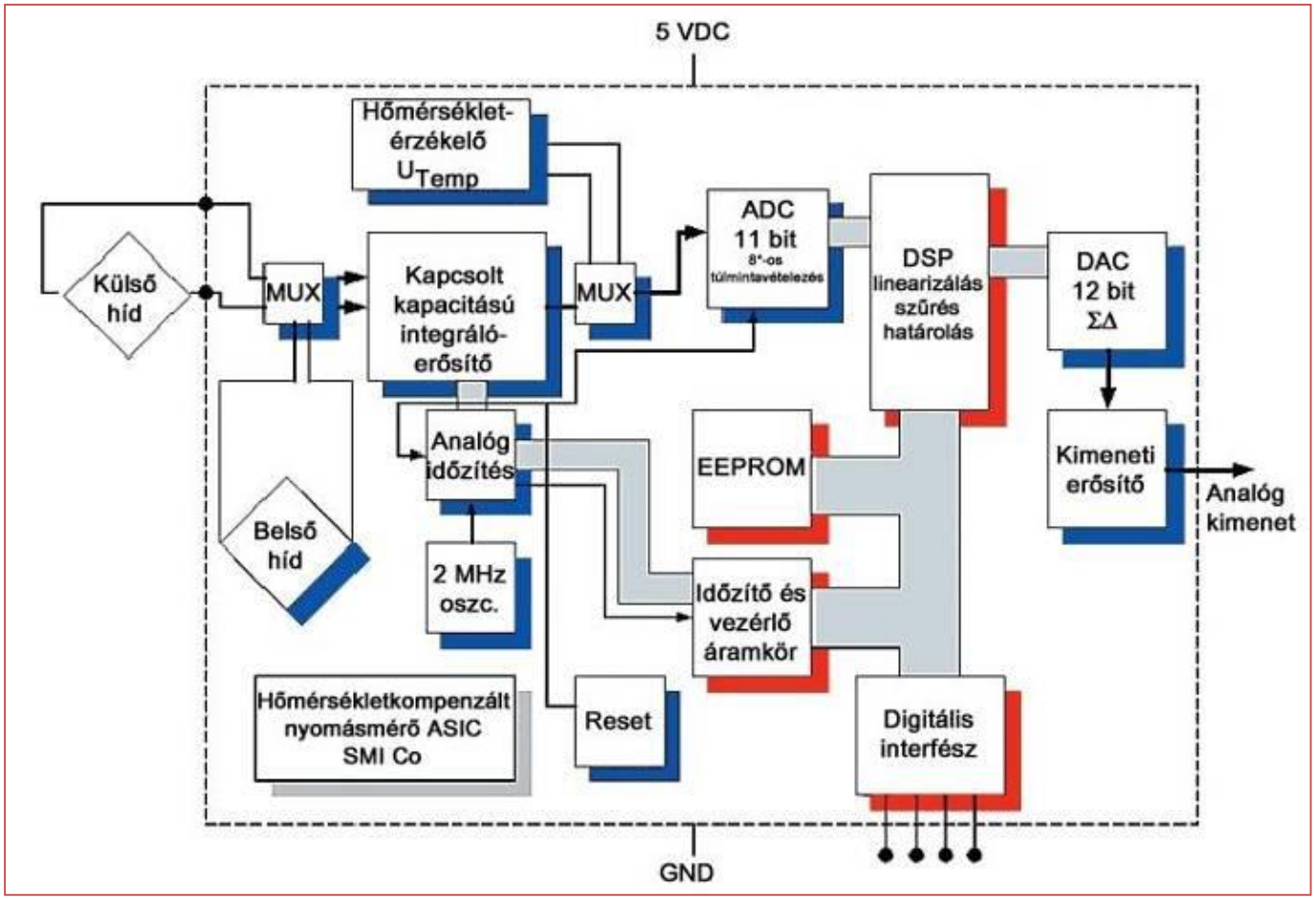
BUSZOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Busz típus	LIN	CAN	FlexRay
Sebesség	40 kbit/s	1 Mbit/s	10 Mbit/s
Költség	$	$$	$$$
Vezetékek	1	2	2 or 4
Tipikus applikációk	Karosszéria elektronikák (tükrök, elektromos ülések, kiegészítők)	hajtáslánc (motor, váltó, ABS)	Nagy teljesítményű elemek, biztonsági alkatrészek (Drive-by-wire, aktív felfüggesztés, adaptív sebességtartó automatika)

www.ni.com

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

A JELFELDOLGOZÁS FOLYAMATA

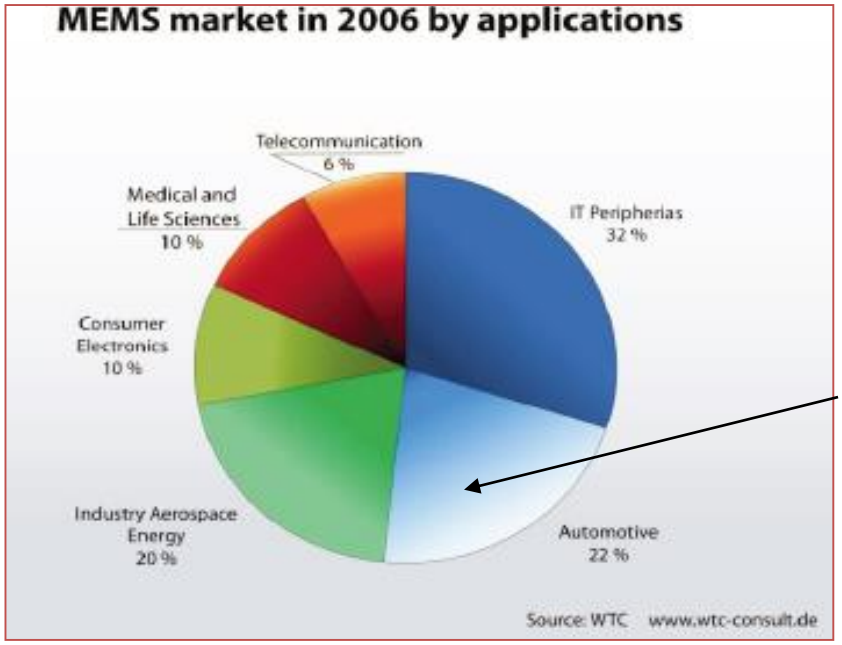


előerősítés ⇒ offszet-, hőmérséklet-kompenzálás ⇒ digitalizálás ⇒ linearizálás ⇒ digitál-analóg átalakítás

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

MEMS (MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS)

A Mikro-Elektro-Mechanikus-Rendszerek (MEMS) mechanikai elemek (érzékelők, beavatkozók) és elektronikus elemek közös hordozón való megvalósítása mikroelektronikai és mikromechanikai technológiák együttes alkalmazásával.



Az autóipar a MEMS elemek második legnagyobb felhasználója.

- MEMS piac 2006-ban 7.4 milliárd USD, ebből autóipari felhasználás 1.5 milliárd USD.
- Az éves növekedés 2006-2010 között 9%.
- 2010 után az autóipari felhasználás 2.1 milliárd USD-re növekedett

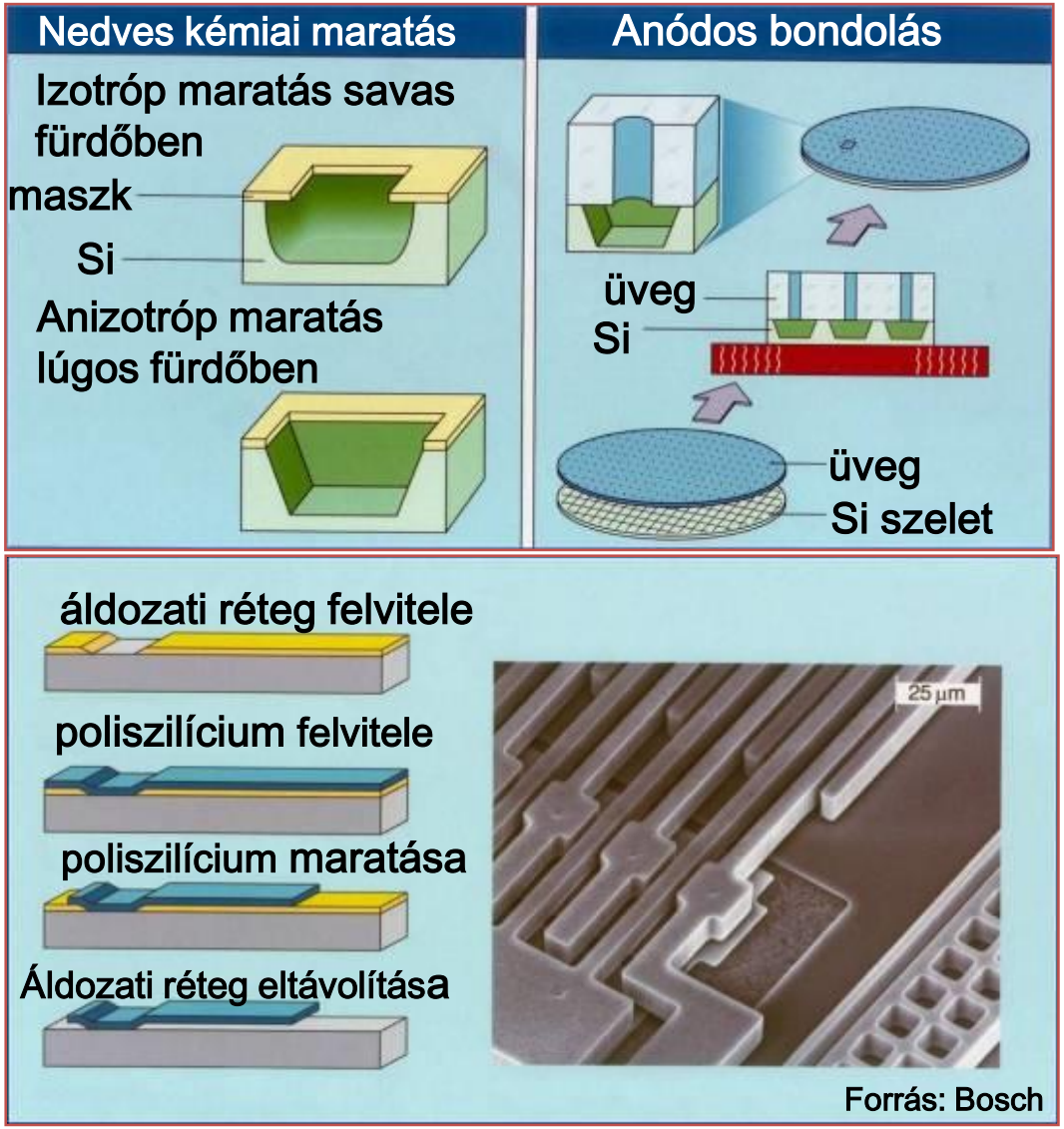
TÖMBI- ÉS FELÜLETI MIKROMECHANIKAI TECHNOLÓGIÁK

Tömbi mikromechanika:

Si izotróp maratásnál alámaródás jön létre.
Si anizotróp maratásával szabályos és pontos mikromechanikai szer-kezetek készíthetők.
Előállítható alakzatok: hidak, félhidak, árkok, membránok, gödrök.

Felületi mikromechanika:

Szabályos alakú, kis méretű, bonyolult 3D-s alakzatok hozhatók létre.



WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

GYORSULÁSÉRZÉKELŐK

Forrás: Inventure

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

GYORSULÁSÉRZÉKELŐK AZ AUTÓELEKTRONIKÁBAN

Motorvezérlés:

- kopogás érzékelés 1…10 g

Passzív biztonsági rendszerek:

- légzsák vezérlés, 50 g
- övfeszítő, 50 g
- övhatároló, 0.4 g
- borulás érzékelés. 4 g

Aktív biztonsági rendszerek:

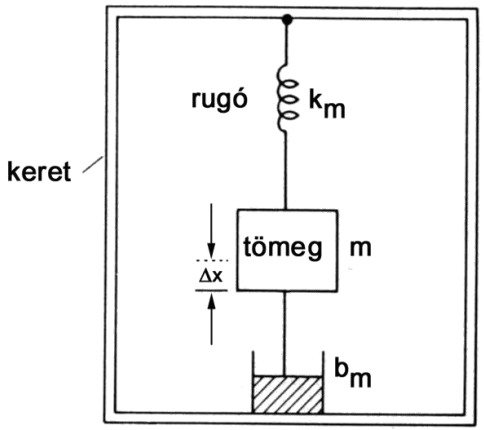
- ABS, ESP. 0.8…1.2 g

Egyéb rendszerek:

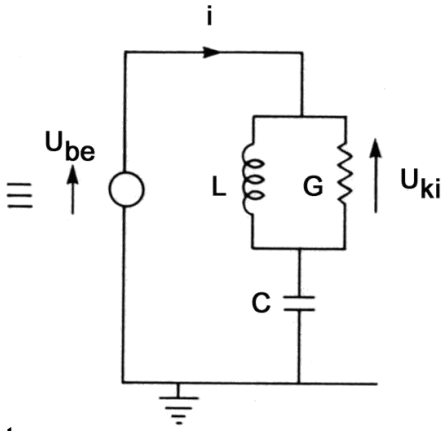
- aktív felfüggesztés, 1…10 g
- riasztó rendszerek. 1 g

