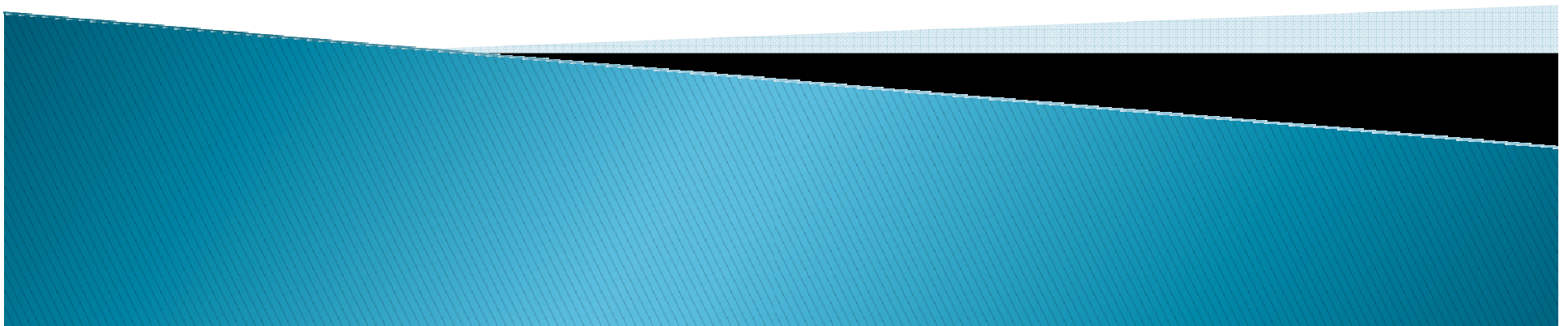


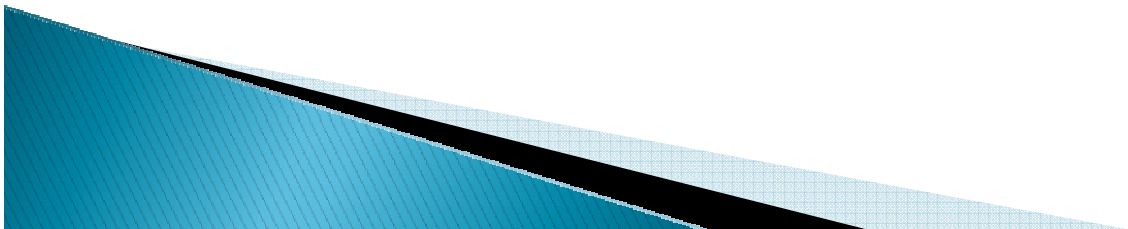
Komponens alapú energiatakarékos MAC

A Component-Base Architecture for Power-Efficient Media
Access Control in Wireless Sensor Networks



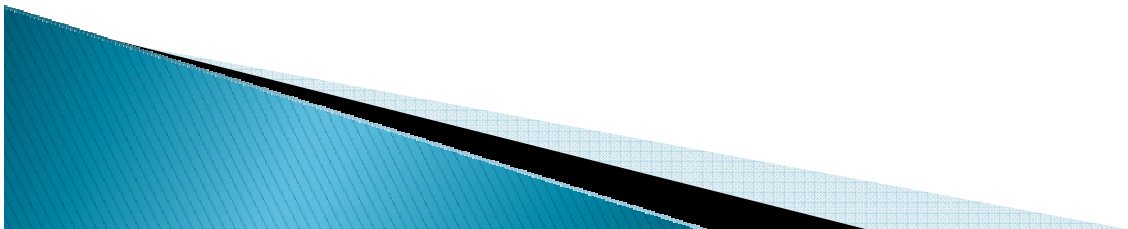
Mi az a MAC, miért legyen energiatakarékos?

