



Hálózati Technológiák és Alkalmazások

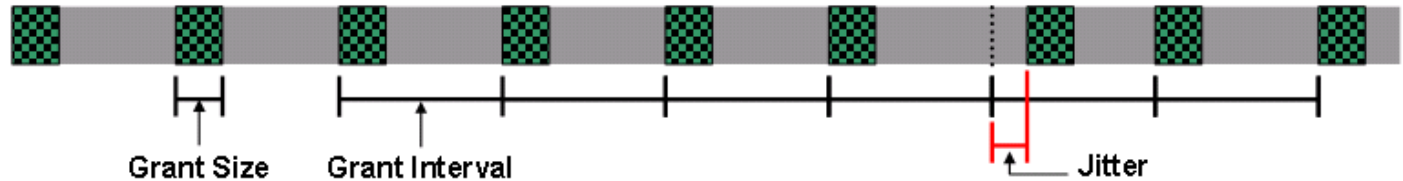
Vida Rolland, BME TMIT

2022. szeptember 27.



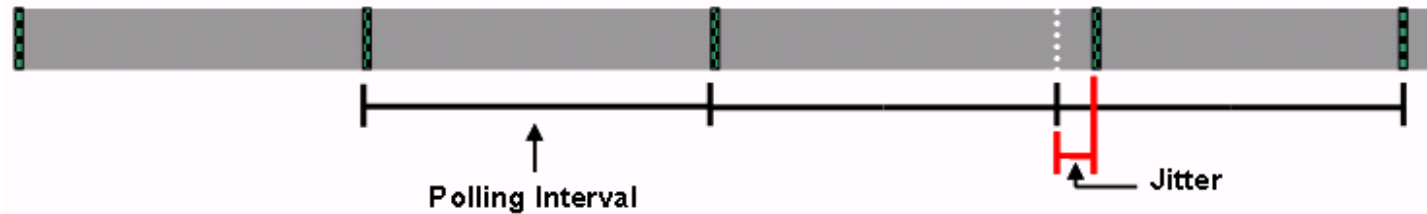
Szolgáltatásminőség kábelneten

- CBR (pl. VoIP) – UGS
 - Nem kell időszeleteket igényelni



Szolgáltatásminőség kábelneten

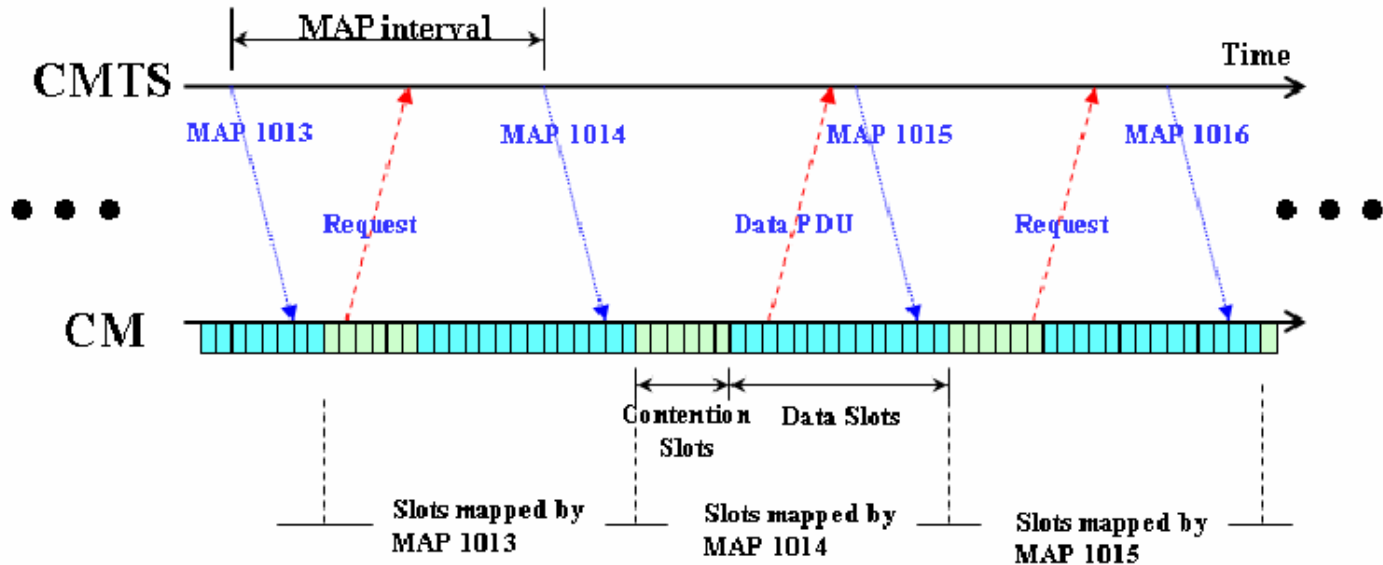
- rt-VBR (pl. videokonferencia) – RTPS
 - Fix időközönként dedikált (unicast) Bandwidth Request Slot



Szolgáltatásminőség kábelneten

- nrt-VBR (pl. FTP) – nRTPS
 - Dedikált (unicast) BRS, de ritkábban
 - A versenyhelyzetes (contention) BRS-eket is használhatják
- Best Effort
 - Contention
 - Piggybacking az adatcsomagokban
 - Nem kell ismét versengeni, várni, ha van küldénivaló adat

Best Effort esetén verseny (contention)