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

GYORSULÁSMÉRŐ ELVI FELÉPÍTÉSE



Gyorsulásmérő elvi vázlata



Villamos helyettesítő képe

A mozgásegyenletet Newton II. egyenlete írja le:

$$m\ddot{x} + b_m\dot{x} + k_m x = -ma$$

Ahol k_m a rugóállandó

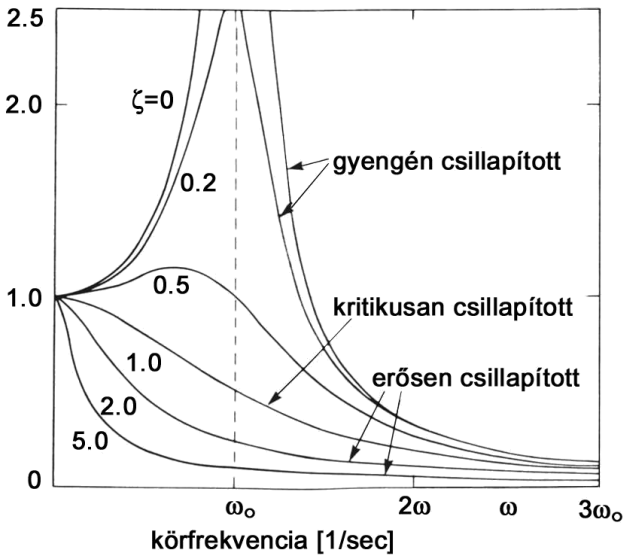
b_m a sebességgel arányos csillapítás

Az érzékenység: $S=x/a=m/k_m$

A rezonancia frekvencia: $\omega_0=\sqrt{k_m/m}$

A kettő szorzata: $S\,\omega_0^2=1$

Válaszfüggvény



WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

GYORSULÁSMÉRŐ MOZGÁSEGYENLETE

A mozgás egyenlet:

$$m\frac{d^2\Delta x}{dt^2}+b_m\frac{d\Delta x}{dt}+k_m\Delta x=-ma_x$$

Szinuszos jellel gerjesztve:

$$m\ddot{x}+b\dot{x}+kx=f_0\sin\omega t$$

Bevezetve az $\omega_0=\sqrt{k/m}$ és $\xi=\frac{b}{2}\sqrt{\frac{m}{k}}\equiv\frac{b}{2m\omega_0}$

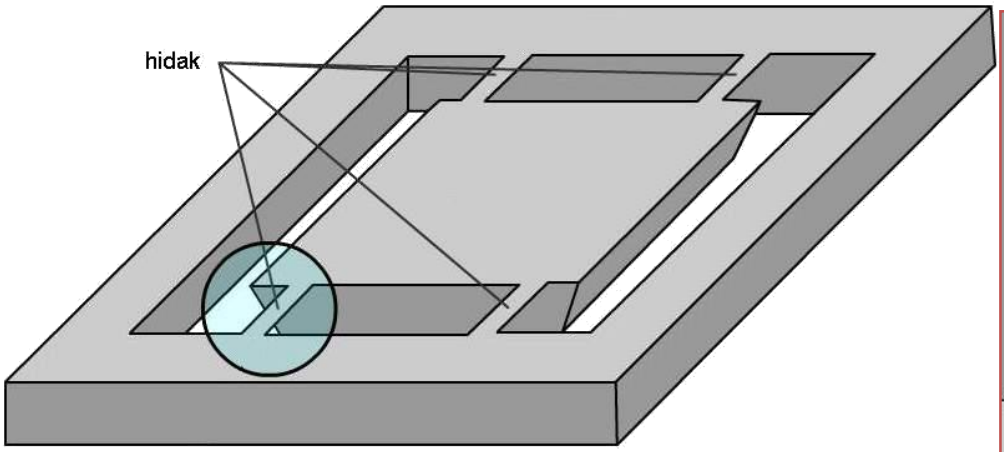
írható: $\ddot{x}+2\xi\omega_0\dot{x}+\omega_0 x=\frac{f_0}{m}\sin\omega t$

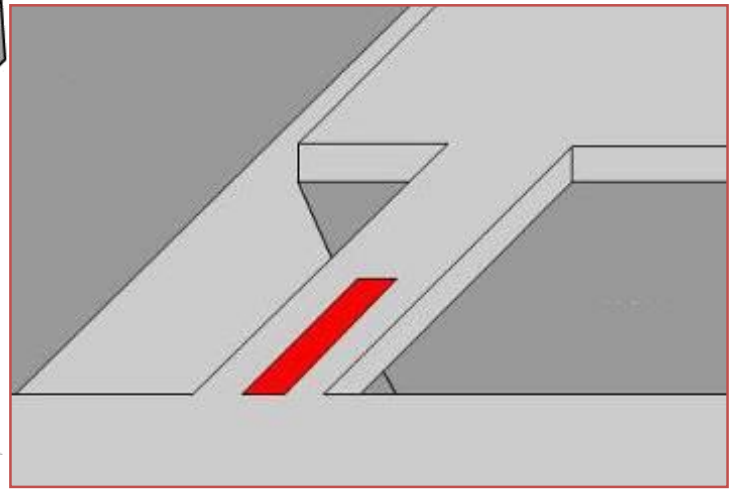
Az egyenlet megoldása:

$$x(t)=\frac{1}{\sqrt{\left[1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right]^2+\left[2\xi\frac{\omega}{\omega_0}\right]^2}}\times\frac{f_0}{k}\sin(\omega t-\phi)\equiv\bar{x}\sin(\omega t-\phi)$$

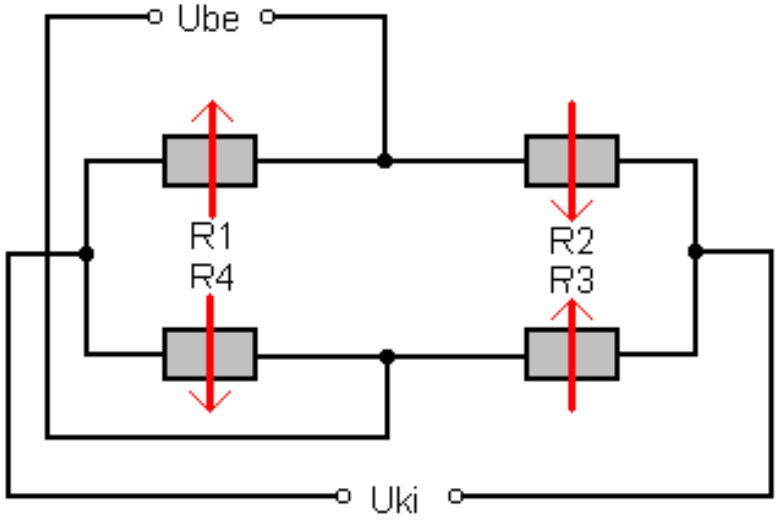
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

PIEZOREZISZTÍV ELVEN MŰKÖDŐ SZENZOR



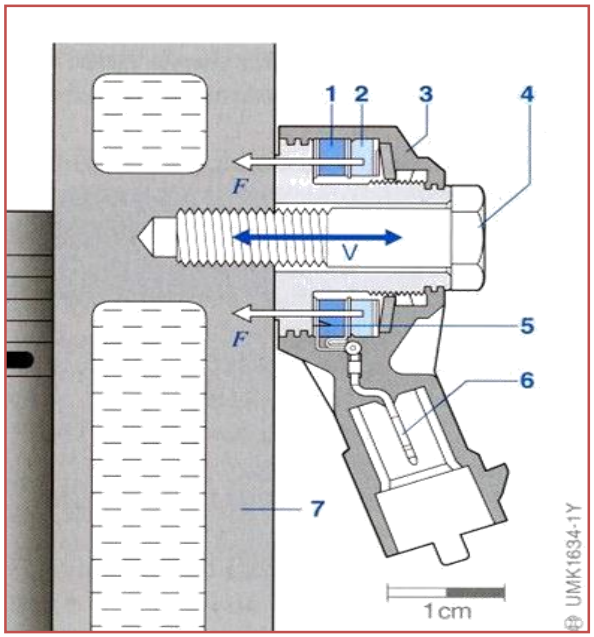


- hídkapcsolás (hasonlóan, mint a nyúlásmérő bélyegeknél),
- DC mérési lehetőség,
- a mérés pontossága a tápfeszültségtől függ (elérhető maximum),
- a híd miatt részben helyben kompenzálható a hőmérsékletfüggés,
- kimagasló ütésállóság.

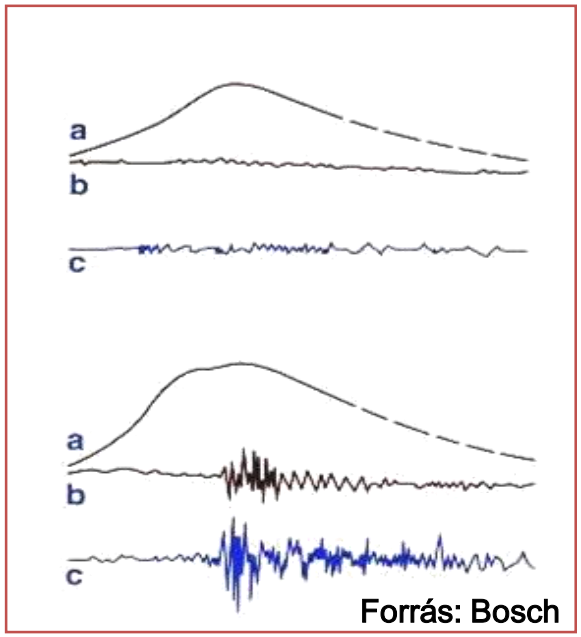


WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

PIEZOELEKTROMOS KOPOGÁS-ÉRZÉKELŐ



Piezoelektromos kopogás-érzékelő

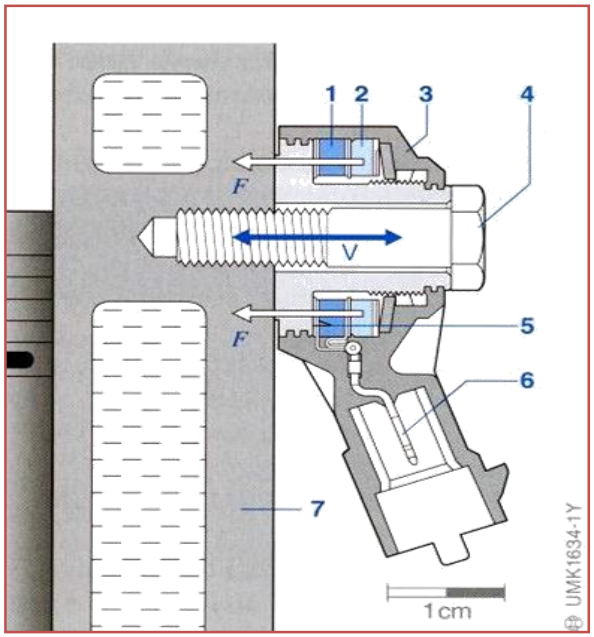


Kopogás-érzékelő jelalakjai

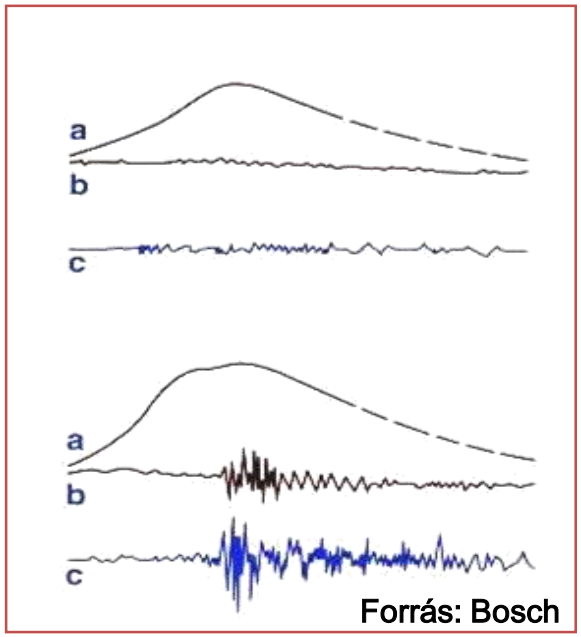
A belsőégésű motorok a legnagyobb teljesítményt optimális előgyújtási szögnél adják le. Nem megfelelő égésnél a motor kopog. A motor kopogását a hengerre szerelt piezoelektromos kopogás-érzékelővel mérik. A jobb oldali ára felső diagramja egy kopogásmentes, míg az alsó ábrán jól megfigyelhetők a kopogás miatti kiugró gyorsulás értékek.

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

PIEZOELEKTROMOS KOPOGÁS-ÉRZÉKELŐ



Piezoelektromos kopogás-érzékelő



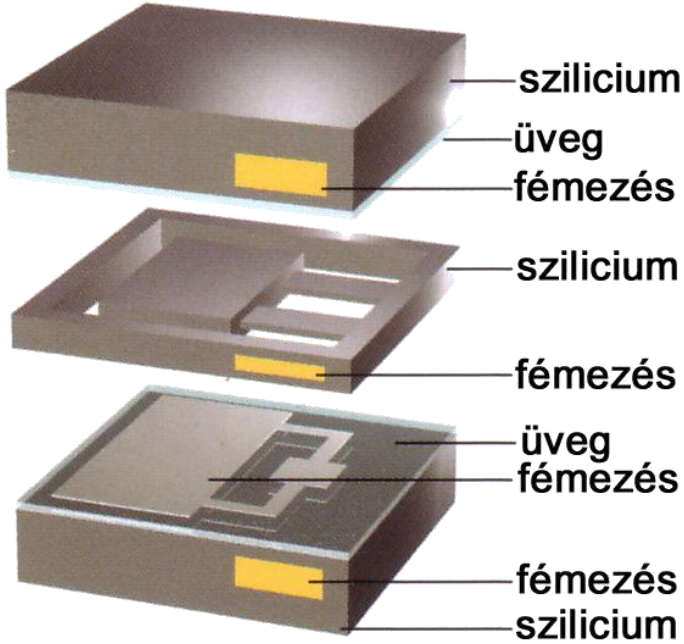
Kopogás-érzékelő jelalakjai

- Tömeg (2) elmozdul – piezo kerámián (1) érzékelhető az elmozdulás
- A kopogás érzékeléséhez megfelelő felfogatásra van szükség (alátétet nem használnak)
- Hengerenként lehet kopogásszenzort alkalmazni.