- ▶ MAC=Media Access Control, Közeghozzáférés vezérlés
- ▶ Lényegében azt irányítja, melyik mote mikor adjon, mikor vegyen a rádión
 - Probléma: ha két adó egyszerre ad, ütközés
- ▶ A rádió az egyik legnagyobb fogyasztó egy szenzornode-on
- ▶ Ha nincs adatcsere, feleslegesen működik
 - Probléma: a vevő legyen bekapcsolva, ha neki szóló adás van



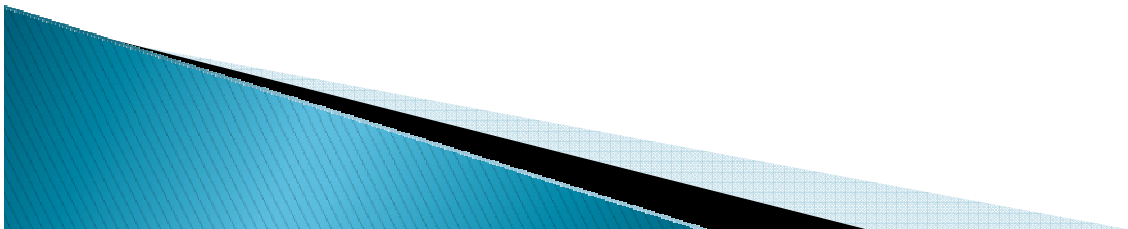
Energiatakarékos MAC protokollok: Channel Polling

- ▶ Vétel: időnként belehallgatok a csatornába, ha van adás, elkezdem feldolgozni, ha nincs, kikapcsolok
- ▶ Adás: a csomagok preamble-t tartalmaznak, ezt észlelve kapcsol be a vevő
- ▶ Ha nincs adatforgalom, minimális fogyasztás, de a hosszú preamble sok energiába kerül
 - Olyan kommunikációra alkalmas, ahol ritkán van adatcsere



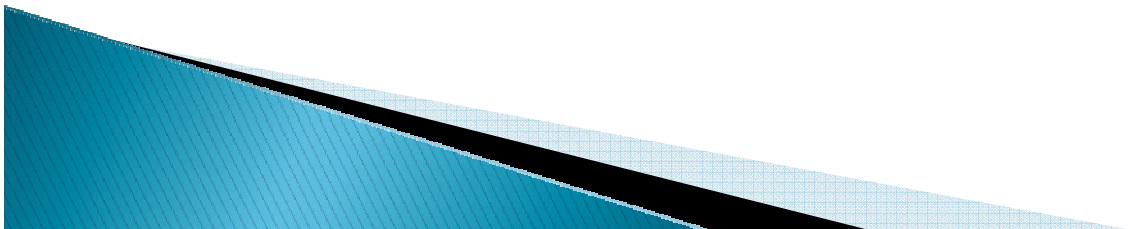
Energiatakarékos MAC protokollok: Channel Polling

- ▶ B-MAC: akkora a preamble, hogy a vevő biztosan bekapcsoljon
- ▶ X-MAC: a preamble tartalmazza a célcímet
 - Ha vevő észreveszi, hogy neki szól, ACK-t küld
 - Ha az adó ACK-t kap, elkezdi a hasznos adatot adni



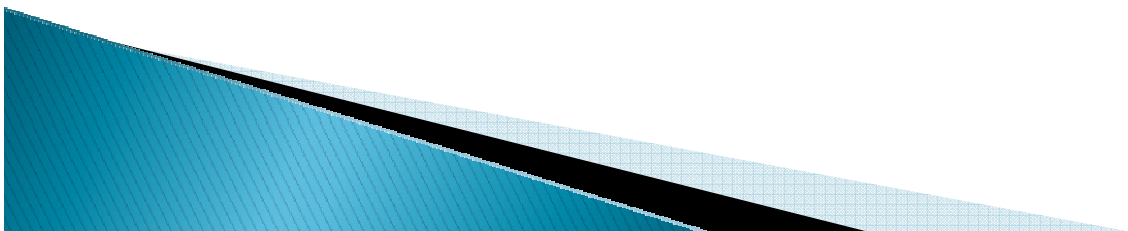
Energiatakarékos MAC protokollok: Időzített kommunikáció

- ▶ Vétel: Az összes node egyszerre tartja bekapcsolva a rádióját
- ▶ Adás: CSMA/CA
- ▶ Pl: S-MAC, T-MAC
- ▶ Nincs hosszú preamble, de:
 - Időszinkronizáció szükséges
 - Ha nincs adatforgalom hosszabb az aktív idő, mint CP esetén
 - CSMA/CA nem hatékony ha túl sok az adó



Energiatakarékos MAC protokollok: TDMA

- ▶ Time Division Multiple Access
- ▶ Pl: GTS (802.15.4), DRAND
- ▶ Az időt szeletekre bontjuk
- ▶ Bizonyos szeletekben mindenki alszik, bizonyos szeletekben mindenki ébren van
- ▶ Az aktív időből minden node kap egy szeletet: ilyenkor adhat
- ▶ Ha hibátlanul működik, nem fordulhat elő ütközés, de:
 - Időszinkronizáció szükséges
 - Ha a hálózat megváltozik, át kell szervezni az időszeleteket
 - Lassú átviteli sebesség



Energiatakarékos MAC protokollok: hibrid megoldások

▶ SCP:

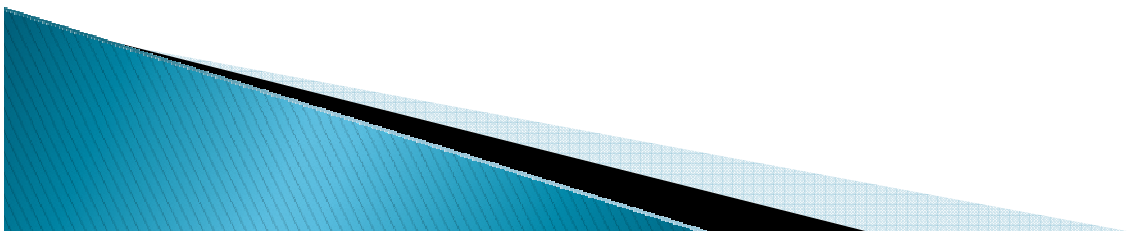
- Channel Polling alapú, de minden node egyszerre hallgat bele a csatornába
 - Nagyon rövid preamble

▶ Z-MAC:

- TDMA alapú, de ha egy node nem ad a saját időszelében, egy másik adhat (CSMA/CA-val)

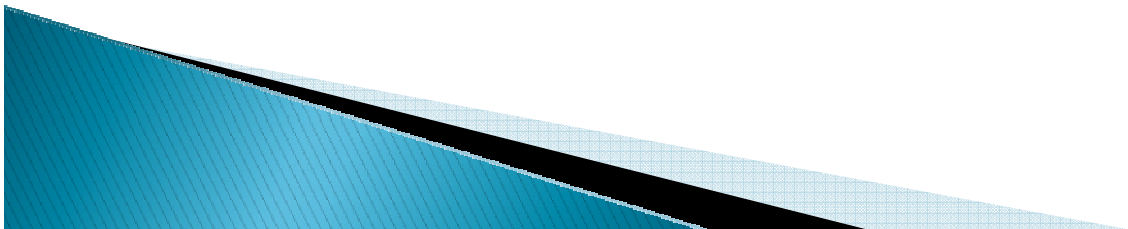
▶ Funneling MAC:

- CSMA/CA alapú, de a „legsűrűbb” helyeken TDMA



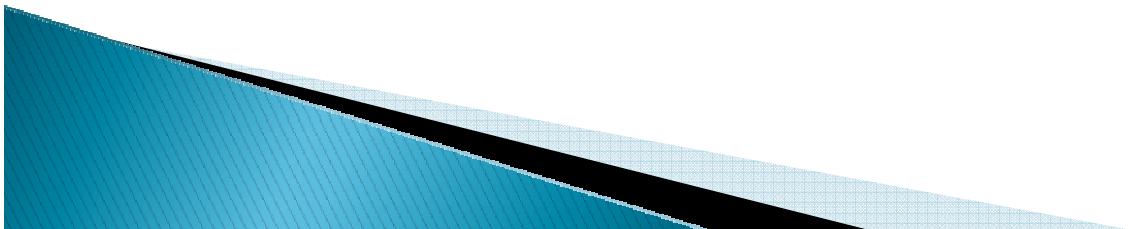
MLA felépítése

- ▶ MAC protokollokban sok az átfedés
 - Egyes elemeket csak egyszer valósítanak meg
 - Mindenki olyan MAC protokollt rak össze ami neki kell
- ▶ Csak a hardware közeli rész platformfüggő
 - Csak ezt a részt kell kicserélni, ha új platformra akarjuk portolni
 - A fejlesztő platformfüggetlenül tud dolgozni
 - Csak küldés/fogadás/beállítás/SplitControl interface-t lát



Hardverfüggetlen komponensek

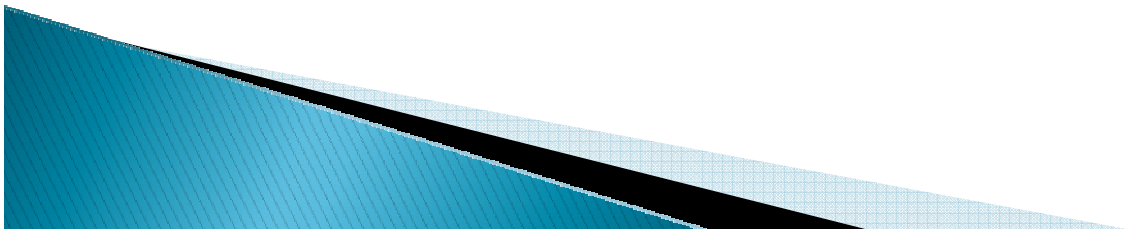
- ▶ Low Power Listener
 - FixedSleepLplListenerC:
 - Fix alvási idő (B-MAC, X-MAC)
 - PeriodicLplListenerC:
 - Fix időközönként kapcsol be (SCP)
- ▶ Channel Poller
- ▶ Preamble Küldő
 - Adott üzenetet ismételt adott ideig, vagy amíg le nem állítjuk
 - Bekapcsolható, hogy figyelje a vételt (ACK-ra)



Hardverfüggetlen komponensek

▶ Időszinkron

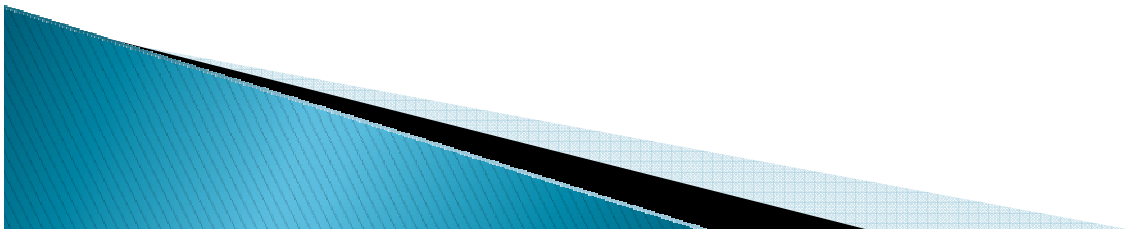
- Fix időközönként csomagot váltanak, ezzel adó és vevő is szinkronba kerül
- Sok alkalmazáshoz is szükséges a szinkron, ez is felhasználható



Hardverfüggetlen komponensek

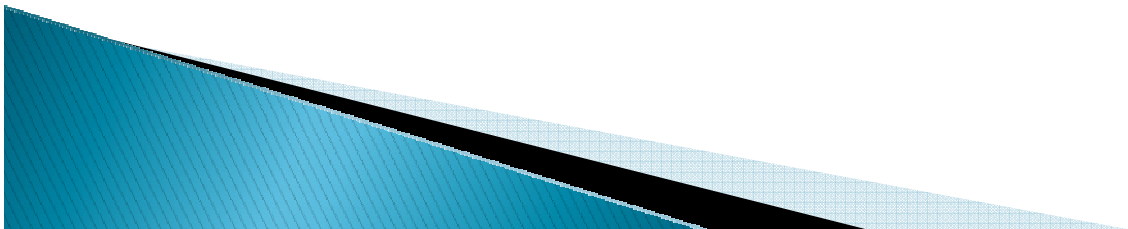
▶ Időszelet kezelők

- Frame-ek ismétlődnek
 - Ezek slotokra vannak bontva: minden slot alatt egy műveletet lehet végrehajtani
- Slot időzítő
 - A megfelelő időben átadja a vezérlést a megfelelő slot kezelőnek
- Slot kezelők
 - Adott feladatot hajt végre, a cikk írásakor két féle:
 - Küldés
 - Küldés, ha szabad a csatorna



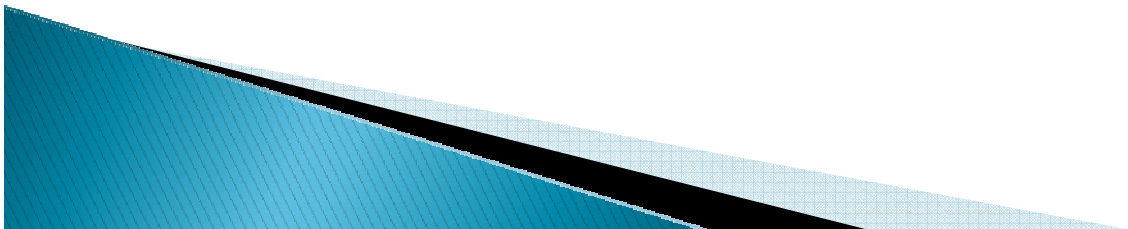
Hardverfüggő komponensek

- ▶ Rádió ki/bekapcsoló
 - Alkalmazás csak az egész MAC-et kapcsolhatja ki
- ▶ Csatorna figyelő
 - Adott ideig figyel, van-e forgalom a csatornán
- ▶ CCA control
 - Küldés előtt beiktathatunk várakozást
 - Ha ütközés történt, értesülünk róla, leállíthatjuk a küldést
- ▶ „Olcsó” újraküldés
 - Ha a rádió IC támogatja, kihasználhatjuk



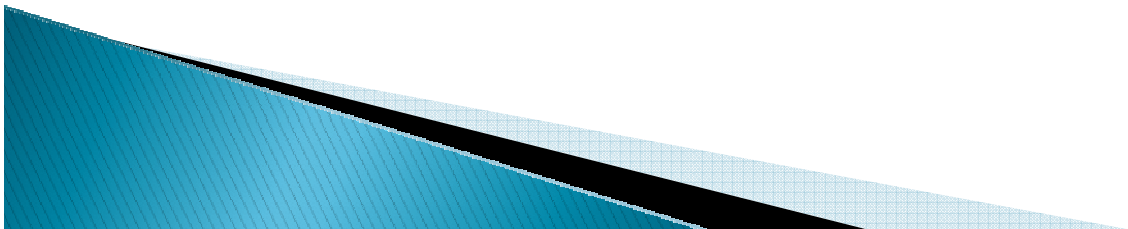
Hardverfüggő komponensek

- ▶ Alacsony késleltetésű I/O
 - Sok MAC protokollnál létfontosságú az időzítés, de a meglévő TinyOS modulok késleltetése kiszámíthatatlan (szinkronok)
- ▶ Alarm
 - Pontos időzítők (TinyOS-be épített)
- ▶ LocalTime
 - Megadható mennyi időnként, hány biten számolja
 - A túlcsordulásokat is ugyanannyi biten számolja

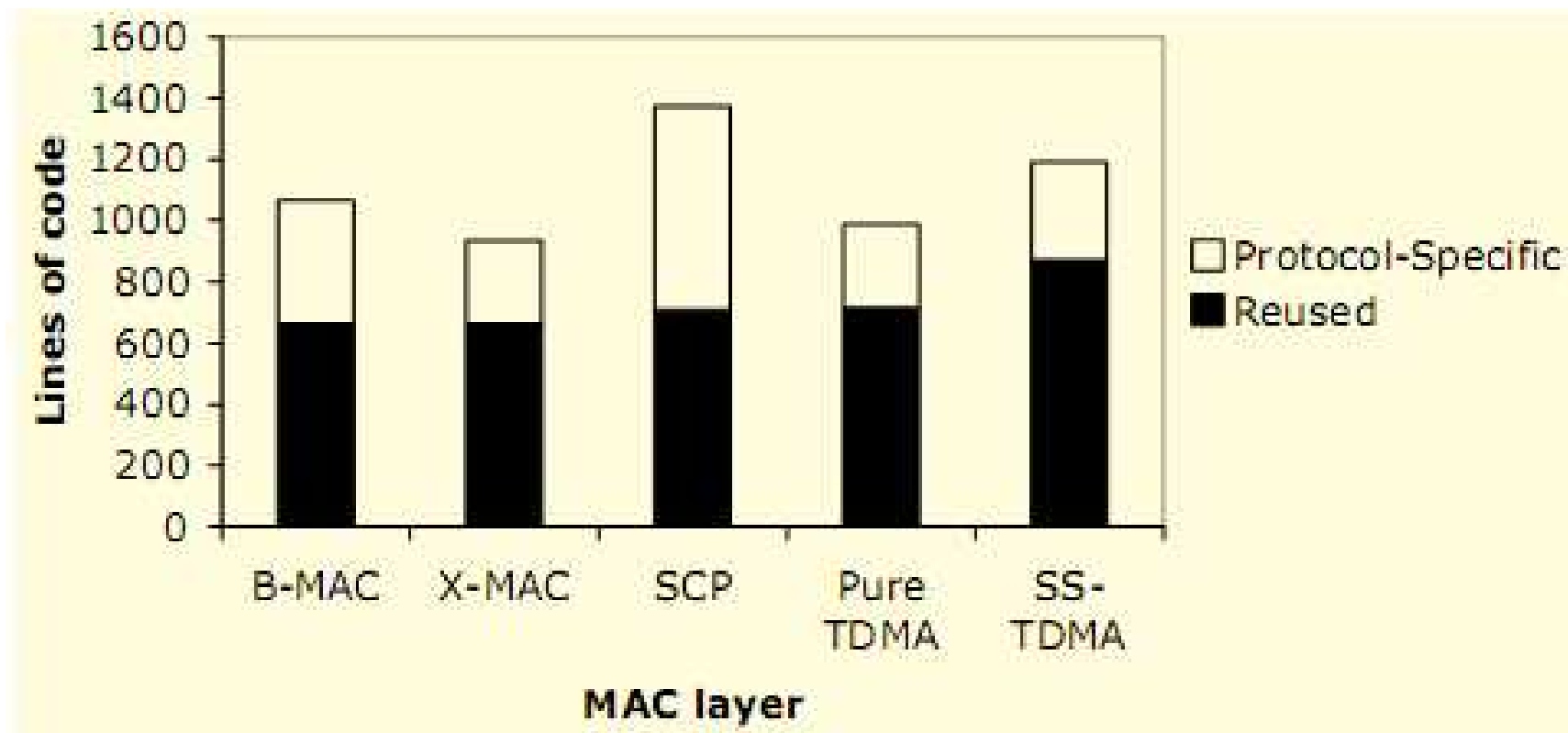


Megvalósítás

- ▶ B-MAC
 - A preamble a bufferben lévő csomag
 - Számolja a nem neki szóló csomagokat, ha egy szintet elér, elalszik
 - A vételi bufferben az utolsó csomag marad
- ▶ X-MAC
- ▶ S-MAC
- ▶ TDMA
 - Aktív slotok száma beállítható
 - Az aktív rész első slotja időszinkron
- ▶ SS-TDMA
 - Mint a TDMA, de a node-okhoz tartozó aktív slotokat CSMA/CA-val „el lehet lopni”

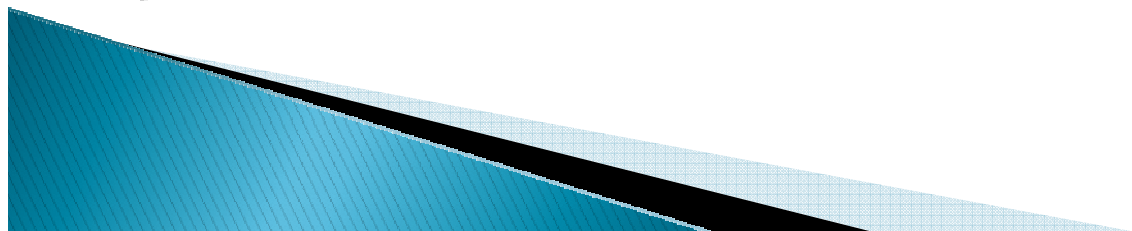


Eredmény: kód újrafelhasználás



Eredmény: memóriahasználat

	ROM	RAM
B-MAC (UPMA)	20136	927
B-MAC (UPMA w/orig CCA)	18338	921
B-MAC (monolithic)	17586	922
X-MAC (UPMA)	19854	876
X-MAC (UPMA w/orig CCA)	18000	864
X-MAC (monolithic)	17408	866
SCP (UPMA)	21372	1056
SCP (UPMA w/orig CCA)	19534	1050
Pure TDMA (UPMA)	20304	918
Pure TDMA (UPMA w/orig CCA)	18494	910
SS-TDMA (UPMA)	20912	932
SS-TDMA (UPMA w/orig CCA)	18974	926



Eredmény: energiatakarékosság