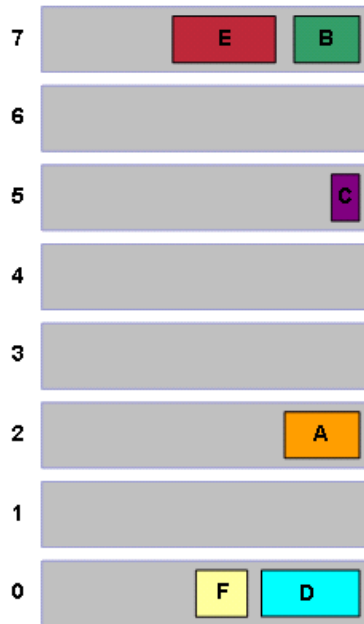


Ütemezési stratégiák

- DOCSIS Compliant Scheduler
- Low Latency Queueing Scheduler (Cisco)

Prioritás az ütemezésben (BE)

DOCSIS Compliant Scheduler



Best Effort forgalom ütemezése

- Nincsenek garanciák, de prioritás lehet folyamatok között
- 8 prioritási osztály
- Mindegyik osztálynak külön várakozási sora

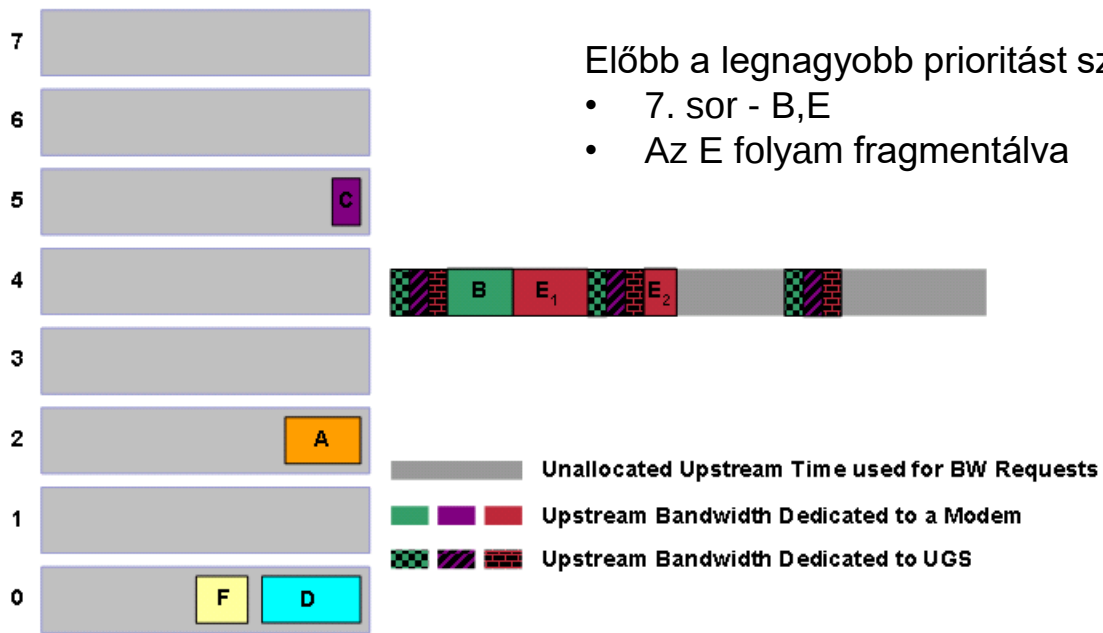
Példa: 6 kérés érkezik – A,B,C,D,E,F

- Nem az érkezési sorrend a fontos, hanem a prioritás

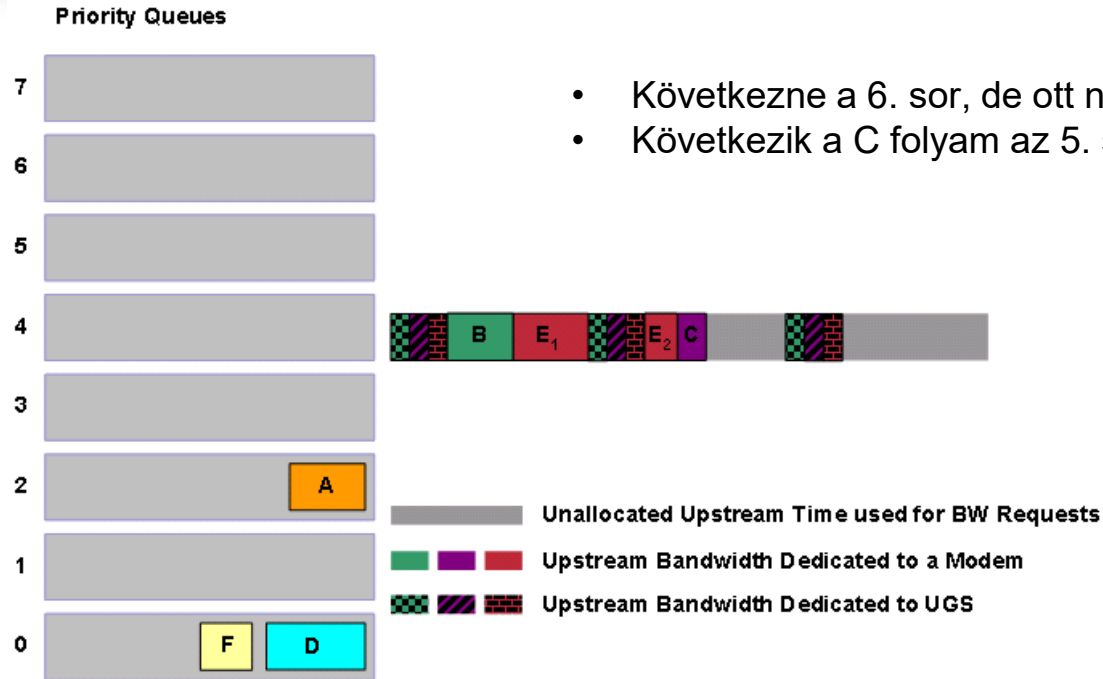


Unallocated Upstream Time used for BW Requests
Upstream Bandwidth Dedicated to a Modem
Upstream Bandwidth Dedicated to UGS