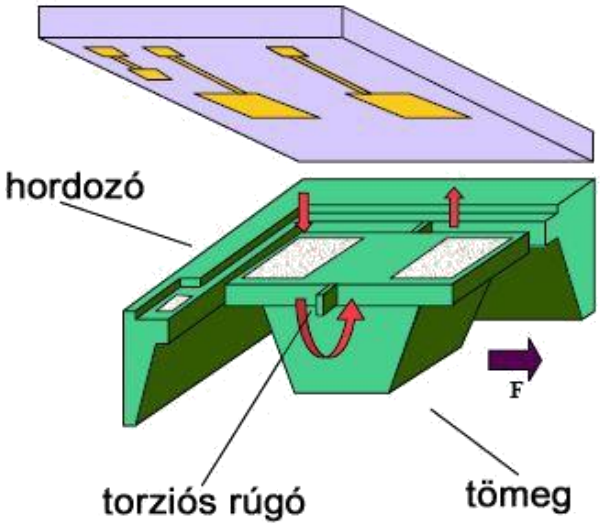
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

KAPACITÍV GYORSULÁSÉRZÉKELŐK

- differenciálkapacitás-változás,
- tömbi mikromechanika,
- összkapacitás kb. 200-400 fF,
- DC mérési lehetőség,
- légcsillapítás.

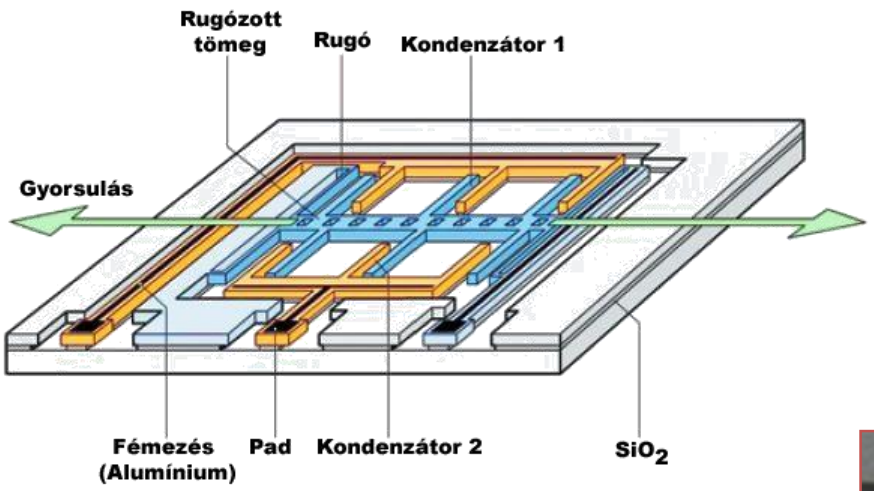


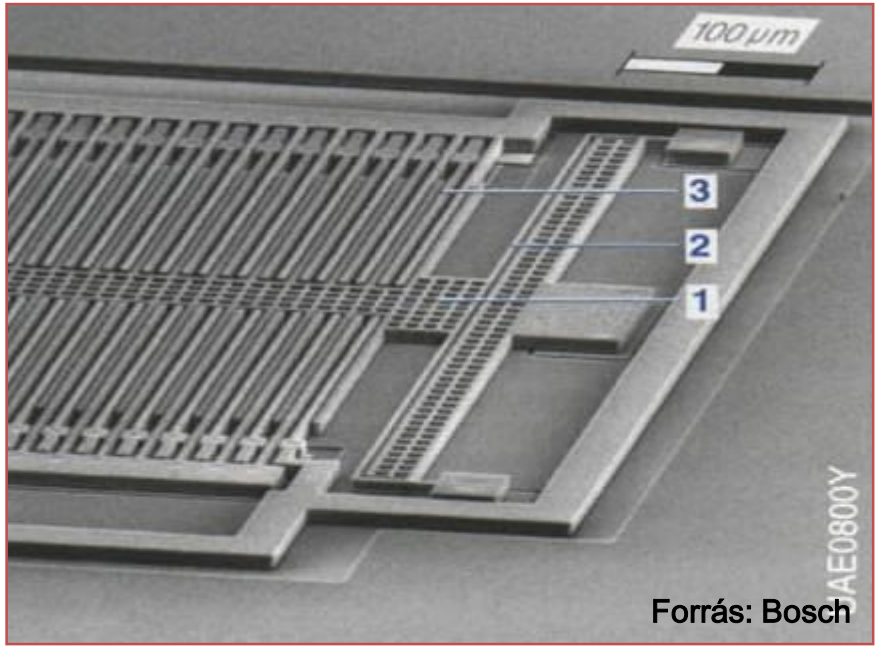
Forrás: VTI



WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

KAPACITÍV GYORSULÁSÉRZÉKELŐK II.



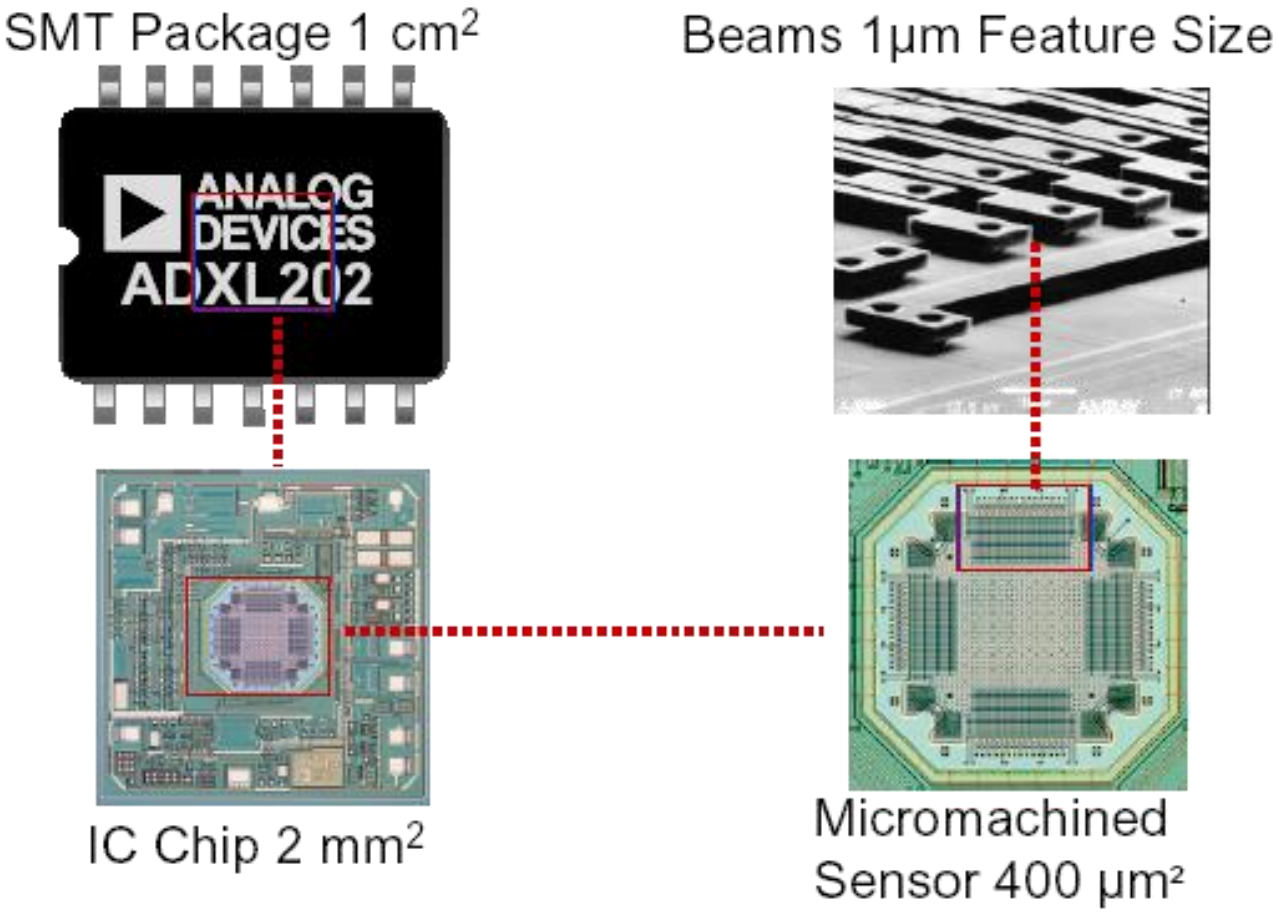


Forrás: Bosch

- fésűs szerkezet,
- differenciálkapacitás-változás,
- felületi mikromechanika,
- összkapacitás kb. 60 fF,
- DC mérési lehetőség.

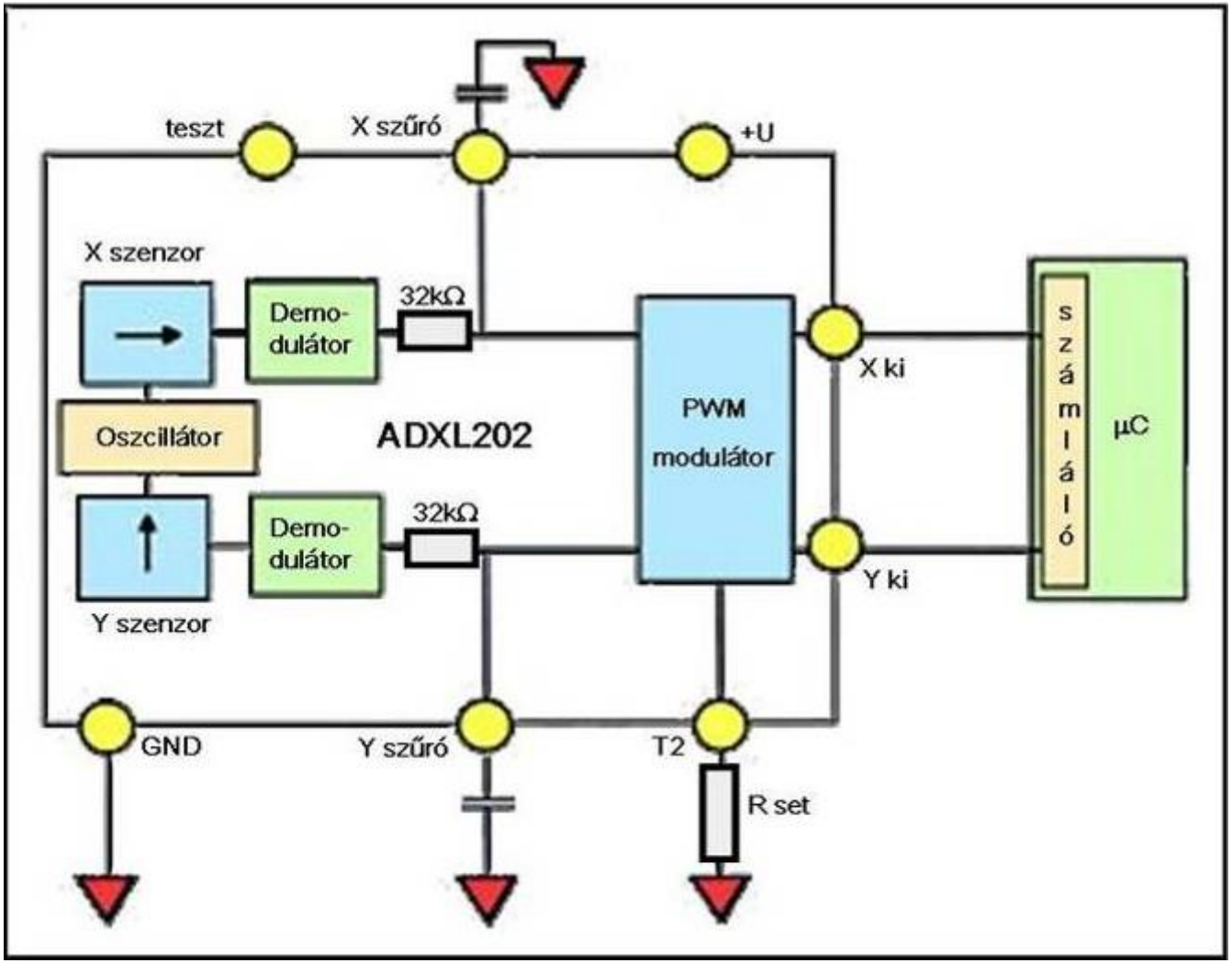
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

ADXL202 GYORSULÁSÉRZÉKELŐ



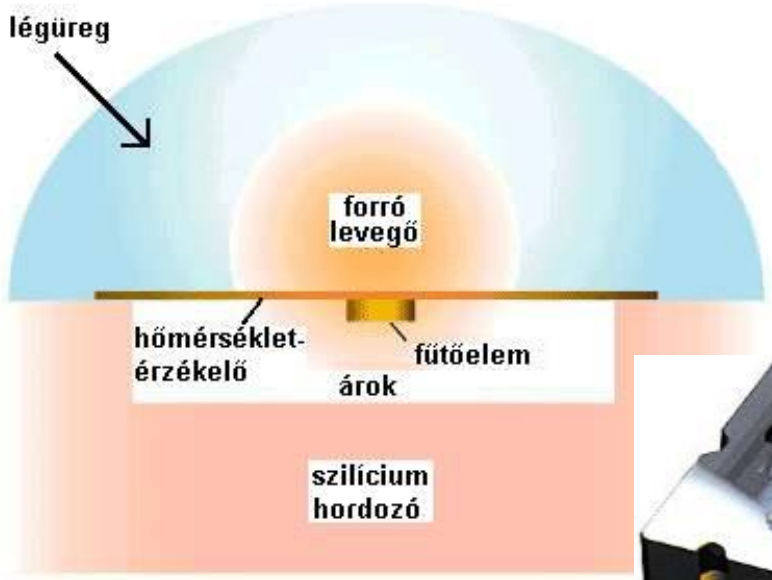
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

