

TTCAN



Méréstechnika és
Információs Rendszerek
Tanszék

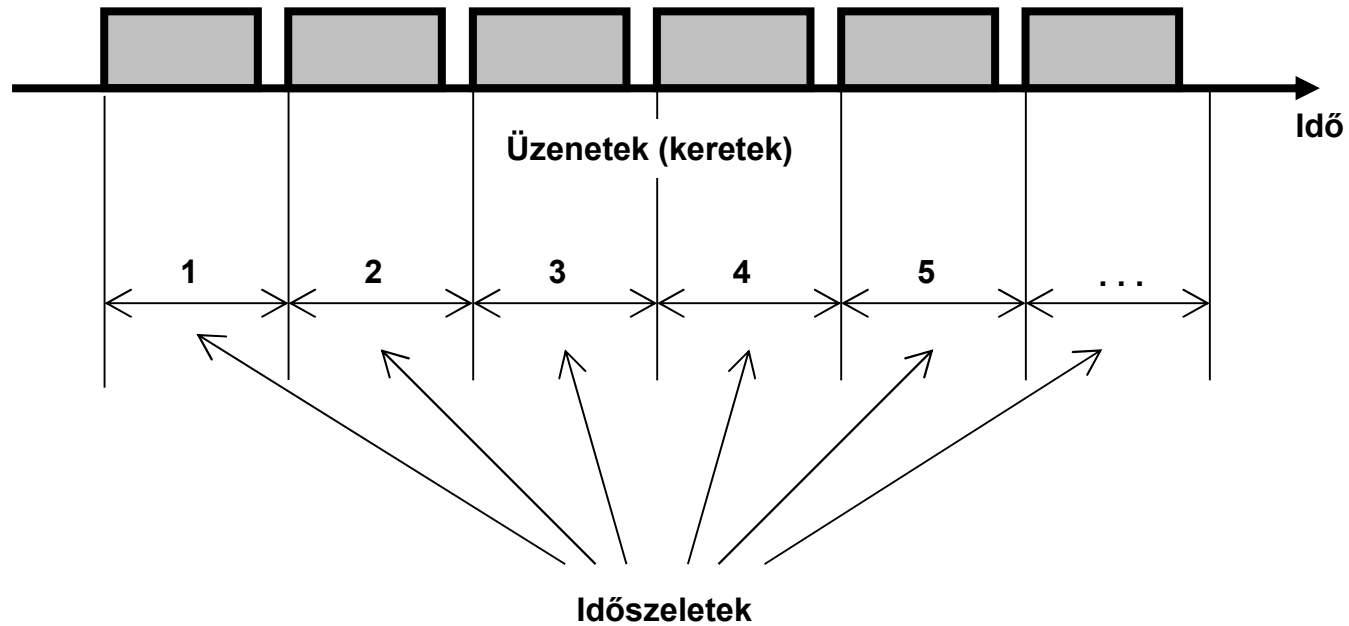
Felhasznált irodalom

- ISO 11898-4 (CAN, Time-triggered communication)
- T. Führer, B. Müller,... (Bosch): Time-triggered Communication on CAN.
- Dominique Paret: *Multiplexed Networks for Embedded systems*.
Wiley, 2007. ISBN 978-0-470-03416-3.
(Eredeti francia kiadás: 2005.)