Prioritás az ütemezésben (BE)

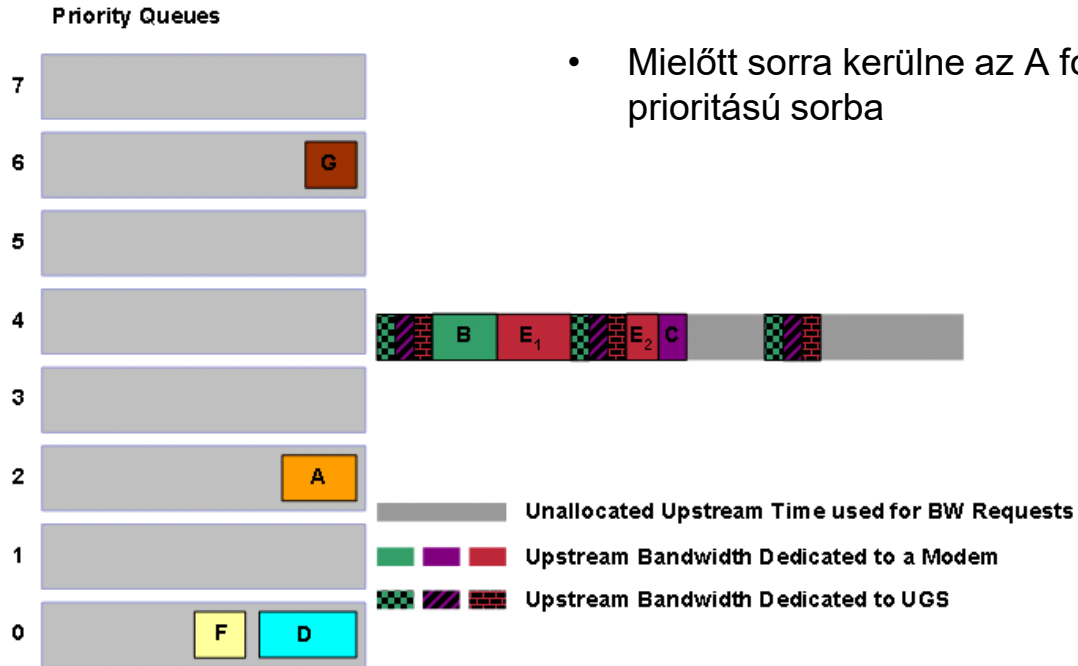


Prioritás az ütemezésben (BE)



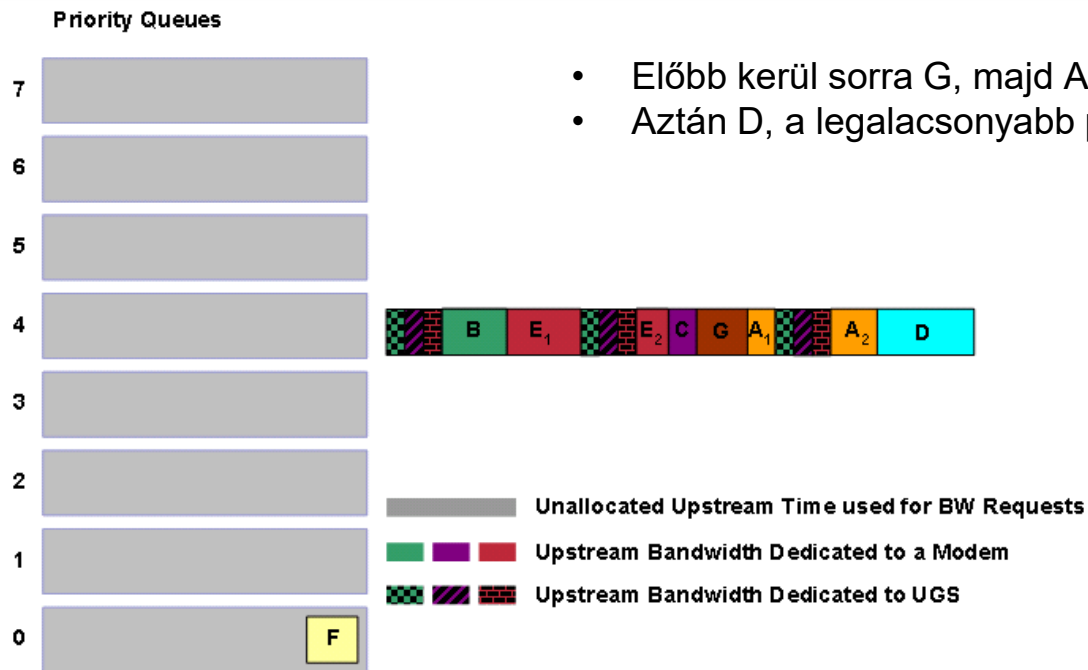
- Következne a 6. sor, de ott nincs várakozó adat
- Következik a C folyam az 5. sorból

Prioritás az ütemezésben (BE)



- Mielőtt sorra kerülne az A folyam, megérkezik G a 6. prioritású sorba

Prioritás az ütemezésben (BE)