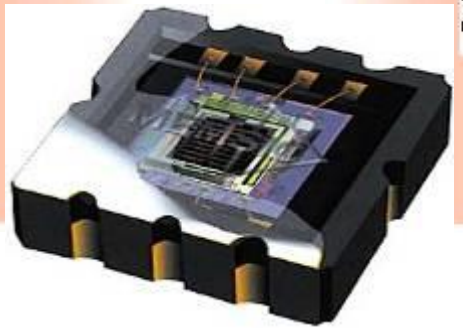
ADXL202 BLOKKVÁZLATA

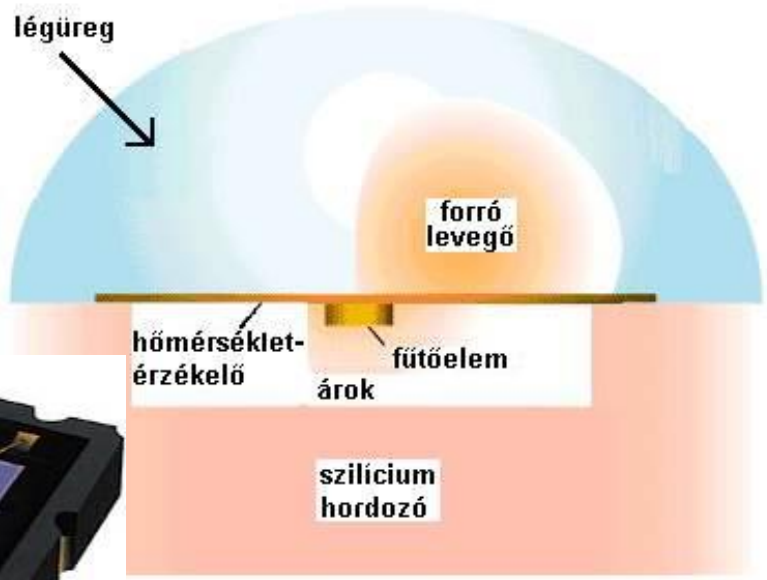


WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

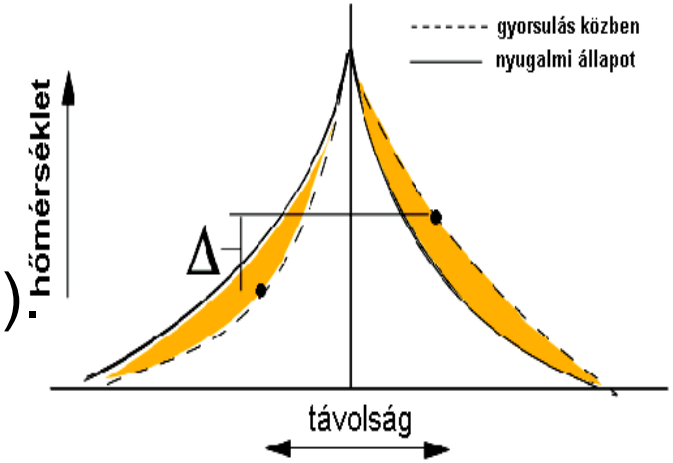
TERMODINAMIKUS GYORSULÁSÉRZÉKELŐK







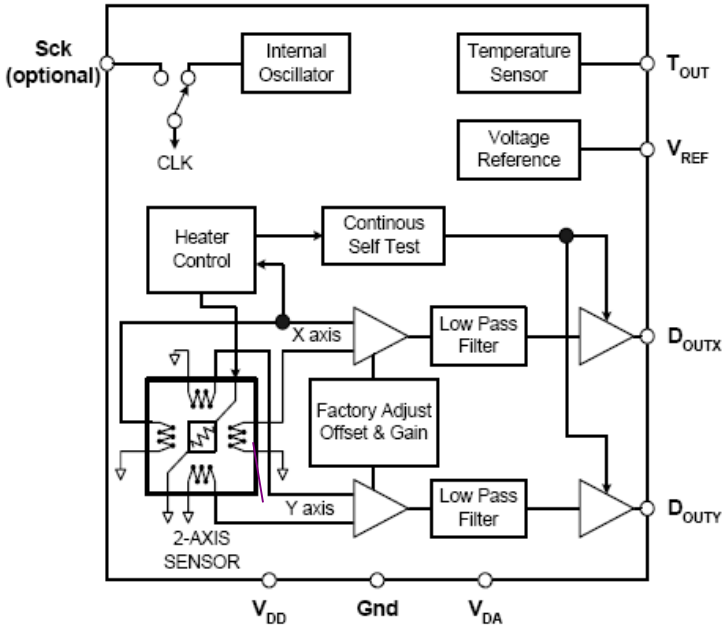
- finom felbontás (< 1 mg),
- nincs mozgó alkatrész,
- kimagasló ütésállóság (> 50.000 g).



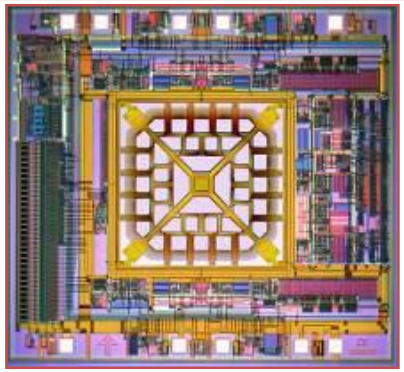
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

TERMODINAMIKUS GYORSULÁSÉRZÉKELŐ (MEMSIC)

FEATURES
Resolution better than 1 mg at 1 Hz
Dual axis accelerometer fabricated on a monolithic CMOS IC
RoHS compliant
On-chip mixed mode signal processing
50,000 *g* shock survival rating
17 Hz bandwidth
3.00V to 5.25V single supply operation
Small (5mm x 5mm x 2mm) surface mount package
Continuous self-test
Independent axis programmability (special order)



MXD2020E/F FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

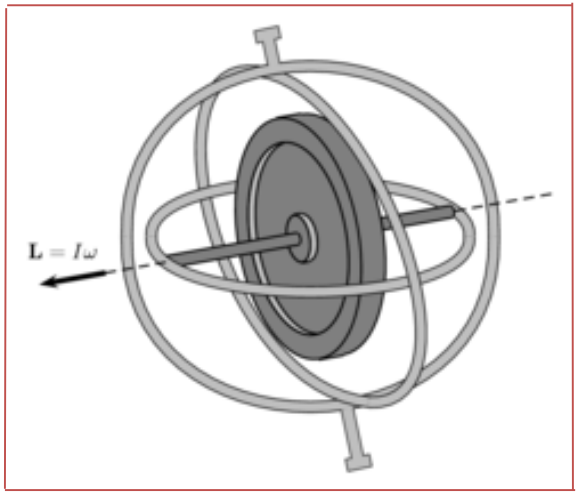


Az MXD2020 láb-kompatibilis az Analog Devices gyártmányú AXD 202-vel.
Maximális méréstartománya 2g.
Kis frekvenciás áramkörökben használják pl. riasztó.

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

GIROSZKÓP MŰKÖDÉSI ELVE

A giroszkóp (más néven pörgettyű) a fizikából ismert perdületmegmaradás törvényét demonstráló eszköz.
A legegyszerűbb változata egy tengely körül szabadon forgó lendkerékből áll. Amikor a kerék forogása közben az eszközt a tengelyre merőleges erőhatás éri, az eszköz a tengelyre és a külső erőhatásra egyaránt merőleges irányban fordul el.

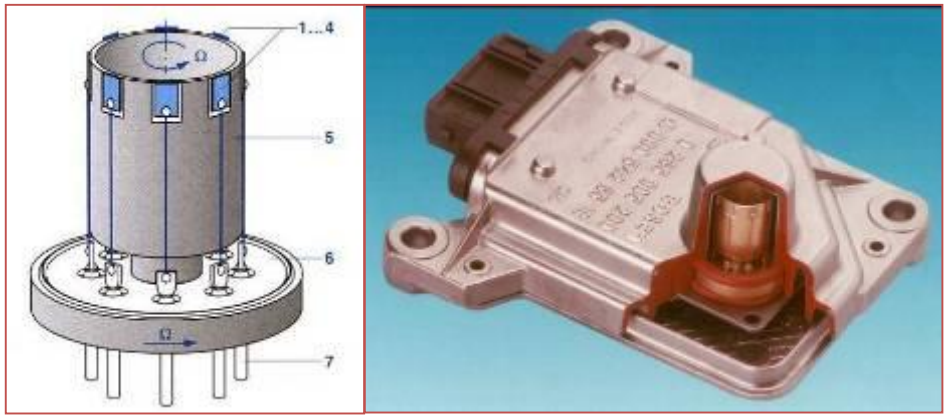


Giroszkópokat gyakran alkalmaznak iránytű helyett vagy azok kiegészítéseként (hajókon, repülőkön, űreszközökön). Ha ugyanis az eszközt további két tengellyel látjuk el úgy, hogy a három tengely egymásra kölcsönösen merőleges legyen, a giroszkóp tehát tetszőleges irányba szabadon el tud fordulni, akkor a pörgő kerék megőrzi forgási tengelyének eredeti irányát, függetlenül attól, hogy a kerete hogyan fordul el (ld. ábra.)
A giroszkóp használható stabilitás fokozására is. Hasonló funkciót látnak el a giroszkópok precíziós műszerekben és járműveken is.

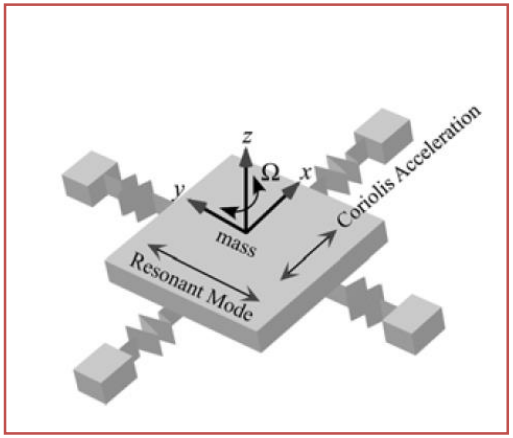
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

GIROSZKÓP SZERKEZETEK

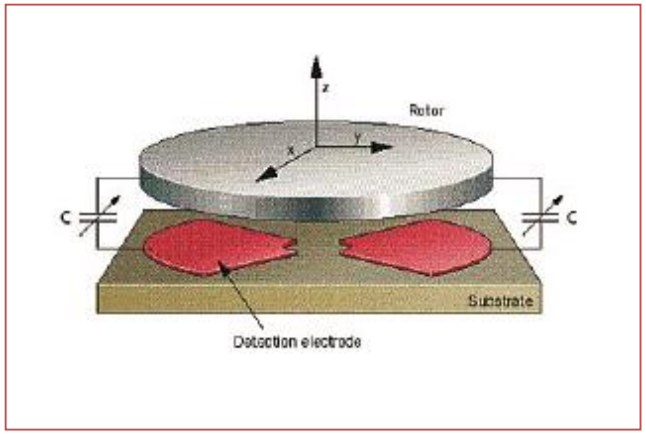
Forrás: BOSCH



Elektromechanikus giroszkóp



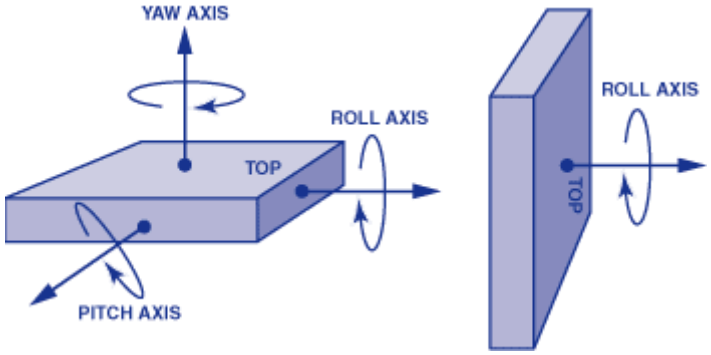
Keretben rezgetett tömegű giroszkóp

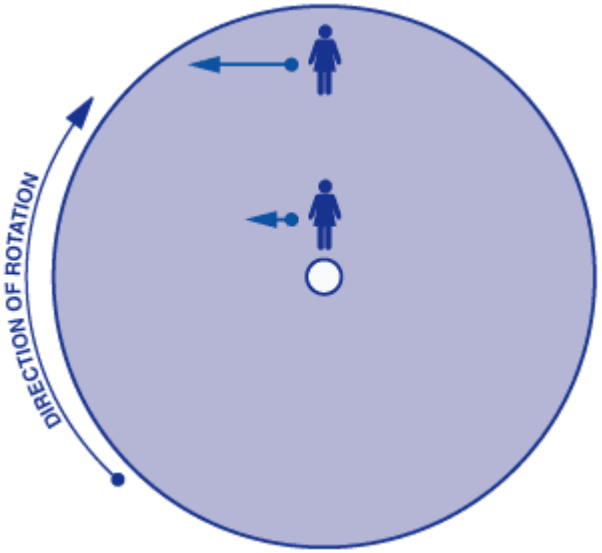


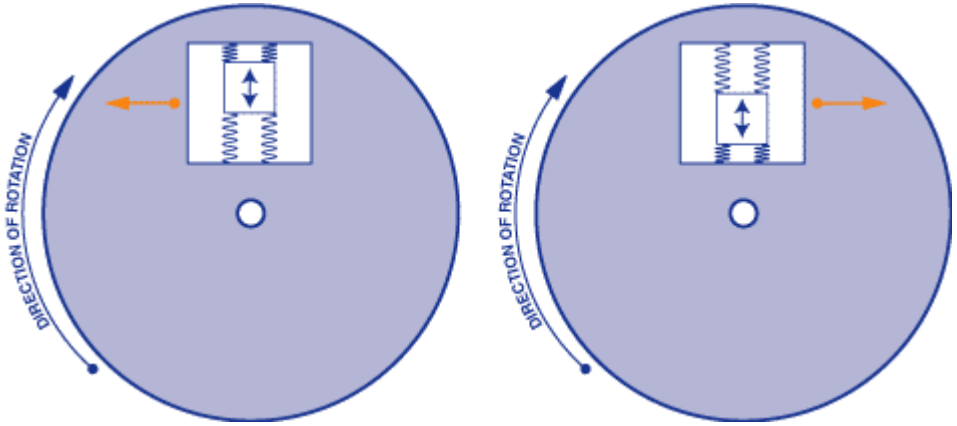
Rezgetett korongú giroszkóp

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

SZÖGSEBESSÉG-ÉRZÉKELŐ (YAW-RATE)