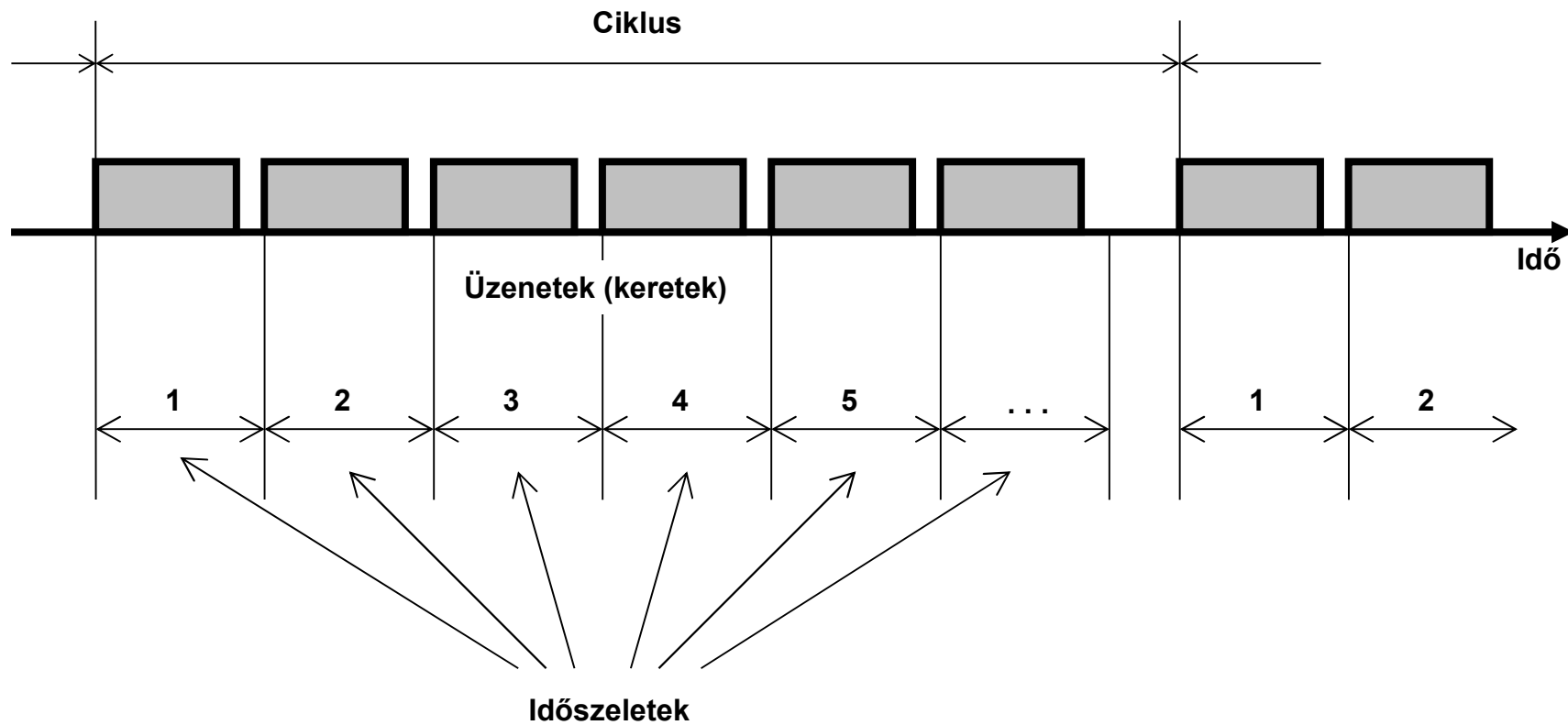
ISO11898-4

Road vehicles – Controller area network (CAN) –
Part 4:
Time-triggered communication