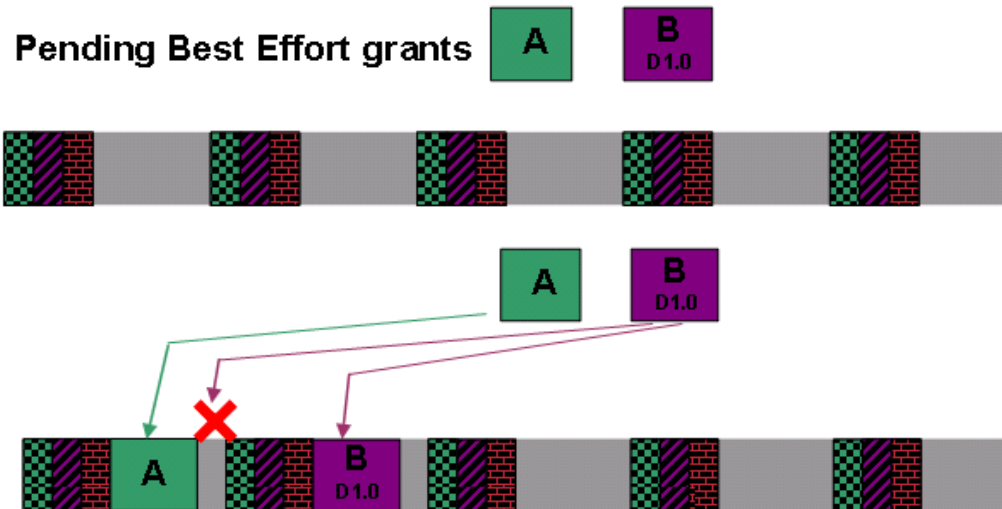
- Előbb kerül sorra G, majd A, fragmentálva
- Aztán D, a legalacsonyabb prioritású sorból

Minimum Reserved Rate

- Az alacsony prioritású folyamatok kiéheztetésének elkerülésére
- Legalább egy adott bitráta „garantált”
 - Feltéve ha megérkeznek a kérések, nincs ütközés a BRS-ben
- Ha a prioritások alapján nem kap megfelelő kiszolgálást, akkor a 8. (legnagyobb) prioritási osztályba sorolják egy idő után
- Admission Control
 - Csak az uplink sávszélesség egy bizonyos százalékáig engedélyezett

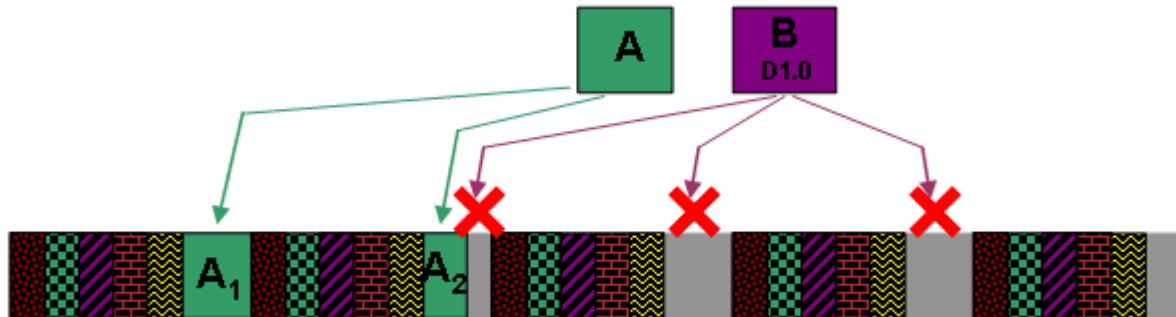
Csomagok melyek nem fragmentálhatók

- A DOCSIS 1.0-ban nem volt lehetőség fragmentálásra
- Egy régi modemet most sem kérhetünk erre (**backward compatibility**)
 - A következő olyan helyre osztjuk be, ahol elfér
 - A csatorna kihasználatlan marad egy ideig



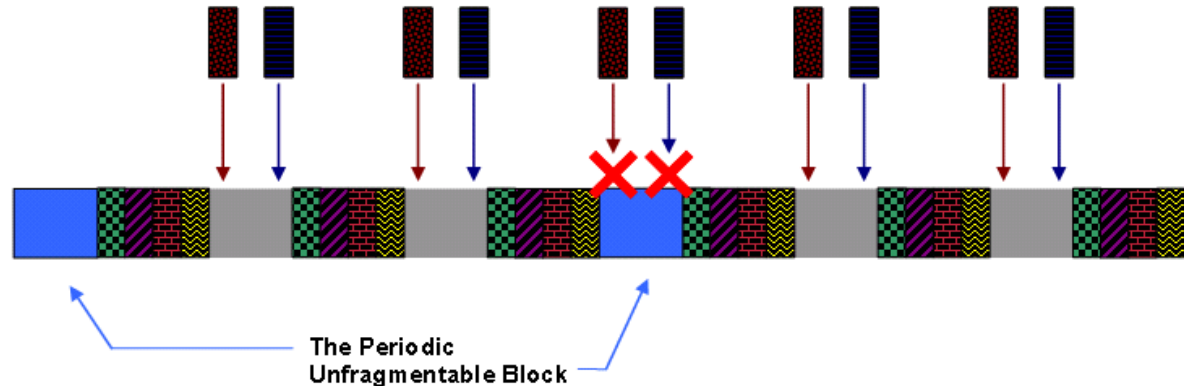
Csomagok melyek nem fragmentálhatók

- Ha több UGS engedélyezve, a B folyam küldését nem tudjuk beütemezni
- A-t lehet fragmentálni, B-t nem

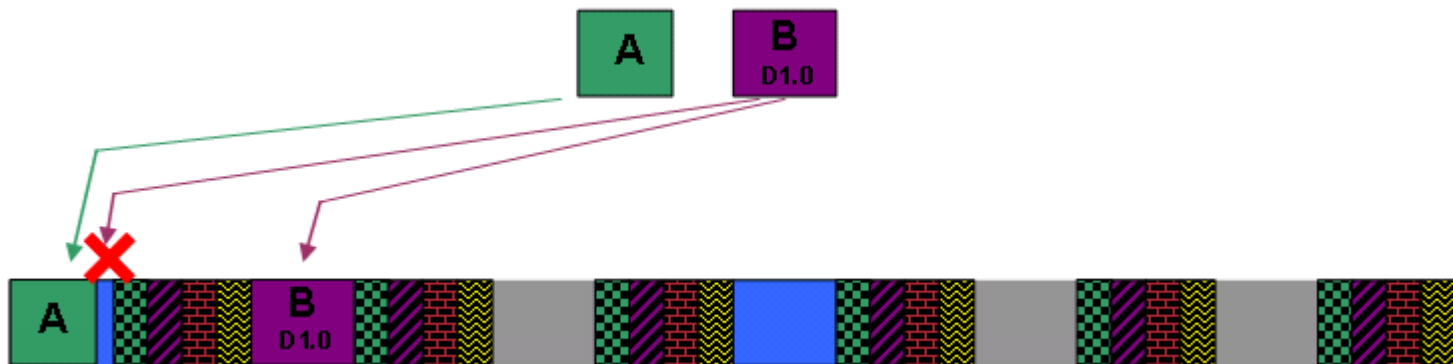


Nem fragmentálható blokkok

- Ha vannak DOCSIS 1.0-ás modemek a hálózatban, periodikusan beütemeznek nem fragmentálható időszleteket (blokkokat)
 - A legnagyobb megengedett csomag küldési idejéhez igazítva
- Ebben a blokkban nem lehet se UGS, se RTPS folyamatot kiszolgálni
 - Kevesebb UGS folyam engedélyezhető így

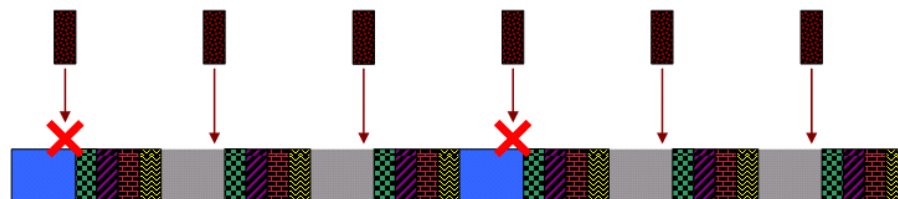


Nem fragmentálható blokkok

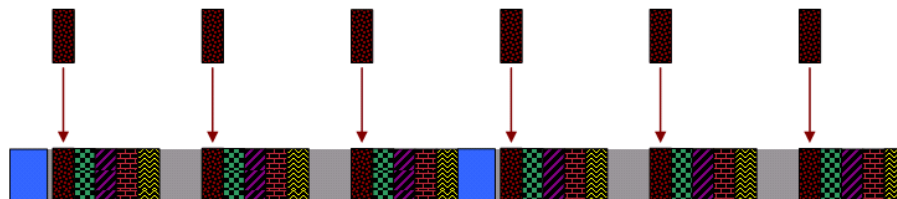


Több UGS folyam engedélyezése

- A nem fragmentálható blokkok mérete változtatható
 - Alapértelmezésben 2000 byte
 - Kisebb blokk esetén több UGS elérhet



Unfragmentable Block size
of 2000 bytes

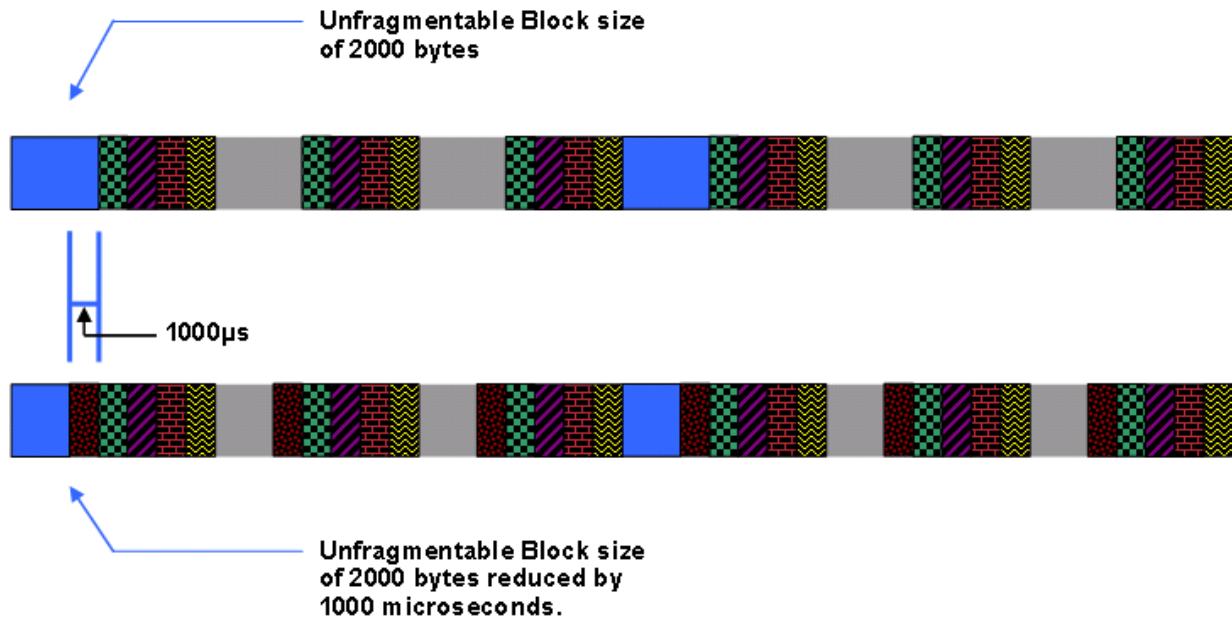


Unfragmentable Block size
of 1600 bytes

2022. 09. 27.

Több UGS folyam engedélyezése

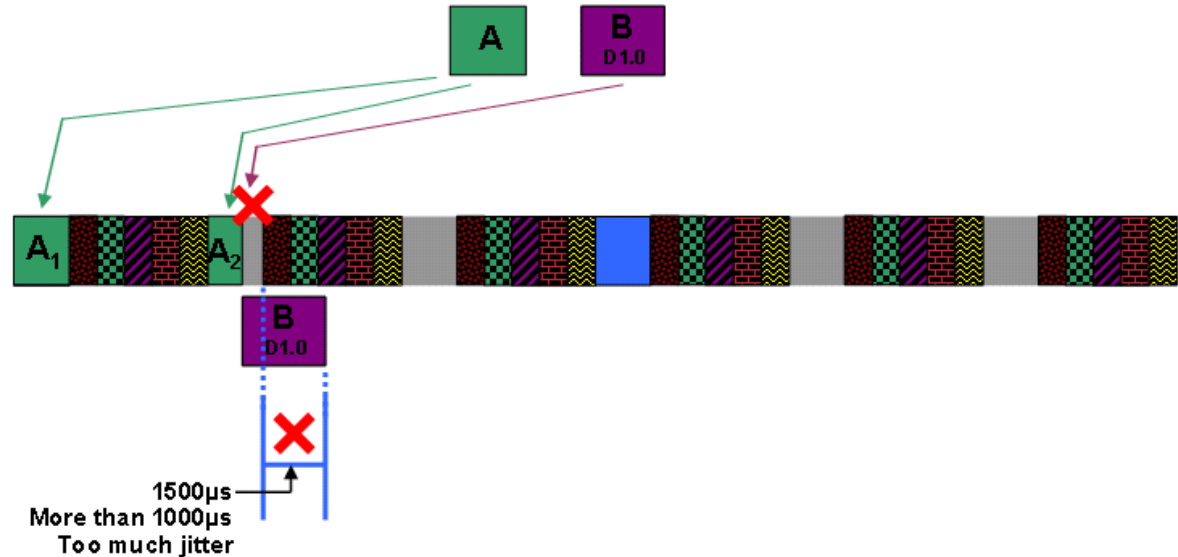
Unfragmentable Slot Jitter – az UGS folyamatok picit eltolhatók, ha kell



2022. 09. 27.

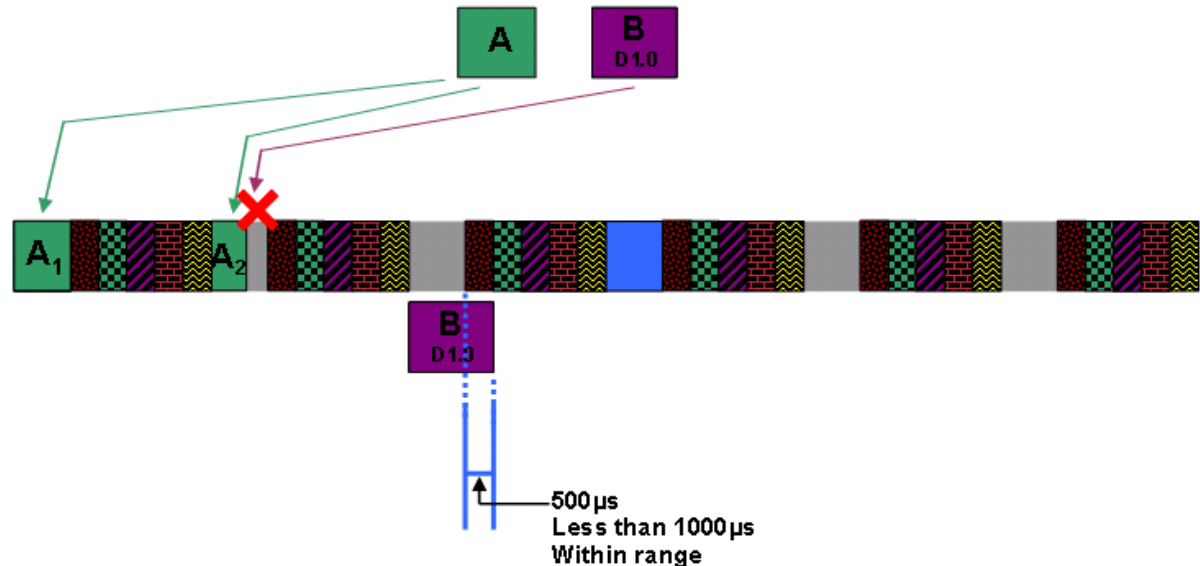
Korábbi példa jitterrel

- Lehetne egy UGS-t picivel eltolni, a megengedett késleltetés ingadozás (jitter) erejéig



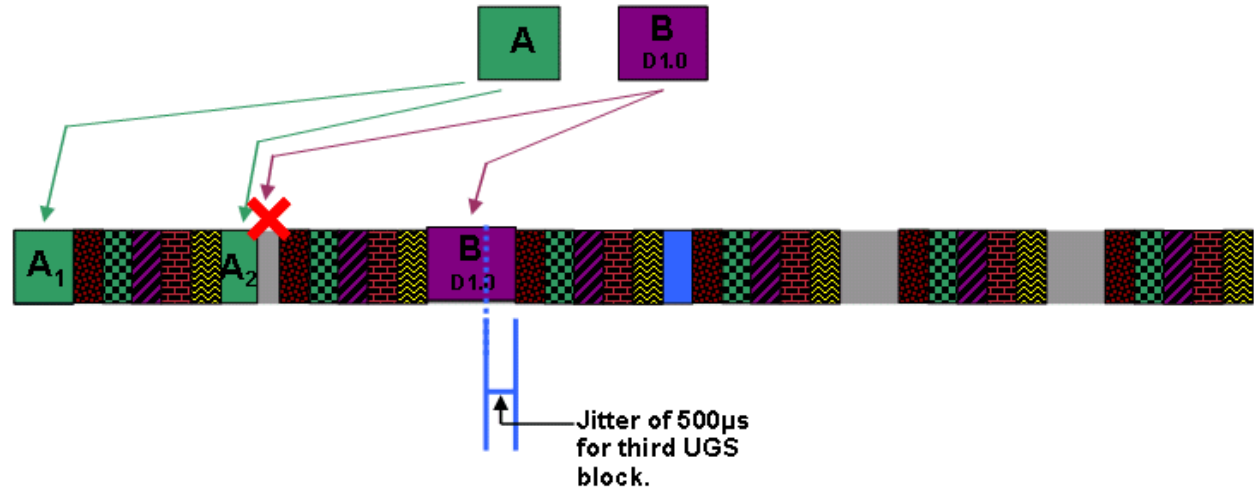
Korábbi példa jitterrel

- Lehetne egy UGS-t picivel eltolni, a megengedett késleltetés ingadozás (jitter) erejéig



Korábbi példa jitterrel

- Lehetne egy UGS-t picivel eltolni, a megengedett késleltetés ingadozás (jitter) erejéig



Low Latency Queueing Scheduler

- Az eredeti (**DOCSIS Compliant**) ütemezőnél **garantált** az UGS és RTPS folyamatok késleltetése és maximális jittere
 - Sok BE folyamatot kell várakoztatni, darabolni
- **Low Latency Queueing (LLQ)**
 - **A lehető legkisebb késleltetésre és jitterre törekszünk, de nincsenek garanciák**
 - Jóval nagyobb flexibilitás
 - Pici QoS romlás lehet az UGS és RTPS folyamatoknál, de nem jelentős
 - Jelentős javulás érhető el a BE folyamatok esetén

Low Latency Queueing Scheduler

UGS Timers

UGS-1



UGS-2



UGS-3



Priority Queues

LLQ

7

6

5

4

3

2

1

0

LLQ – Low Latency Queue

- Legnagyobb prioritás

UGS időzítés lekérdezés nélkül

- Amikor a sárga „órmutató” körbeér
- Nincsenek előre befoglalva az időszeletek

Current Time



Unallocated Upstream Time



Upstream Bandwidth Dedicated to a Modem

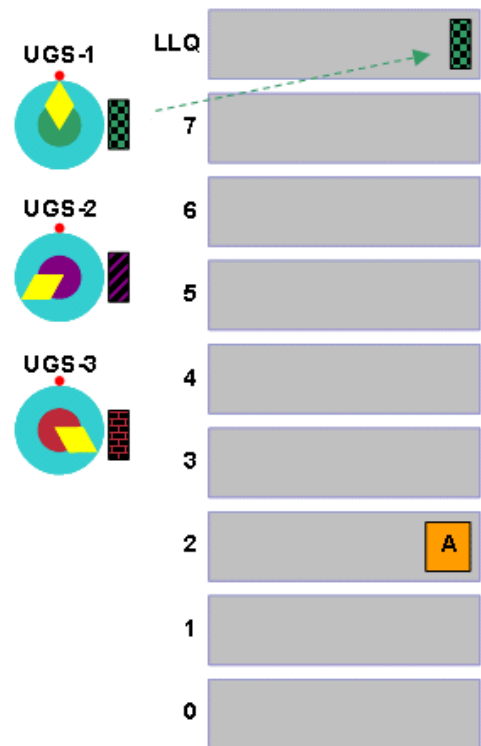


Upstream Bandwidth Dedicated to UGS



Low Latency Queueing Scheduler

UGS Timers Priority Queues

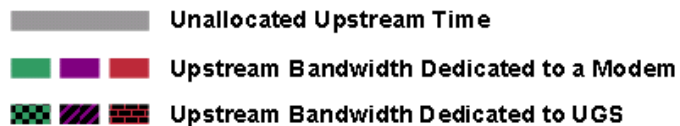


UGS-1 időzítője lejár, ismét ütemezni kell

- Bekerül az LLQ-ba

Megjelenik közben az A folyam kérése (BE, 2. prioritás)

Current Time



Low Latency Queueing Scheduler

UGS Timers

UGS-1



UGS-2



UGS-3



Priority Queues

LLQ

7

6

5

4

3

2

1

0

Előbb az UGS-1, majd az A kap időszeletet

Current Time



Unallocated Upstream Time



Upstream Bandwidth Dedicated to a Modem



Upstream Bandwidth Dedicated to UGS

Low Latency Queueing Scheduler

UGS Timers

UGS-1



UGS-2



UGS-3



Priority Queues

LLQ

7

6

5

4

3

2

1

0



Lejár az UGS-2 időztője

- Bekerül az LLQ-ba

Megjelenik két új BE kérés, B és C

Current Time



Unallocated Upstream Time



Upstream Bandwidth Dedicated to a Modem



Upstream Bandwidth Dedicated to UGS

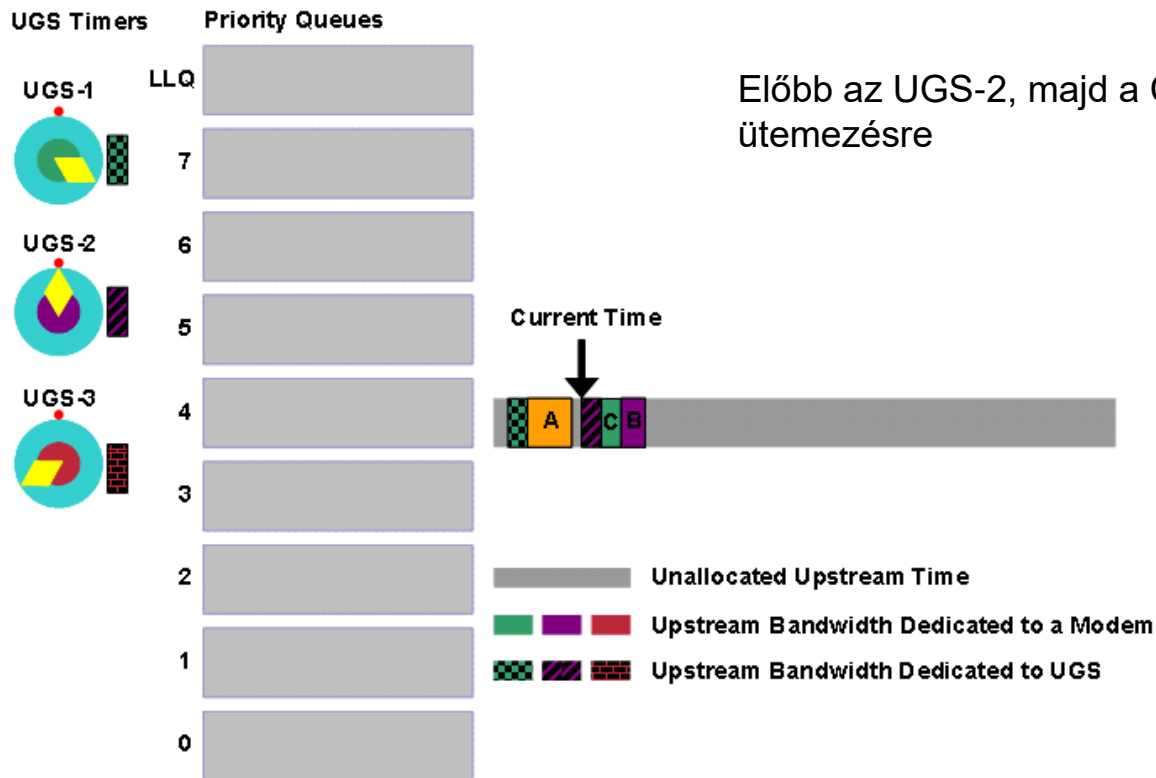


Upstream Bandwidth Dedicated to UGS



Upstream Bandwidth Dedicated to UGS

Low Latency Queueing Scheduler



Low Latency Queueing Scheduler

UGS Timers

UGS-1



UGS-2



UGS-3



Priority Queues

LLQ

7

6

5

4

3

2

1

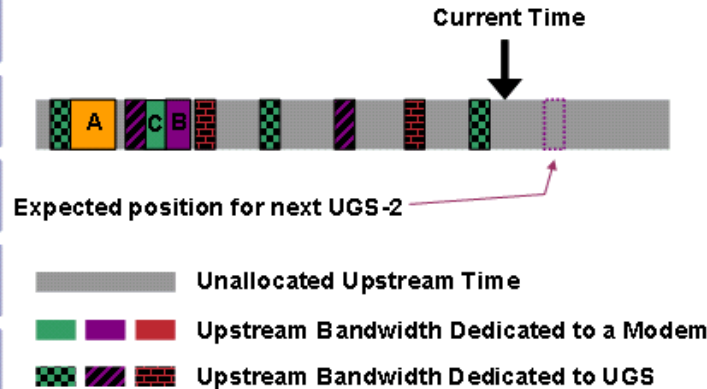
0

D

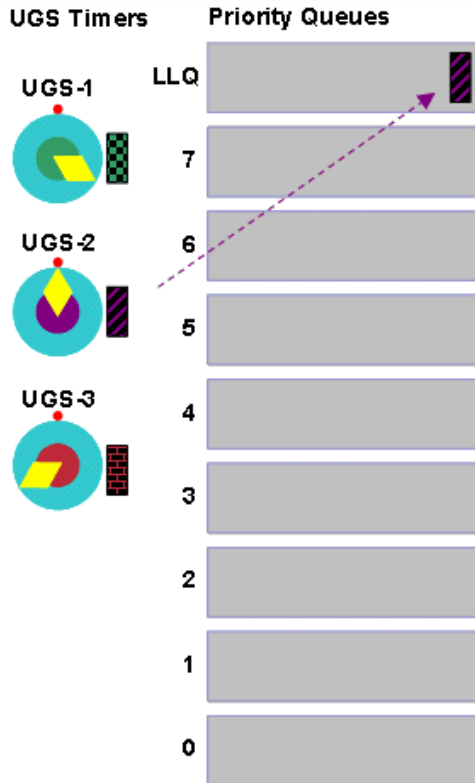
Egy ideig nincsenek BE folyam kérések

Csak az UGS folyamokat ütemezzük, amikor lejárnak az időzítők

Aztán megjelenik a 0. prioritású sorban a D folyam kérése

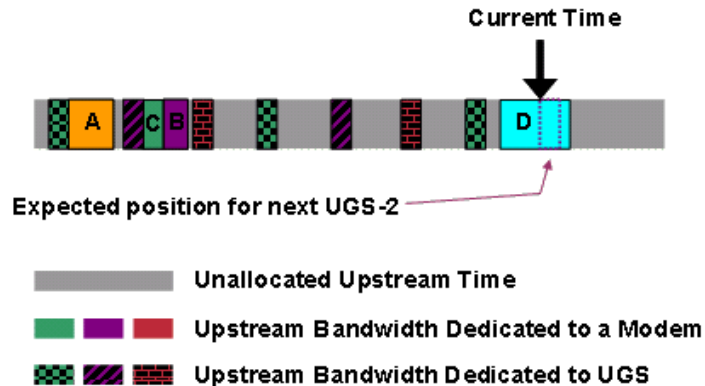


Low Latency Queueing Scheduler



Beütemezzük a D folyamatot, akkor is ha hosszú, és belelóg az UGS-2 várható időszelétébe

Amint az UGS-2 időzítője lejár, bekerül az LLQ-ba



Low Latency Queueing Scheduler

UGS Timers

UGS-1



UGS-2



UGS-3



Priority Queues

LLQ

7

6

5

4

3

2

1

0

Az UGS-2 esetén megjelenik egy kis jitter

Viszont a nagy D folyamatot nem kell várakoztatni, darabolni