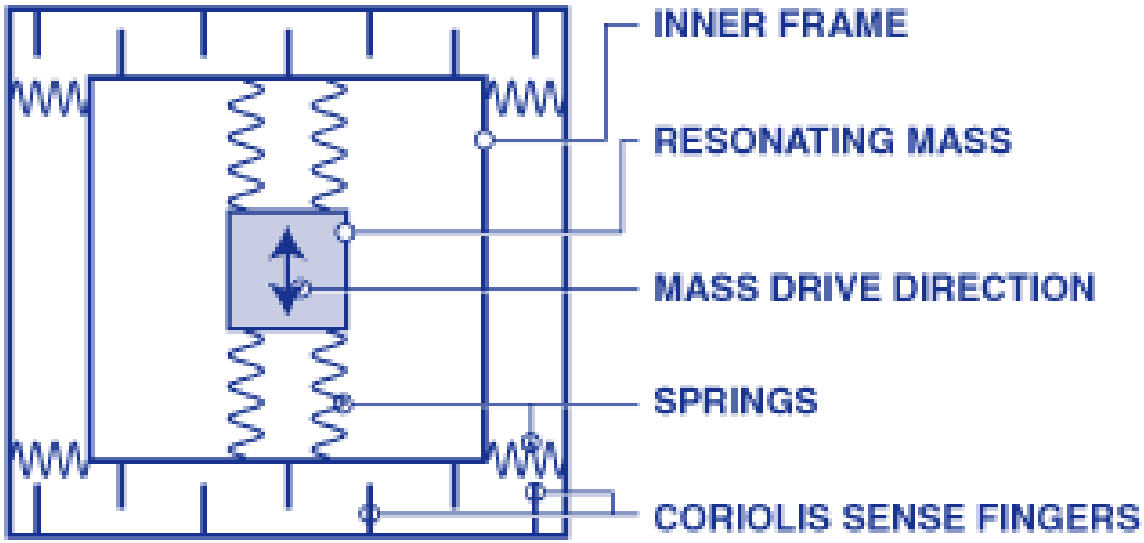


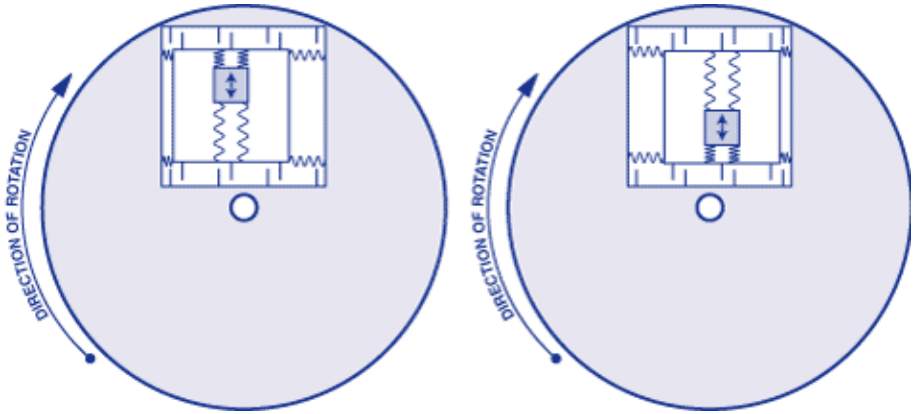




WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

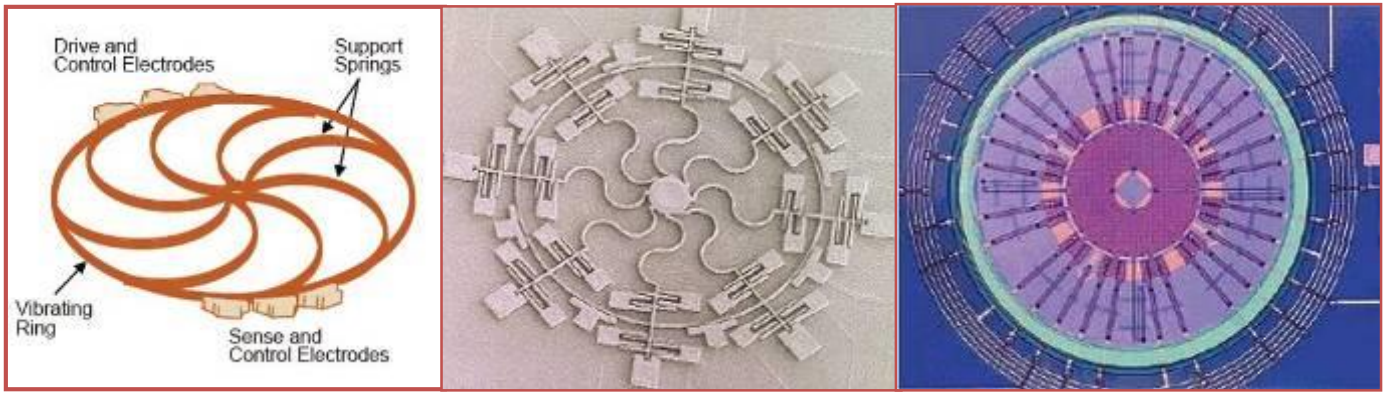
SZÖGSEBESSÉG-ÉRZÉKELŐ (YAW-RATE)



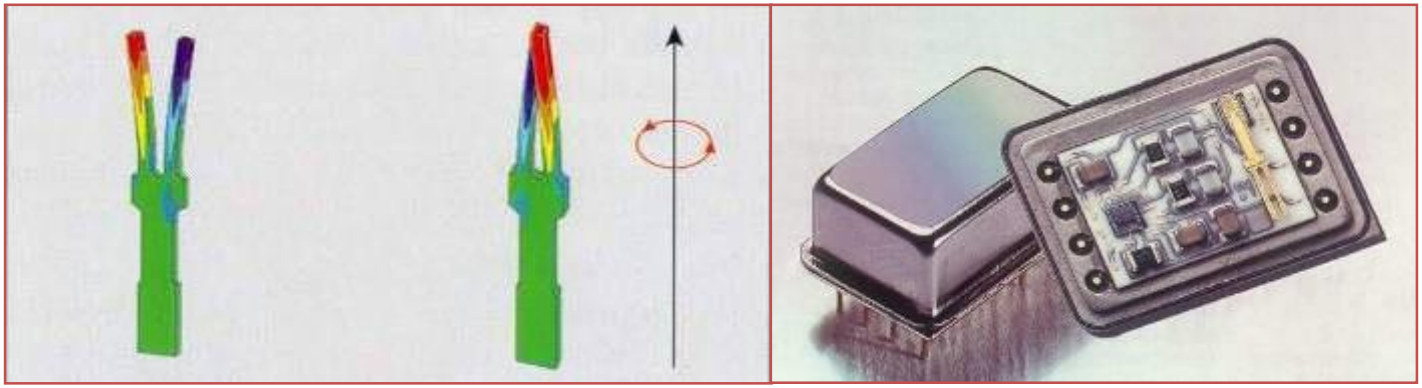


WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

GIROSZKÓP SZERKEZETEK



Rezgetett gyűrű tömegű giroszkóp

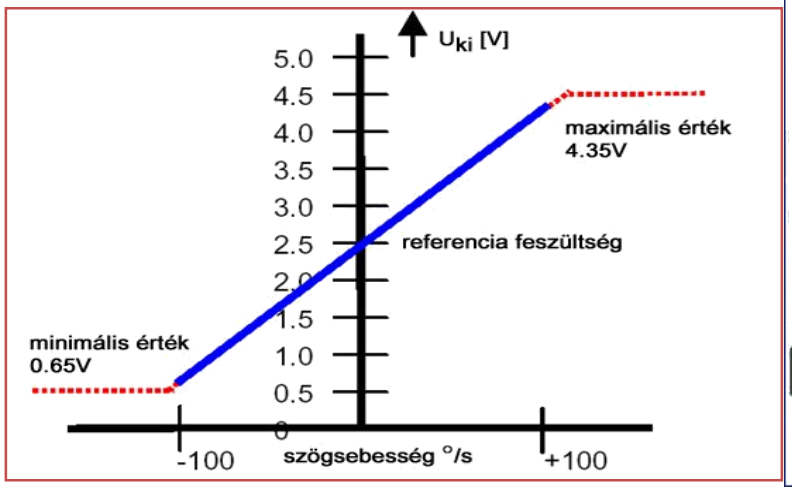


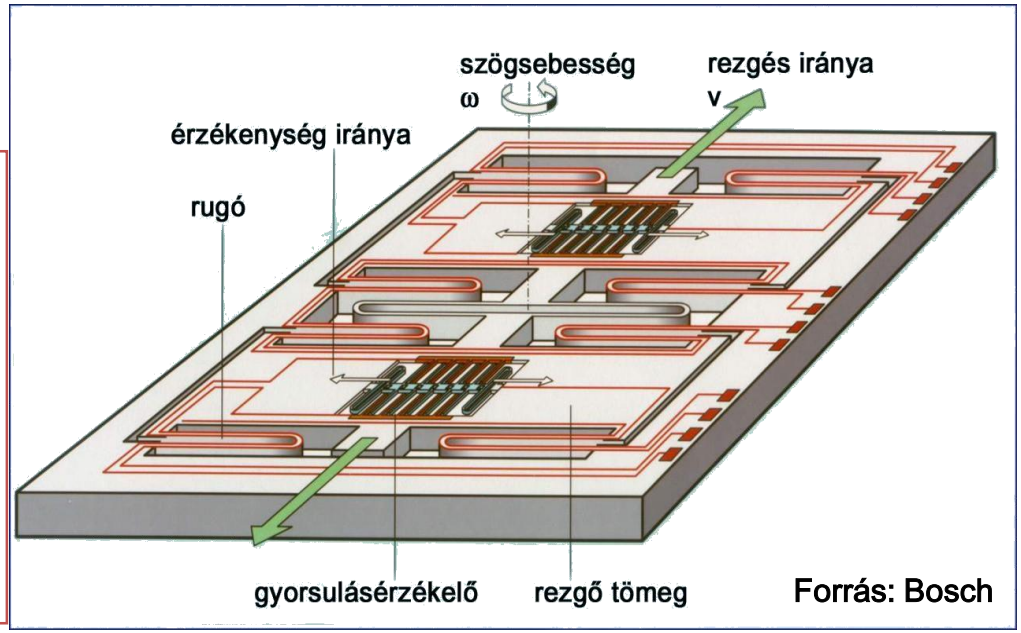
Rezgetett hangvillás giroszkóp

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

SZÖGSEBESSÉG-ÉRZÉKELŐ (YAW-RATE)

- Függőleges tengely körüli elfordulás
- Coriolis effektuson alapul a mérés,
- Coriolis erő értéke: $2mv_x\omega$,
- Kis nagyságrendű erőt kell mérni,
- rezonátor giroszkóp elv,
- analóg vagy digitális kimenet (CAN).
- hossztengely körüli verzió (pl. borulás, elfordulás)