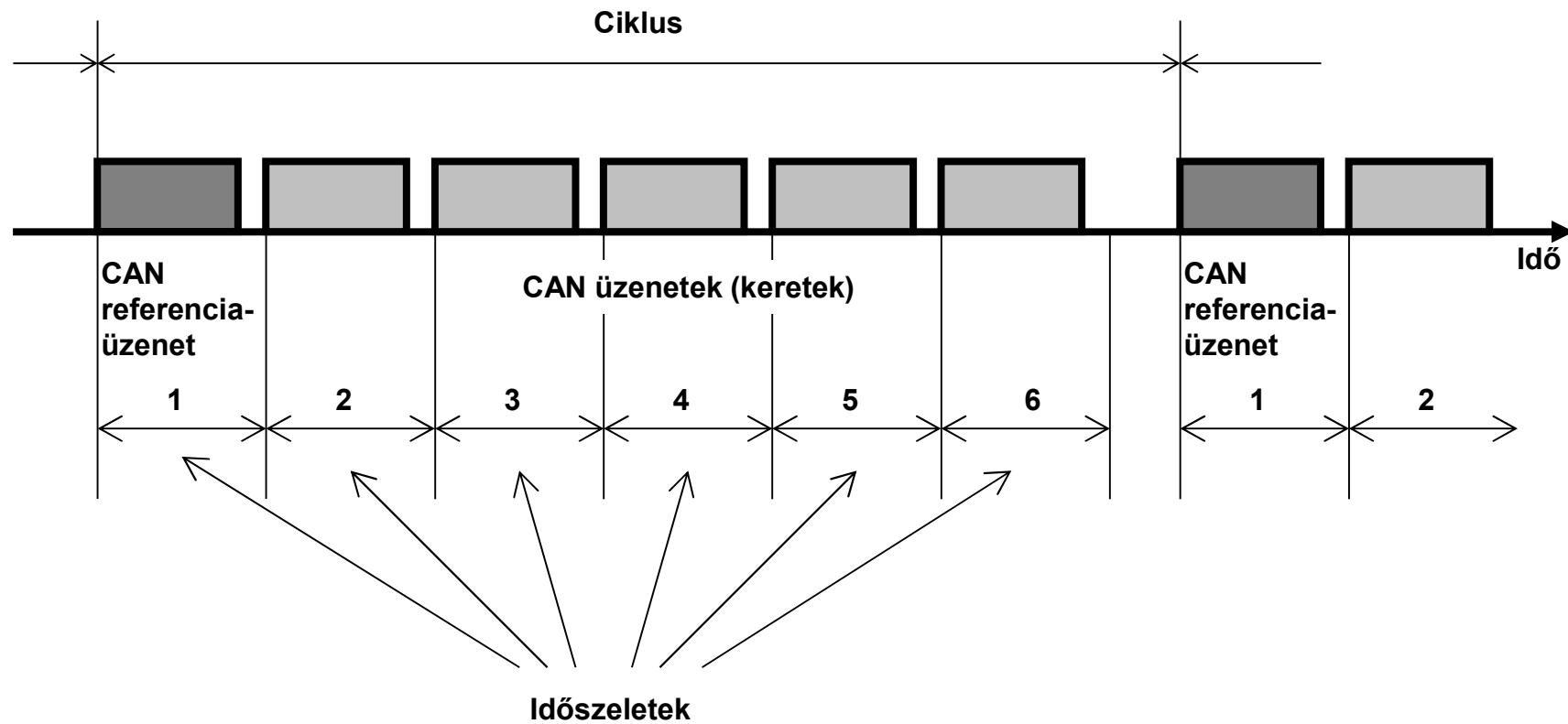
Alapelv



Alapelv



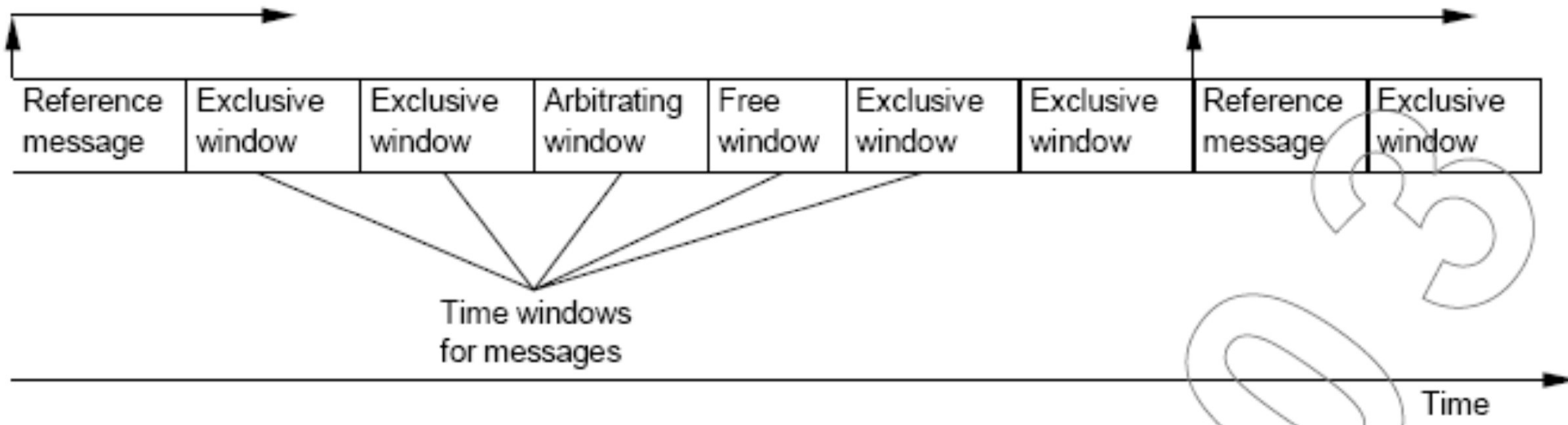
Alapelv



Alapciklus (Basic Cycle) 1

- Valamennyi üzenet formája: szokásos CAN üzenet.
- Alapciklus: két referenciaüzenet közötti idő
- Üzenetfajták:
 - Periodikus üzenetek (állapotinformáció továbbítására)
 - Spontán üzenetek (állapot vagy esemény továbbítására)
- Időablakokból áll (time windows):
 - Különböző méretűek lehetnek.
 - Ezekben küldik a csomópontok az üzeneteket.

Alapciklus (Basic Cycle) 2



Exclusive time windows

- Kizárólagos időablak:
a periodikus üzenetek továbbítására
- Egy alapciklusban több exclusive time window is kijelölhető.
- Tervezési időben történik az üzenetek hozzárendelése.
- Nincs ütközés.
- A CAN arbitráció, hibakezelés továbbra is működik.
- A CAN automatikus újraadás funkciója nem használható.

Arbitrating time windows

- Versenyzéses időablak:
spontán üzenetek továbbítására
- Egy arbitrating time windowhoz több üzenet is rendelhető
 - A CAN arbitráció dönti el, hogy egy adott arbitrating időablakban melyik node, melyik üzenete kerül adásra.
- A CAN automatikus újraadás funkciója nem használható.

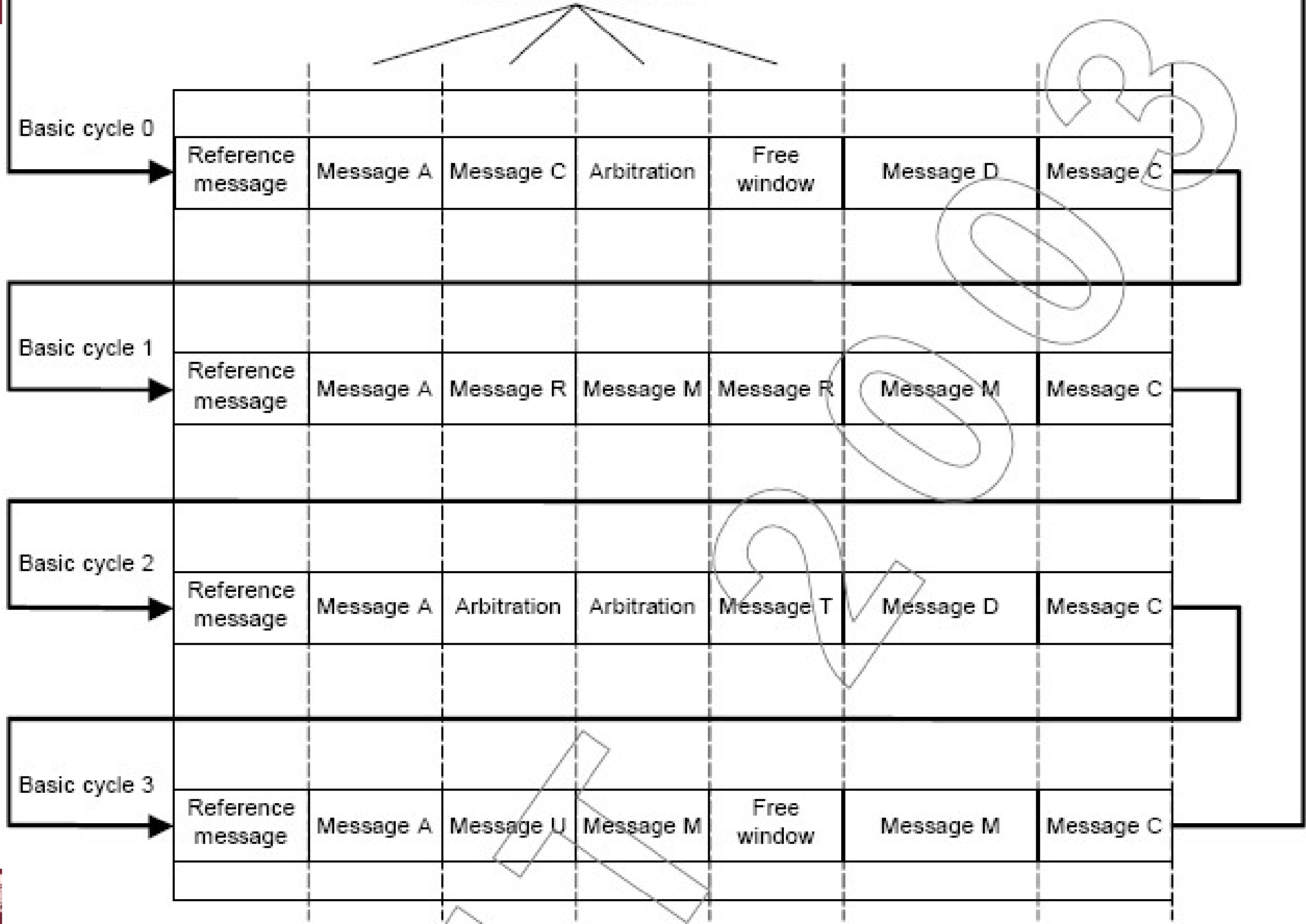
Free windows

- Szabad időablakok későbbi bővítésre.
 - Átalakíthatók arbitrating vagy exclusive időablakokká.

System Matrix (rendszermátrix) 1

- Tapasztalat:
 - a TTCAN alapciklus nem ad elég rugalmasságot.
- Megoldás: system matrix
 - Több alapciklus összefűzése egy nagyobb ciklussá
 - Nagyon régi elv
- Rugalmas megoldás
 - Pl. az egymás utáni arbitrating window-k összefűzhetőek.
 - Az automatikus újraküldés ilyenkor használható, de az időablakok határain soha nem léphetnek túl.

Transmission columns



Referenciaüzenetek generálása

- Centrális (Level 1)
- Elosztott (Level 2)

Referenciaüzenet – Level 1

■ Centrális szinkronizálás

- Egy time master gondoskodik a referenciaüzenetekről.
- Hibatűrés: redundáns time masterrel (potential time master)
- Referenciaüzenet:
egy bájt + a többi bájt szabadon használható.
 - 7. bit Next_is_Gap
 - 6. bit
 - 5-0. bit Cycle_Count: éppen hányadik sornál tartunk a mátrixban

7	6	5	4	3	2	1	0
Next_is_Gap	Reserved	Optional: Cycle_Count (5)	Optional: Cycle_Count (4)	Optional: Cycle_Count (3)	Optional: Cycle_Count (2)	Optional: Cycle_Count (1)	Optional: Cycle_Count (0)

Referenciaüzenet – Level 2

- Extension level 2 – Elosztott szinkronizálás
 - Globálisan szinkronizált időalap elosztott működéssel
 - Referenciaüzenet: 4 bájt + 4 tetszőleges célú bájt

Referenciaüzenet – Level 2

First byte:							
7	6	5	4	3	2	1	0
Next_is_Gap	Reserved	Optional: Cycle_Count (5)	Optional: Cycle_Count (4)	Optional: Cycle_Count (3)	Optional: Cycle_Count (2)	Optional: Cycle_Count (1)	Optional: Cycle_Count (0)
Second byte:							
7	6	5	4	3	2	1	0
NTU_Res (6)	NTU_Res (5)	NTU_Res (4)	Optional: NTU_Res (3)	Optional: NTU_Res (2)	Optional: NTU_Res (1)	Optional: NTU_Res (0)	Disc_Bit
Third byte:							
7	6	5	4	3	2	1	0
MRM (7)	MRM (6)	MRM (5)	MRM (4)	MRM (3)	MRM (2)	MRM (1)	MRM (0)
Fourth byte:							
7	6	5	4	3	2	1	0
MRM (15)	MRM (14)	MRM (13)	MRM (12)	MRM (11)	MRM (10)	MRM (9)	MRM (8)

Next_is_Gap

Cycle_Count

NTU_Res (network time unit resolution)

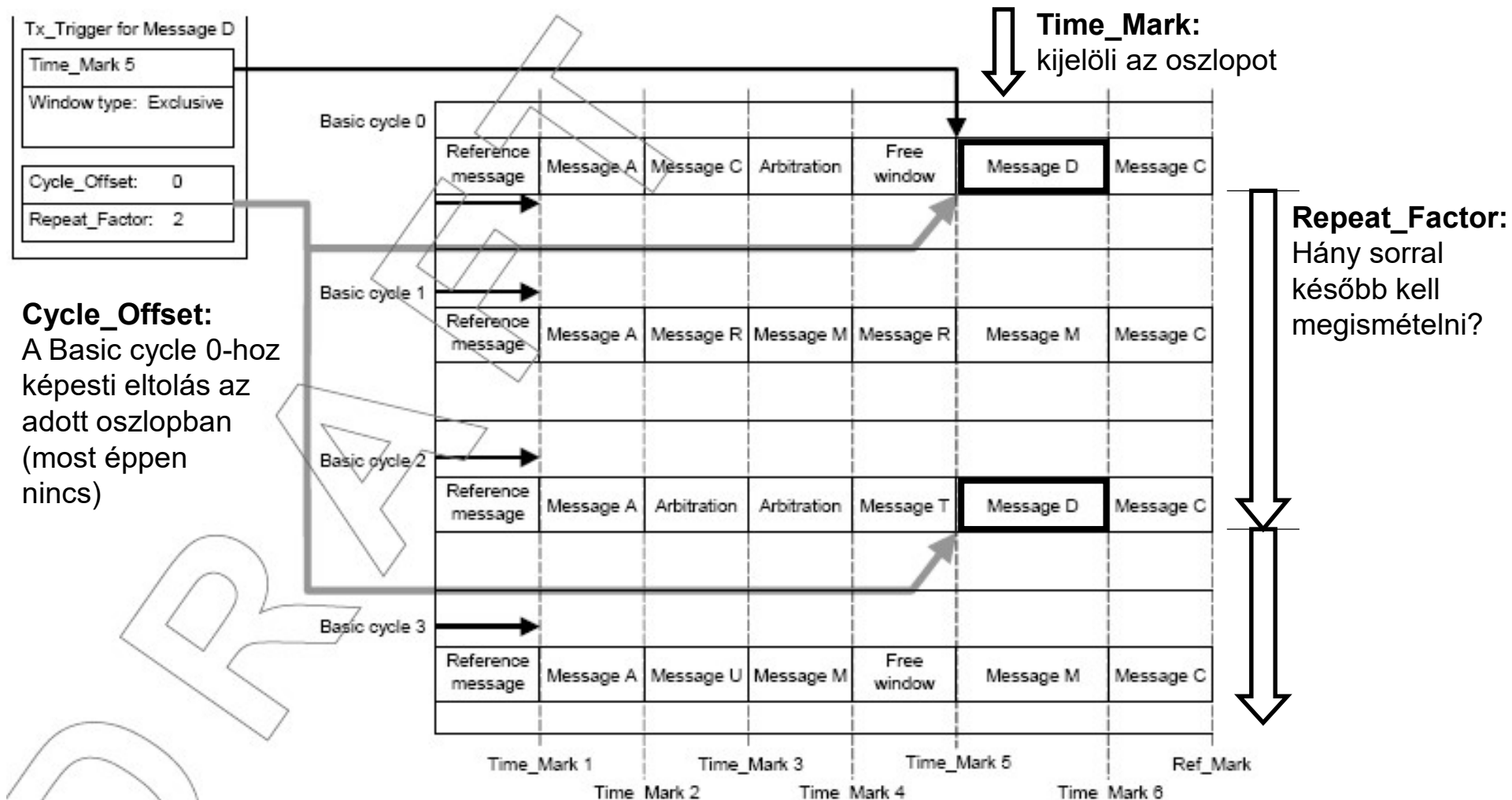
Disc_Bit (discontinuity in the global time)

MRM = Master_Ref_Mark (measured in global time)

Időmarkerek (time mark) 1

- Időmarkerek:
 - kapocs a ciklusidő és a system matrix között.
- Az időablakok kezdetét jelölik
 - TxTriggerek
 - RxTriggerek
- Cycle offset (ofszet) – a mátrixon belüli első alapciklust jelöli, amelyhez a csomópont adása/vétele tartozik.
- Repeat factor (ismétlésszám) – két egymás utáni adás/vétel között hány alapciklus van.

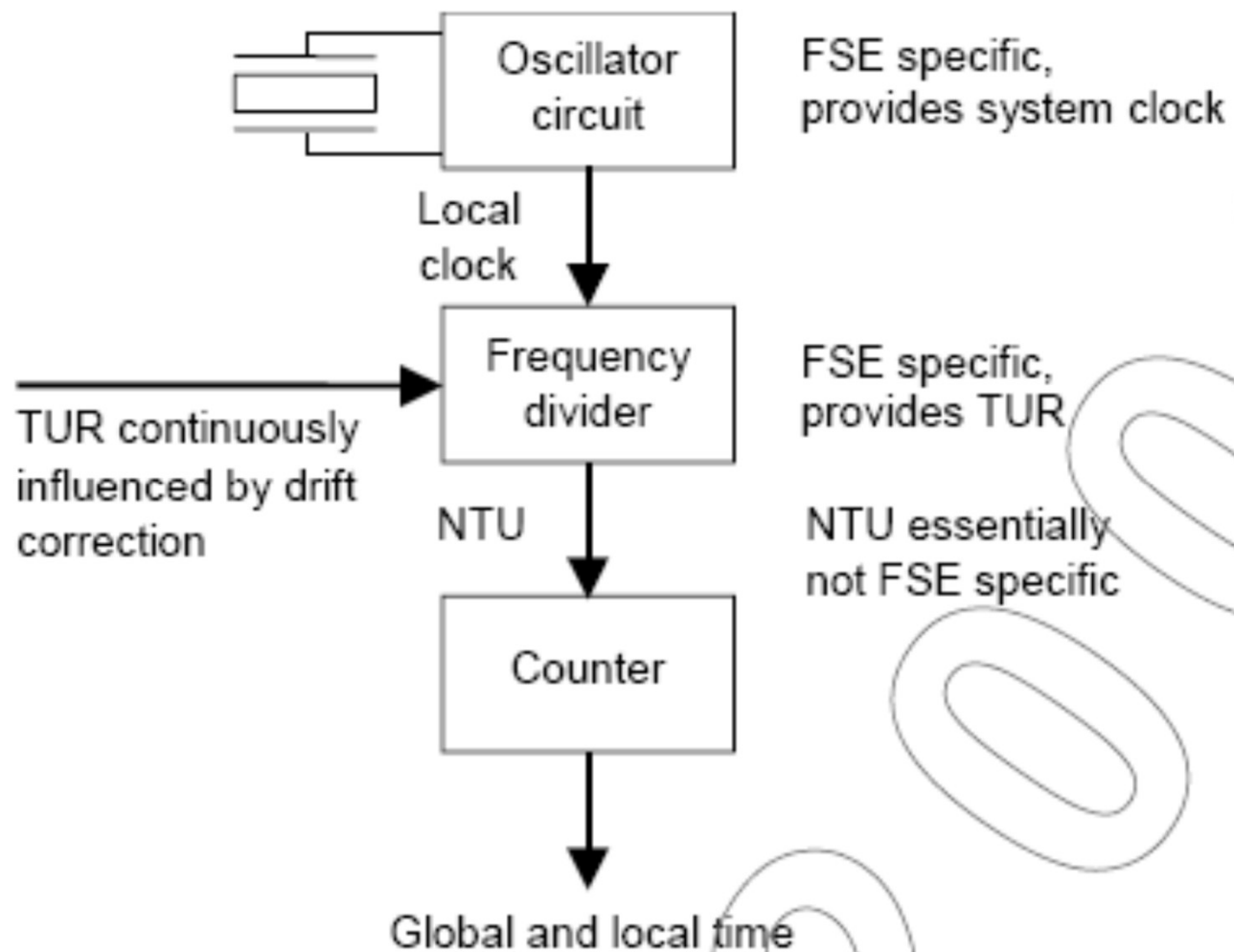
Időmarkerek (time mark) 2



Network time unit (NTU, hálózati alapidő) 1

- Ciklusidő
- A ciklusidő granularitása: NTU.
 - Extension level 1: az NTU-t bitidőben adják meg.
 - Extension level 2:
 - Az NTU-t szekundumban adják meg (2^{-n}).
 - A csomópont helyi oszcillátorával állítják elő:
 - System clock (rendszeróra, helyi oszcillátor) – node-függő
 - Frekvenciaosztó (TUR = time unit ratio) – node-függő
 - Számláló – node-független
 - NTU, globális és lokális idő – node-független

Network time unit (NTU, hálózati alapidő) 2



TTCAN level 2 globális időkezelés

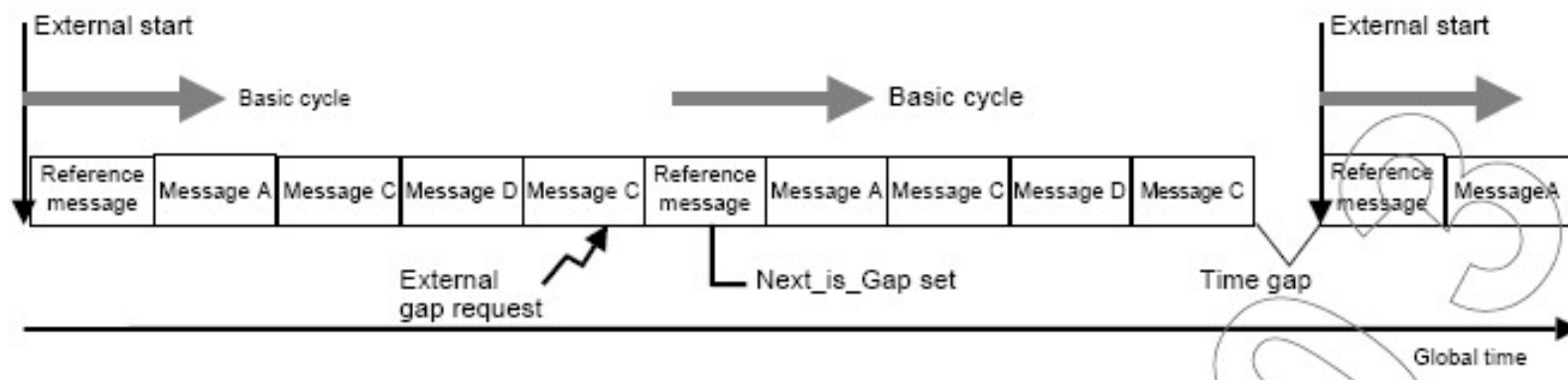
- Time master – periodikus referenciaüzenet a master globális idejével. Pontosnak tekintjük.
- Minden vevő észleli az időkülönbséget (lásd a keret legelső, SOF, bitjét).
- Az offset megmérhető, és a global time számítható:
 - $\text{global time} = \text{local time} + \text{offset}$
- Drift korrekció:
 - TUR (time unit ratio), folyamatos update
 - A node méri a két egymás utáni referenciaüzenet közti időt:
 - a helyi oszcillátorával (periódusok száma),
 - a globális idővel (a két pillanatérték közti időkülönbség szekundumban).
 - A kettő hányadosa a TUR (nem egész szám).
- Az NTU-k közötti eltérés: ≤ 1 (~ 1 bitidő).

Time masters – Hibatűrés

- Time masters
 - Active (egyetlen)
 - Passive (akár több is)
- A CAN arbitrációs mechanizmusát használják ki.
- Timeout

Eseményhez szinkronizált ciklusok

- Események megszakíthatják a szokásos ciklikus működést (ha engedélyezve van).
 - Egy esemény hatására a master felfüggeszti a referenciaüzenetek periodikus kiküldését (Next_is_Gap).
 - (A potenciális time masterek nem szólalnak meg.)
 - A time master az eseményhez szinkronizált időpillanatban újraindítja a ciklikus működést, kiadja a referenciaüzenetet.



Értékelés

- Változtatás nélkül használhatók a CAN interfészek.
- Kihhasználja a CAN arbitrációs mechanizmusát.
- Valódi time triggered működés.
- Nincs hálózati backup.
- Nincs különlegesen nagy megbízhatóság.

Vége