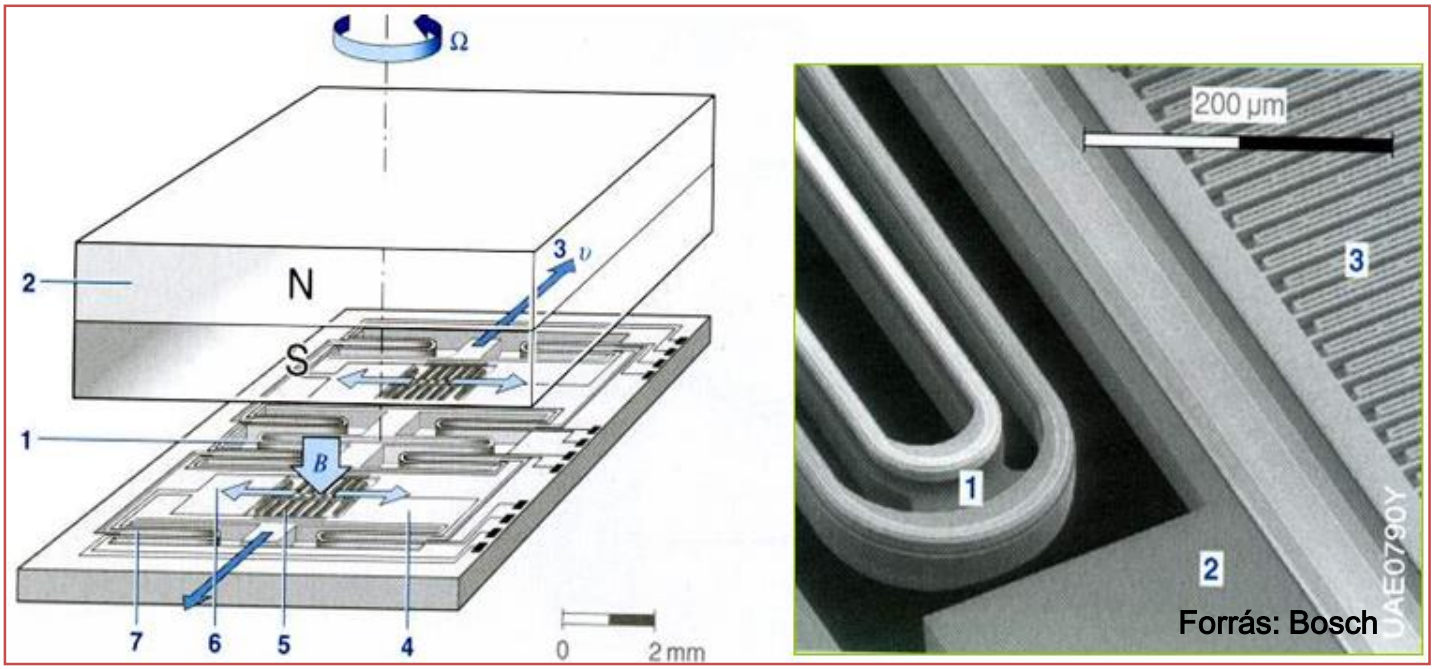


Forrás: Bosch

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

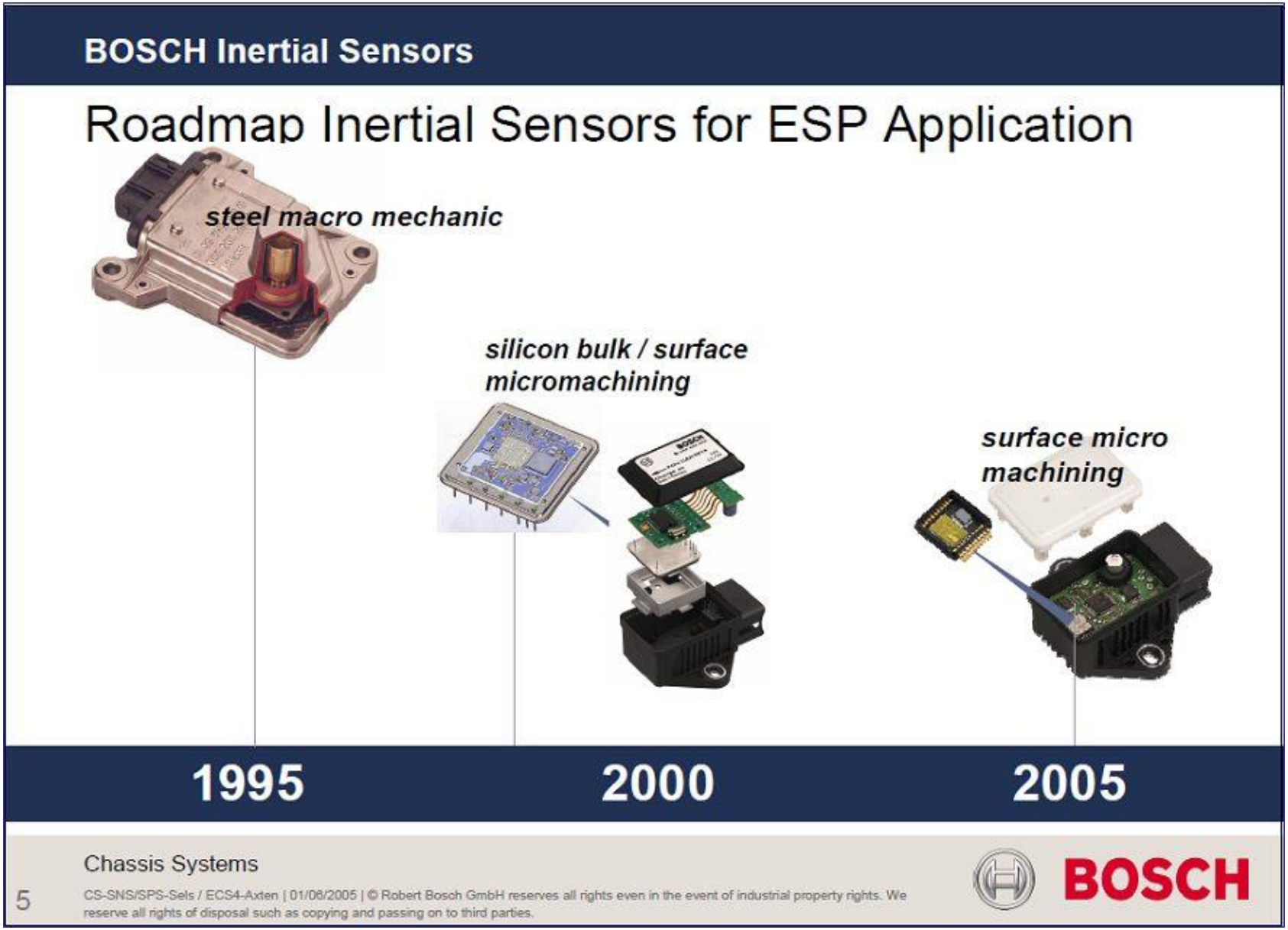
SZÖGSEBESSÉG-ÉRZÉKELŐ (YAW-RATE)

Megértéshez ajánlott: **https://youtu.be/XsjvaYAFN1M**



Forrás: Bosch

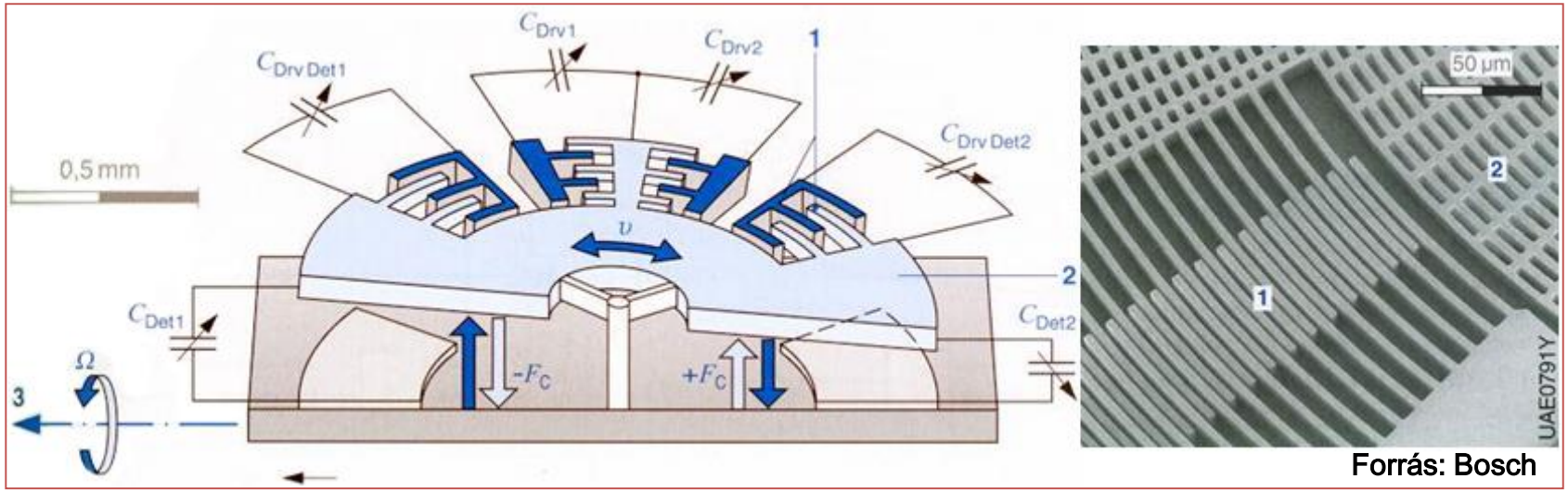
A tömbi mikromechanikával kialakított „v” irányban mozgó gyorsulás-érzékelőket elekrodinamikusan rezgetik ellentétes fázisban 50 µm-es kitéréssel. Az alsó érzékelők felületén az előzőekre merőlegesen két felületi mikromechanikával kialakított gyorsulásérzékelő található, amelyek a Coriolis erő hatására elmozdulnak. A kapacitás változás értéke a szögsebességgel arányos.



WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

SZÖGSEBESSÉG-ÉRZÉKELŐ (ROLL-RATE, DRS-MM2)

Ajánlott: **http://youtu.be/11MtJG2xrrc**

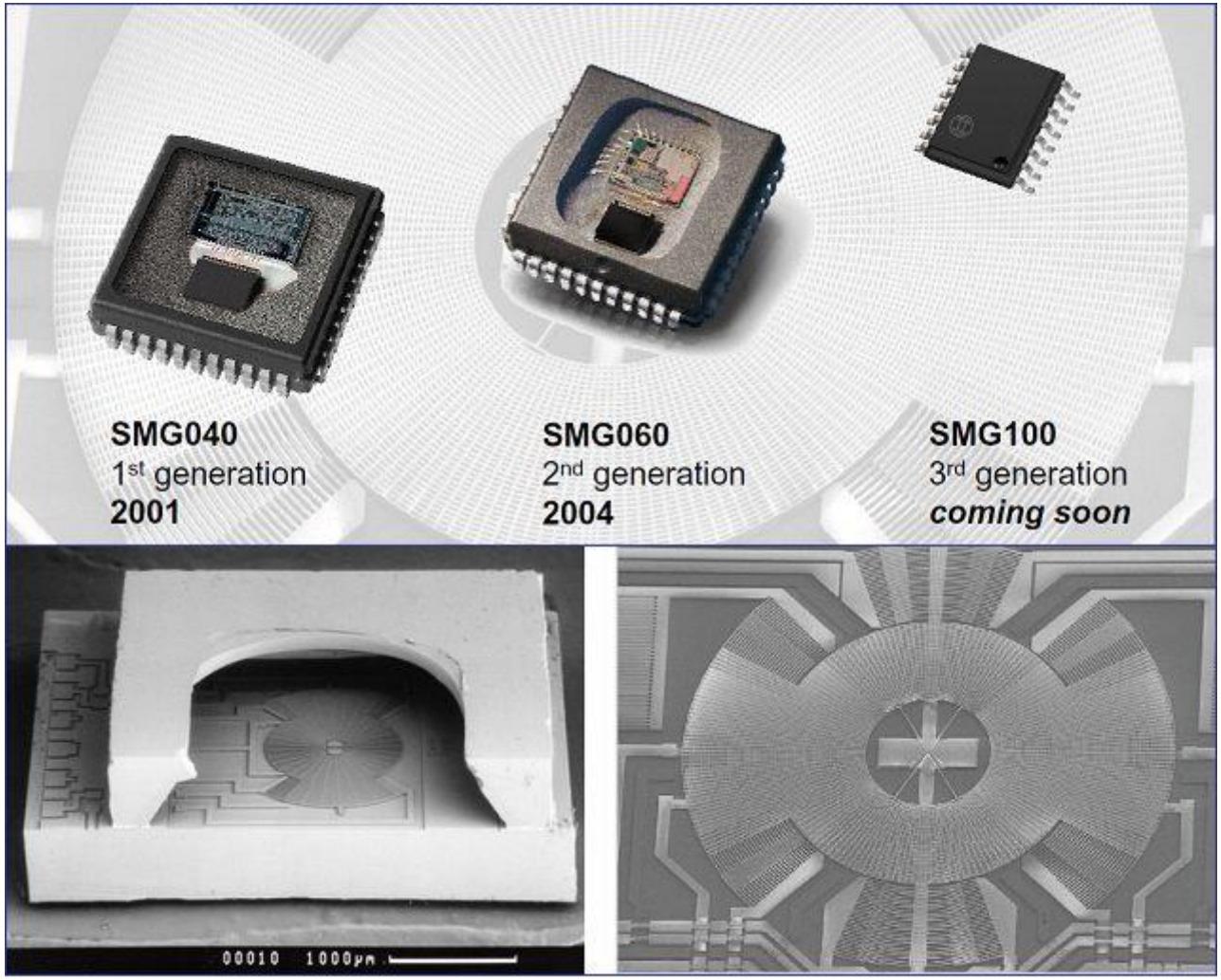


Forrás: Bosch

A fésűs szerkezetű elektrosztatikusan rezgetett korong átmérője 1,6 mm, vastagsága 10 µm, a rezgési frekvencia 1,5 kHz.
Ha az érzékelő az x tengely körül elfordul a Coriolis erő hatására a fésűs szerkezet a függőleges helyzetéből kitér. Az alaplap és a felületek között mérhető kapacitás változás a szögelfordulással arányos.
A megkívánt kis csillapítás miatt a tokozásban a nyomás < 5 mbar-nál.

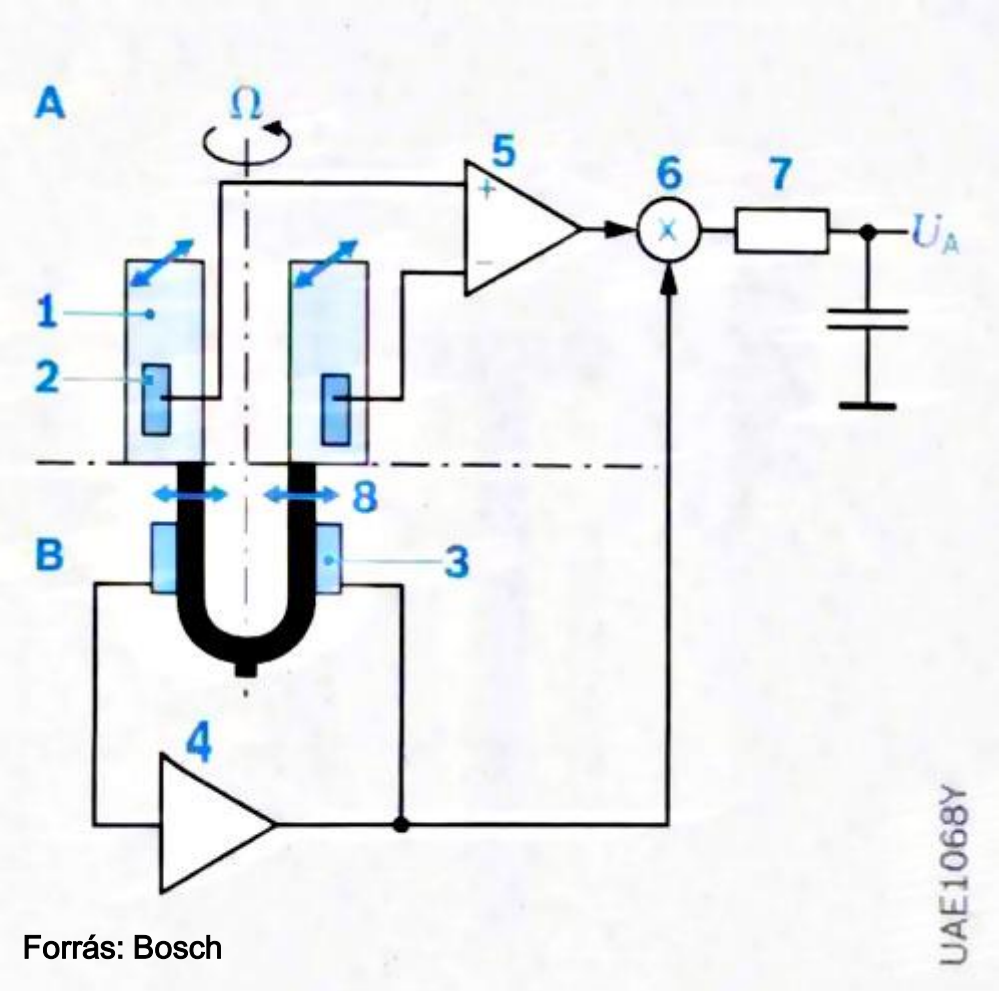
WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

SZÖGSEBESSÉG-ÉRZÉKELŐ (ROLL-RATE, DRS-MM2)



WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

REZGETETT HANGVILLÁS GIROSZKÓP



Forrás: Bosch

A – lengő test mérendő része
B – a lengő test befolyásolandó része (ellenfázois)
1 lengő test
2 gyorsulás érzékelő
3 működtető (piezo elektromos elem a rezgés létesítésre)
4 szabályzó
5 töltéserősítés
6 többszöröző (demoduláció)
7 aluláteresztő szűrő
8 rezgésgerjesztés
Ua – kimeneti feszültség (amplitúdó arányos a perdülettel, előjel arányos az elmozdulási iránytól)
Ω – perdületi szögsebesség

Pl. navigációs rendszerek menetirány+kanyarodás érzékelésénél

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

KOMBINÁLT MODUL (SZENZOR CLUSTER)

BOSCH MEMS Sensor Cluster DRS-MM3.x

Sensor Cluster DRS-MM3.x

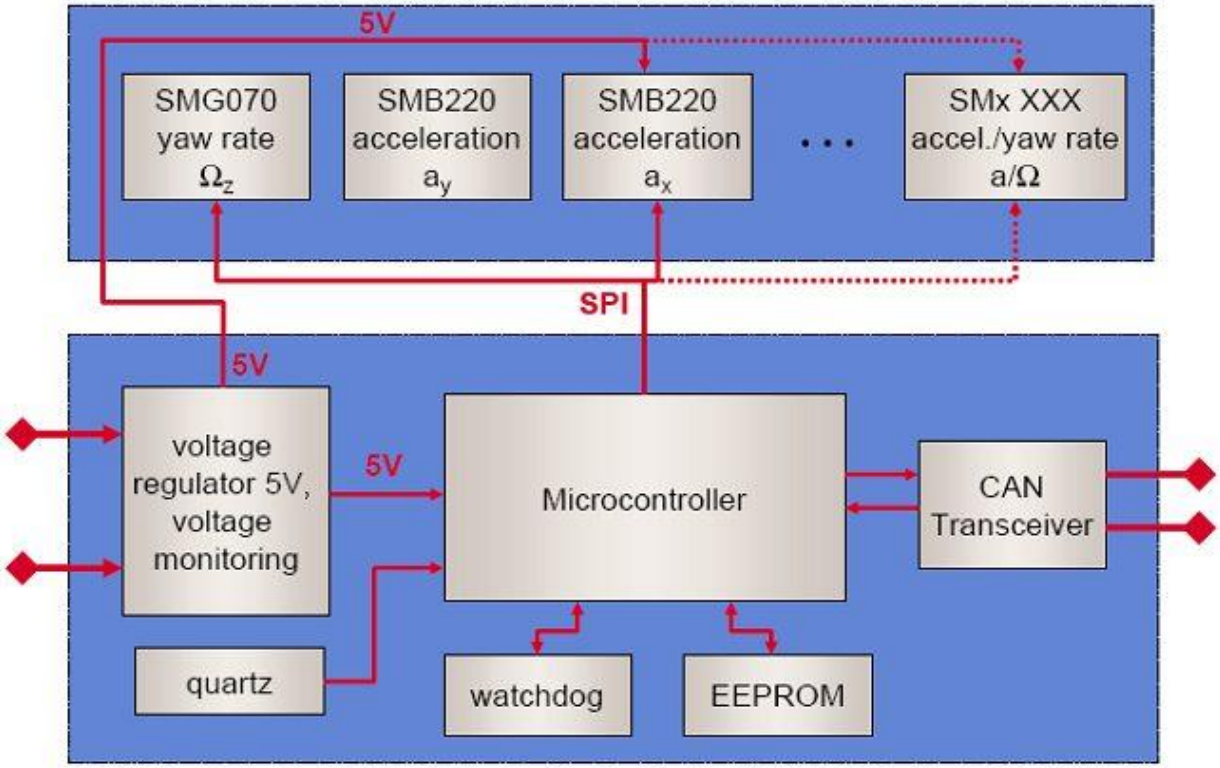
- Modular concept for flexible configuration of angular rate and acceleration sensor elements
- Excellent vibration robustness (5g sinus 0...10kHz)
- High robustness due to digital internal signal processing and communication
- Multi-level safety monitoring concept

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

KOMBINÁLT MODUL (SZENZOR CLUSTER)

BOSCH MEMS Sensor Cluster DRS-MM3.x

Block Schematic Sensor Cluster DRS-MM3.x



WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

MEMS Inertial Sensors SMB220 / SMG070

- Individually packaged sensor elements suitable for integration into system ECU
- Internal parametric monitoring of measuring element and ASIC
- High resolution
- High accuracy, low noise

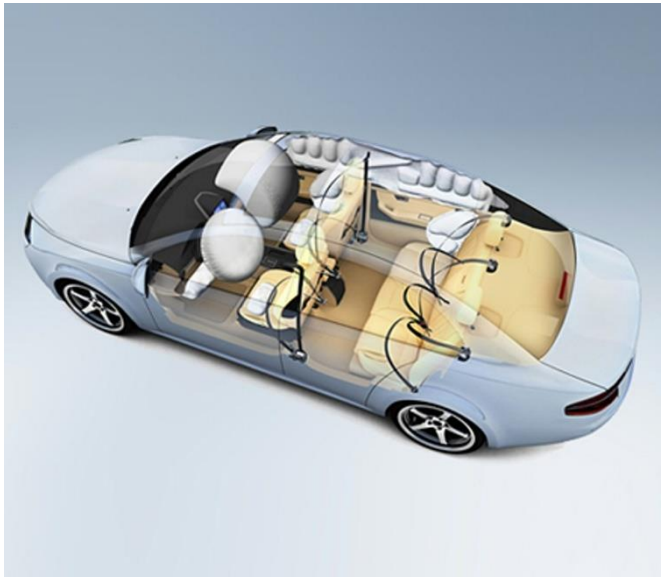
	Angular velocity output (SMG070)	Acceleration output (SMB220)
Measuring range	+/- 187 °/s	+/- 4.9 g
Nominal sensitivity	175 LSB/ °/s	6667 LSB/g
Quantization	16 bit	16 bit
Non-linearity	+/- 0.5 %	+/- 1.0 %
Sensitivity error	+/- 2.5 %	+/- 2.5 %
Cut-off frequency (-3dB)	60 Hz	60 Hz
Signal noise	0.05 °/s rms	0.004 g rms
Offset error	+/- 1.5 °/s	+/- 0.05 g
Cross axis sensitivity	+/- 2.0 %	+/- 2.5 %
g-sensitivity	+/- 0.3 °/s/g	

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

JÁRMŰVEK BIZTONSÁGI RENDSZEREI

A passzív biztonsági rendszerek baleset esetén az utasok védelmét szolgálják:

- légzsák
- övfeszítő



Az aktív biztonsági rendszerek segítenek elkerülni a baleseteket:

- ABS blokkolásgátló rendszer
- ASR kipörgésgátló rendszer

Forrás: Bosch

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Forrás: Bosch

ABS – ANTI-LOCK BREAKING SYSTEM

ABS (blokkolásgátló rendszer)

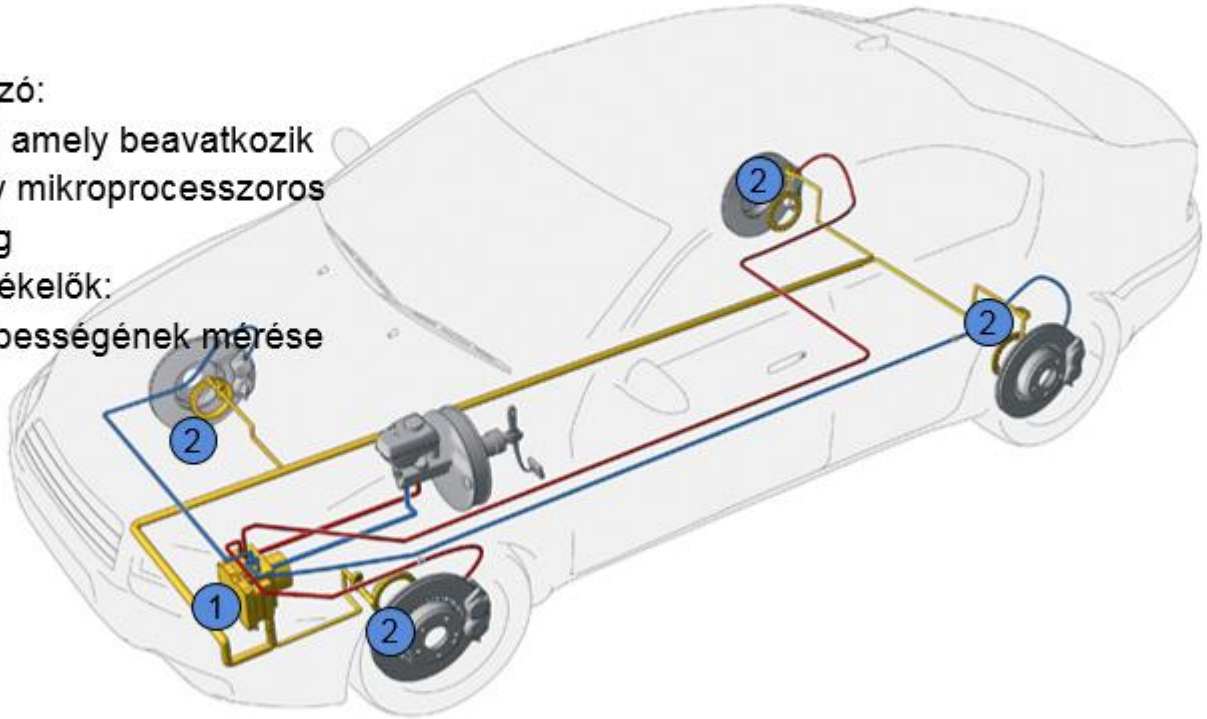
BOSCH

Hogyan működik az ABS?

Az ABS részegységei:

1 Hidraulikus szabályzó:
Hidraulikus egység, amely beavatkozik a fékezésbe, és egy mikroprocesszoros ABS- vezérlőegység

2 Keréksebesség-érzékelők:
A kerekek forgássebességének mérése



03.03.03

© Alle Rechte bei Robert Bosch GmbH, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen. Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

CS/MKT

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Forrás: Bosch

ABS – ANTI-LOCK BREAKING SYSTEM

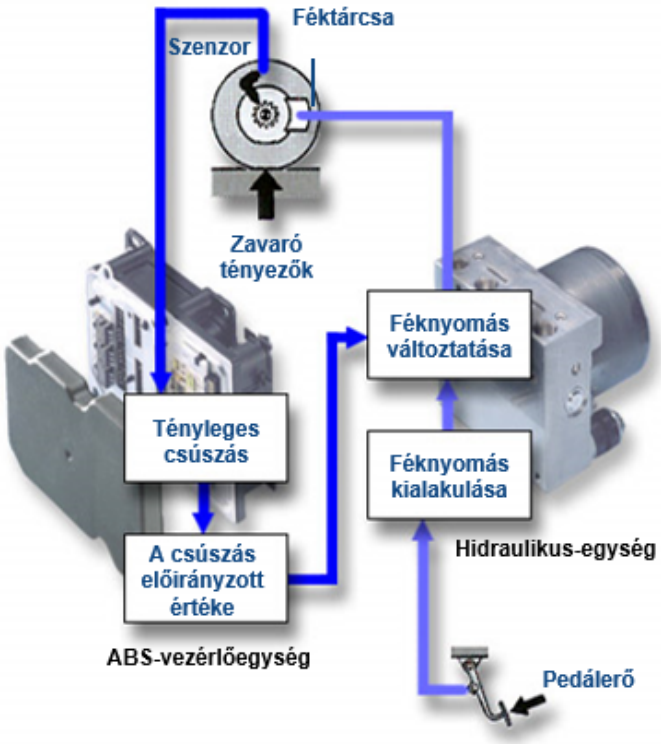
ABS (blokkolásgátló rendszer)

BOSCH

Hogyan működik az ABS? (3)

➔ Az ABS szabályozási köre:

- A vezető megnyomja a féket. A főfékhenger és a fékrásegítő létrehozza a féknyomást
- A keréksebesség-érzékelők továbbítják a kerék fordulatszámát az ABS-vezérlőegységnek
- Az ABS-vezérlőegység kiszámítja a kerék csúszását.
- Túl nagy csúszásnál a vezérlőegység a mágnesszelepek segítségével csökkenti a féknyomást, ezzel megelőzi a kerekek blokkolását



03.03.03
© Alle Rechte bei Robert Bosch GmbH, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen. Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.
CS/MKT3

ASR – ANTI SLIP REGULATION

ASR (kipörgésgátló rendszer)

BOSCH

Miért van szükség ASR-re?

- Elindulásnál és gyorsításnál a kerekek és az úttest közötti csúszás annyira megnövekedhet, hogy egy vagy több kerék kipöröghet.
  - A kipörgő kerekek az úttestre nem tudnak hajtó- vagy kormányerőt átvinni
    - Így a jármű már nem irányítható
  - Ha az úttestre átvihető meghajtó nyomaték kisebb a vezető szándékánál, akkor az ASR a csúszást a pillanat töredéke alatt a lehető legjobb szintre csökkenti

03.03.03

© Alle Rechte bei Robert Bosch GmbH, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen. Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

28

CS/MKT3

Előnyök: Megakadályozza a kerekek kipörgését; Javítja a menetstabilitást; Kormányozhatóan tartja a járművet

Forrás: Bosch

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Forrás: Bosch

ASR – ANTI SLIP REGULATION

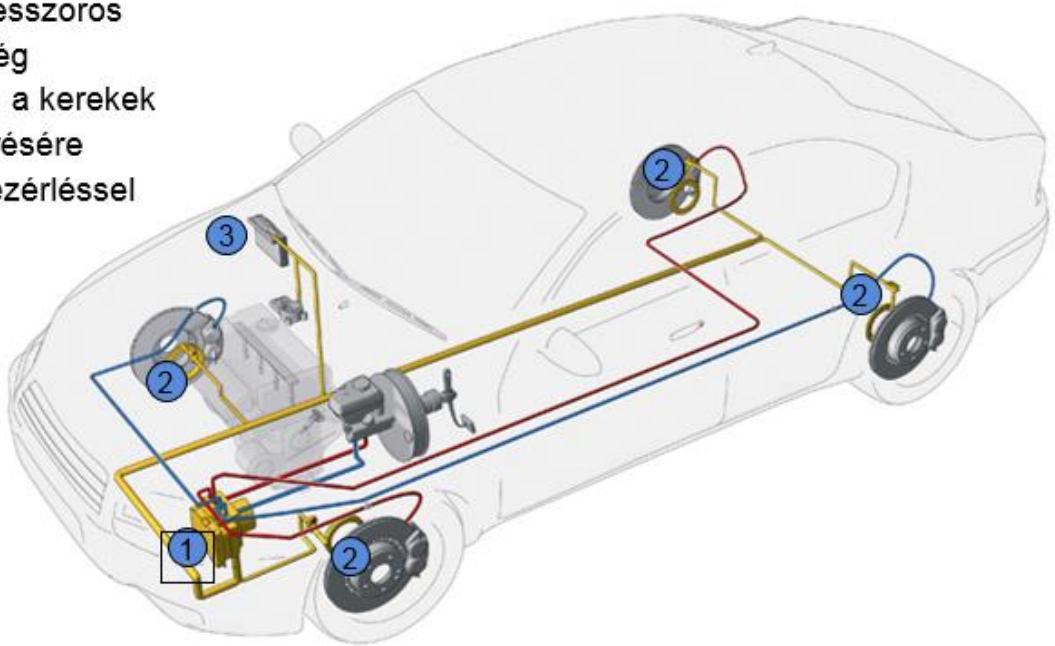
ASR (kipörgésgátló rendszer)

BOSCH

Miből egységekből áll az ASR?

A BOSCH ASR részegységei:

1. Hidraulikus egység, amely beavatkozik a fékezésbe és mikroprocesszoros ABS/ASR szabályzó egység
2. Keréksebesség-érzékelők: a kerekek forgási sebességének mérésére
3. Információcsere a motorvezérléssel



03.03.03

© Alle Rechte bei Robert Bosch GmbH, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen. Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

CS/MKT3

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Forrás: Bosch

ASR – ANTI SLIP REGULATION

ASR (kipörgésgátló rendszer)

BOSCH

Milyen helyzetekben segít az ASR? (1)

- Példa: Elindulás csúszós emelkedőn

ASR nélkül

1. A vezető el akar indulni. A kerekek kipörögnek.
2. A kerekek a meghajtó erőt nem tudják átvinni az úttestre.
3. A jármű ellenőrizhetetlen csúszásba kezd.

ASR-rel

1. A vezető el akar indulni. A kerekek kipörgésének veszélye fenyeget.
2. Az ASR csökkenti a meghajtó nyomatékot.
3. A jármű biztonságosan elindul.

ASR nélkül

1. A vezető túlságosan gyorsít.
2. A kerekek kipörögnek, a jármű megpördül.
3. A jármű már nem irányítható.

ASR-rel

1. A vezető túlságosan gyorsít. Az ASR érzékeli a kerekek kipörgési hajlamát.
2. Az ASR csökkenti a meghajtó nyomatékot, így megelőzi a kerekek kipörgését.
3. A jármű biztonságosan halad a kanyarban.

- Példa: Gyorsítás kanyarból kijövetelkor

03.03.03

© Alle Rechte bei Robert Bosch GmbH, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen. Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

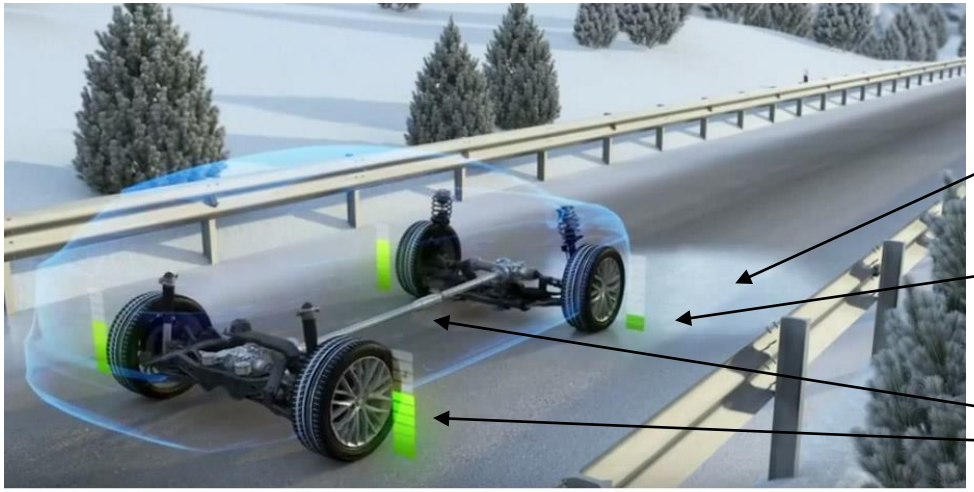
31

CS/MKT3

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Forrás: SEAT

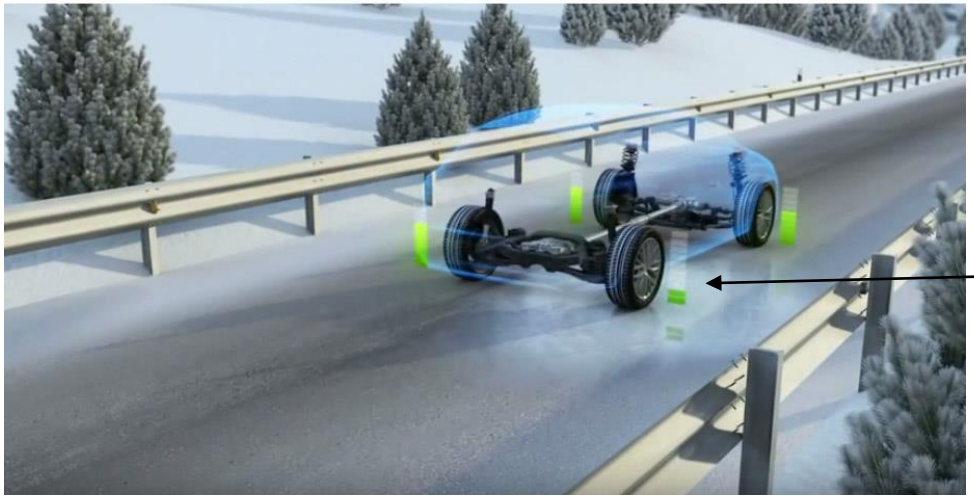
EBL: ELECTRONIC BREAK LOCK



Csúszós útfelület

Adott keréken redukált meghajtás

Hátsó/oldalsó kerekeken (ahol a tapadás biztosított) erősebb meghajtás



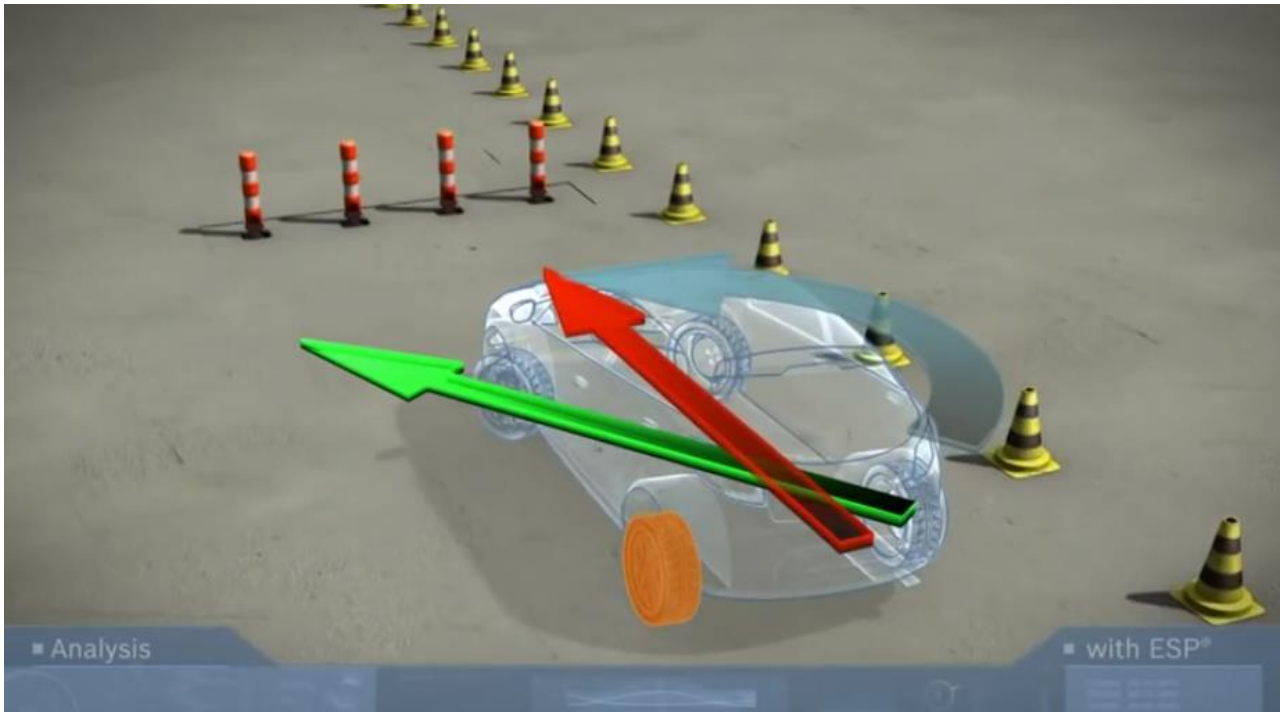
Konzisztens megoldás továbbhaladásnál.

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

Forrás: Bosch

ESP: ELECTRONIC STABILITY PROGRAM

Ajánlott: **https://youtu.be/yOwkwrM10hk**

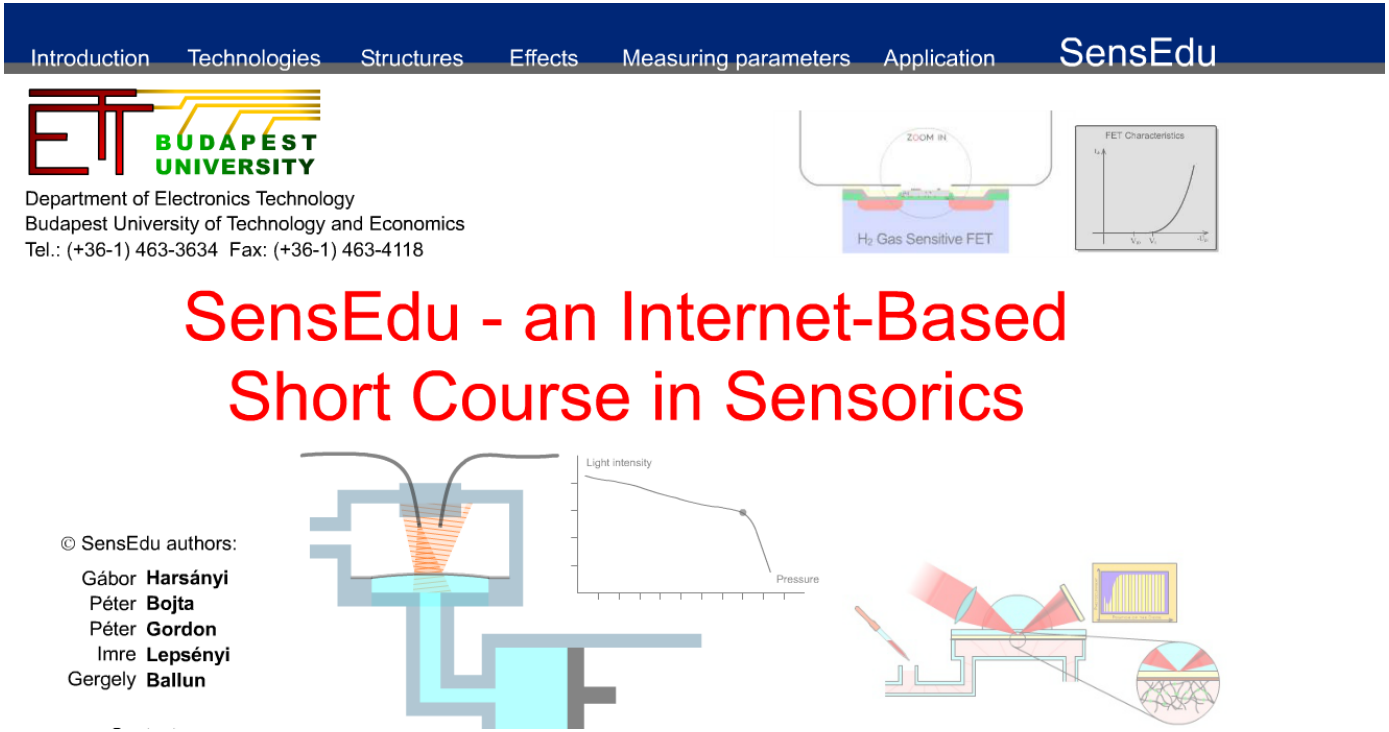


Menetstabilitás javítása komplex rendszeren keresztül:
Gyorsulásérzékelő a kerekeken, kormány szögelfordulás szenzor, Yaw Rate szenzor. – gyakorlatban ABS+ESR+EBL közreműködés

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

AJÁNLOTT OKTATÁSI SEGÉDLET!

www.sensedu.com
www.memsedu.com



WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

- Röviden jellemezze a modern gépjárművek elektronikai trendjeit!
- Mi a SMART és az AUTONÓM gépjárművek közötti elvi különbség?
- A szenzor - bemenet, kimenet, mérőrendszer: jellemezze!
- Távadók, és típusaik – jellemezze!
- Hasonlítsa össze a CAN, LIN és FLEXRAY buszokat!
- Mutassa meg a felületi és tömbi mikromechanika közti különbséget!
- Mutassa be a kopogásérzékelőt és a működési elvét!
- Mutasson példát ábrával és magyarázattal egy gyorsulásérzékelőre!
- Mi a lényege a termomechanikus gyorsulásérzékelőnek?
- Mutasson példát ábrával és magyarázattal egy yaw szenzorra!
- Mutassa be a szenzorok együttműködését az elektronikai stabilitás program példáján keresztül!
- Mi a lényege a Sensor Cluster-eknek?

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS