

**UNIVERSITATEA POLITEHNICA BUCURESTI**  
**FACULTATEA ELECTRONICA, TELECOMUNICATII SI TEHNOLOGIA INFORMATIEI**

***PROTOCOALE MULTIPLE DE ACCES***

***Cadru didactic:***

Conf. dr. ing. Stefan Stancescu

***Studenti:***

Dima Adrian Claudiu - 443A

Serban Stefan - 443A

## **“Conflict-free” access protocols**

Protocoalele “Conflict-Free” sunt concepute pentru a se asigura ca o transmisie, ori de cate ori este facuta, nu este perturbata de catre orice alta transmisiune si, prin urmare este realizata cu succes. Acest lucru se realizeaza prin alocarea canalului utilizatorilor, fara nici o suprapunere intre portiuni ale canalului (spatiile alocate mai multor useri sa nu se suprapuna).

Un avantaj important al protocoalelor “Conflict-Free” este reprezentat de capacitatea de a asigura corectitudinea in randul utilizatorilor, si de asemenea capacitatea de a controla pachetele intarziate – caracteristica ce poate fi specifica aplicatiilor in timp real.

Protocoale statice: FDMA – Frequency Division Multiple Access, TDMA- Time Division Multiple Access. Accesul multiplu prin divizare (FDMA) – se aloca o fractiune din latimea de banda de frecventa fiecarui utilizator, iar TDMA – se aloca o fractiunde din latimea de banda de timp fiecarui utilizator. Aceasta alocare de timp este realizata mereu, fapt pentru care reprezinta un mare dezavantaj: nu se pot schimba sursele de transmisiune live, trebuie ca toti sa termine de transferat informatia iar apoi se realoca canalul - se ocupa banda ineficient .

### **FDMA – Frequency Division Multiple Access**

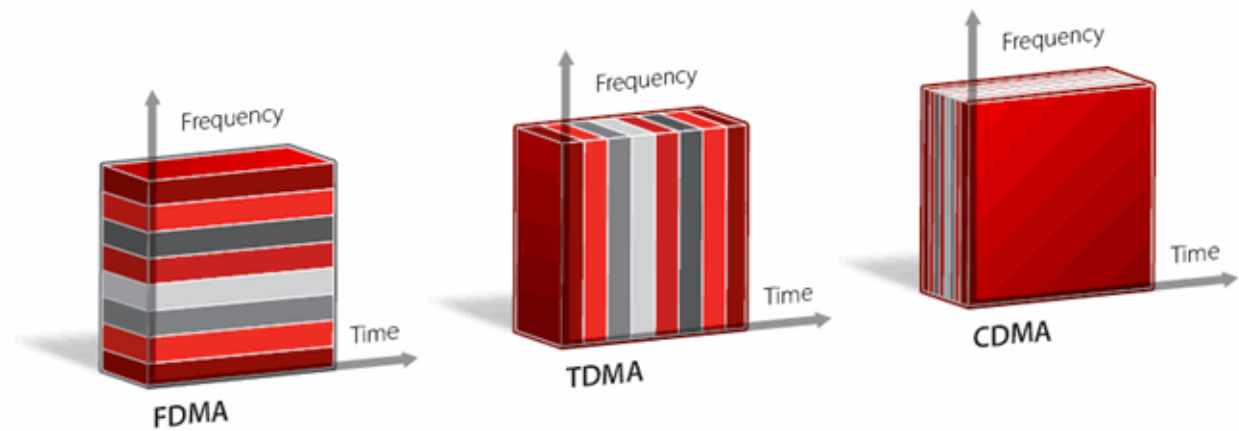
Prin intermediul FDMA, banda de frecventa disponibila este impartita in benzi mai mici specifice fiecarui utilizator in parte. Fiecare utilizator este prin urmare echipat cu un transmitator pentru date, banda de frecventa si un receptor specific fiecarei benzi (care poate fi implementat ca un receptor unic pentru intreaga gama).

Principalul avantaj al protocolului FDMA este dat de simplitatea lui: nu are nevoie de nici o codare sau sincronizare in randul utilizatorilor, deoarece fiecare utilizator poate folosi banda de frecventa proprie fara interferente. Cu toate acestea este dezavantajos cand cantitatea de informatie transmisa de fiecare utilizator nu este egala. Daca nu este egala, inseamna ca la un anumit moment dat, un utilizator va deveni inactiv, iar latimea lui de banda nu poate fi utilizata de alti utilizatori. Un alt mare dezavantaj este acela ca FDMA nu este flexibil. Adaugarea unui nou utilizator in retea necesita modificarea echipamentului fizic.

### **TDMA- Time Division Multiple Access**

Pentru protocolul TDMA, axa timpului este impartita in sloturi atribuite implicit pentru utilizatori diferiti. Fiecare utilizator poate transmite liber in perioada slotului asignat, moment in care resursele sistemului sunt dedicate 100% transmitatorului din slotul respectiv. Sarcinile de

slot urmeaza un model predeterminat , care se repeta periodic; fiecare perioada se numeste un ciclu sau cadru. Fiecare utilizator are un slot in fiecare cadru.



## Dynamic Conflict-Free Protocols

Protocoalele "Conflict-Free" statice precum FDMA si TDMA nu utilizeaza canalul comun foarte eficient , mai ales cand este putin incarcat sau cand o multime de utilizatori diferiti transmit asimetric. Atribuirea statica si fixa in aceste protocoale cauzeaza canalul ( o parte din el ) sa fie inactiv , chiar daca unii utilizatori au date pentru a transmite. Protocoalele dinamice de alocare de canal sunt concepute pentru a depasi acest neajuns . Alocarea canalului devine o functie dependenta de timp ( se schimba cu variatia timpului). Se poate asigna canalul asignat unui utilizator care nu transmite , unui utilizator care chiar are nevoie. Acest avantaj vine totusi cu un cost : necesita controlul de overhead , care nu este necesar intr-un protocol static, control care ocupa o parte din banda.

Ca un exemplu de protocol care apartine familiei de protocoale dinamice este protocolul MSAP- Mini Slotted Alternating Priority: axa timpului este impartita in sloturi de durata egale si transmitia unui utilizator este limitata la acel slot. Pentru a asigura libertatea de transmitie , este necesar sa se ajunga la un acord comun intre utilizatori, care sa transmita intr-un slot dat .Acest acord presupune colectarea de informatii de la utilizatori , si anume care sunt pregatiti pentru transmitie si un arbitru. Este nevoie de un algoritm prin care unul dintre acesti utilizatori sa fie selectat. Acest lucru se realizeaza prin impunerea unei structuri prioritare pe un set de utilizatori, fiecare utilizator facand parte dintr-o clasa cu un rang de prioritate diferit .

Executarea prioritara se bazeaza pe observatia ca , in cazul in care cel mai recent slot a fost alocat unui utilizator , atunci inseamna ca a fost unul dintre cele mai prioritare. Definirea structurii prioritare implica deci determinarea ordinii de transmitie, motiv pentru care se definesc trei tipuri de structuri:

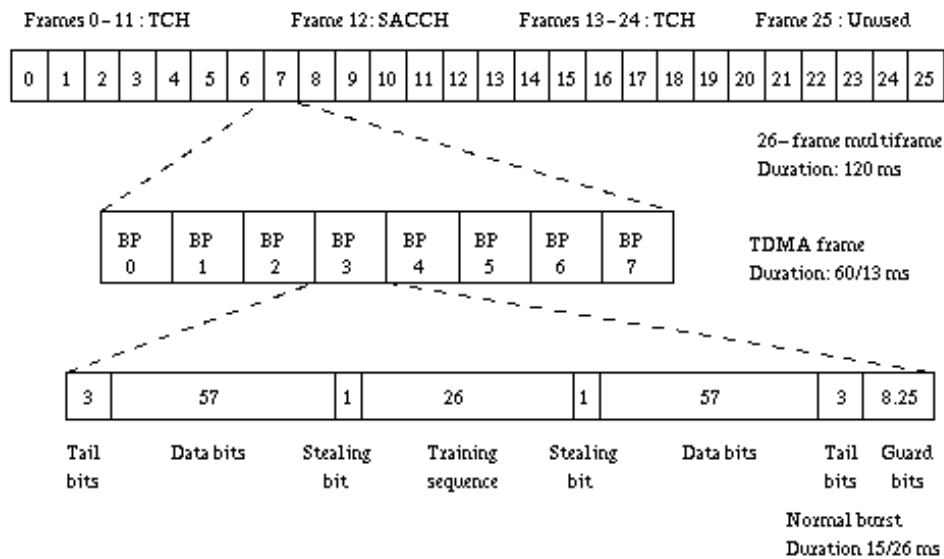
- Fixed Priorities : Ordinea transmisiunii : 0, 1, 2, 3 .....M
- Round-Robin : Ordinea transmisiunii : i+1, i+2, ..., i+M (aritmetica utilizator este modulo M)
- Alternating Priorities : Ordinea transmisiunii : i, i+1 , .... i+M-1.

Structura “Fixed Priorities” implica faptul ca utilizatorul i are mereu prioritate mai mare decat utilizatorul i+1 , astfel se trateaza preferential cele mai mici numere asociate utilizatorilor si este oarecum mai putin echilibrat .

Structura “Round Robin” implica un canal care este alocat utilizatorilor intr-o ordine ciclica si se asigura ca intre oricare doua transmisii ale oricarui utilizator, fiecare va avea sansa sa transmita cel putin o data.

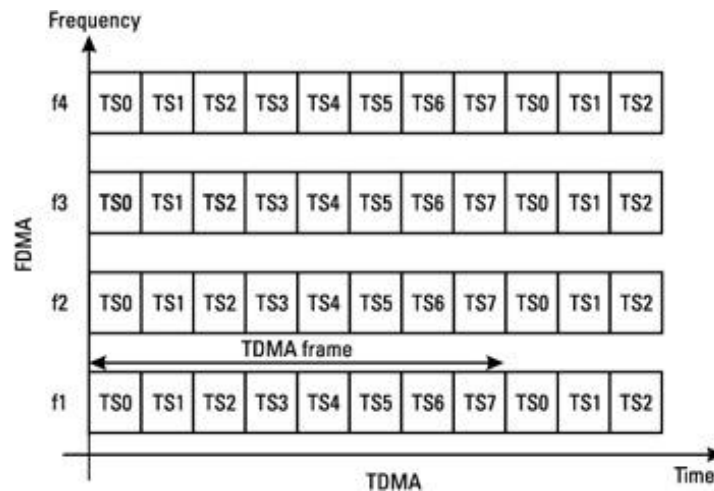
Structura “Alternating Priorities “ permite unui utilizator sa incarce intr-un buffer tot mesajul ce il are de transmis iar apoi in functie de ce prioritati sunt , cand vine vremea sursei care a incarcat mesajul in buffer , se transmite tot mesajul apoi se aloca canalul altei surse in functie de prioritate.

Figura 1 - Codarea TDMA



- Figura 1: <http://www0.cs.ucl.ac.uk/staff/t.pagtzis/wireless/gsm/tdmach.gif>

Figura 2 - Codarea FDMA



## Aloha Protocols

Familia de protocoale Aloha este , probabil , cea mai bogata familie de protocoale de acces multiplu. Popularitatea sa se datoreaza vechimei lor si de asemenea faptului ca sunt foarte simplu de implementat. Multe retele locale de astazi implementeaza anumite variante mai sofisticate din familia Aloha.

Spre deosebire de protocoalele "Conflict-Free" in care canalul era predestinat de la inceput , la protocoalele Aloha permit transmiterea simultan , insa apar coliziuni , iar datele nu pot fi primite in mod corect . O rezolvare pe scurt ar fi aceea ca se retransmite pachetul pana cand nu se mai suprapun. S-au dezvoltat o serie variatiuni.

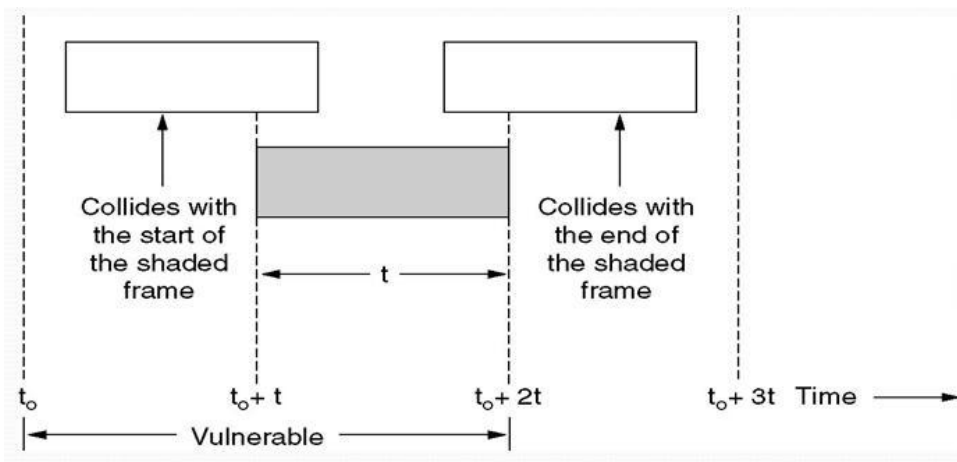
### Pure Aloha

Protocolul "Pure Aloha" este protocolul de baza din familia de protocoale Aloha. Considera un singur sistem hop , cu o populatie infinita generatoare de pachete de lungime T conform unui proces "Poisson" cu rata  $\lambda = \text{pachete/sec}$ . Canalul este fara erori si fara captura: ori de cate ori transmisiunea unui pachet nu interfereaza cu orice alt pachet , pachetul transmis este receptionat corect in timp ce daca doua sau mai multe pachete transmise simultan , o coliziune s-a produs , pachetele ajung incorect la destinatie iar transmisiunea trebuie reluata . Utilizatorii ale caror pachete se ciocnesc se numesc "colliding users". La sfasitul fiecarei transmisiuni , fiecare utilizator stie daca transmisiunea s-a realizat cu succes sau a avut loc o coliziune.

- Figura 2: [http://etutorials.org/shared/images/tutorials/tutorial\\_157/fig29\\_01.jpg](http://etutorials.org/shared/images/tutorials/tutorial_157/fig29_01.jpg)

Protocolul este foarte simplu: afirma ca un pachet nou generat este transmis imediat in speranta ca nu va aparea nici o interferenta cu un alt pachet. Daca totusi a aparut trebuie sa retransmita la un timp aleator in viitor. Acest timp aleator trebuie sa se asigura ca nu continua sa ciocneasca pachetul.

Figura 3 - Reprezentarea grafica pentru coliziunea pachetelor



<http://www.lkn.ei.tum.de/mmprog/mac/protocols/collision/aloah11.htm> - Exemplu live de cum functioneaza *Aloha-Pure* (aveti nevoie de Java instalat)

Cat timp populatia este infinita, fiecare pachet poate fi considerat ca apartine unui utilizator diferit. Fiecare pachet nou ajuns poate fi asignat unui user idle, user ce nu are un pachet de retransmis. Acest lucru ne permite sa interschimbam rolurile userilor si pachetelor si sa consideram doar punctele in timp cand pachetele incearca sa fie transmise. Observand canalul in de-a lungul timpului, putem defini un proces constand in puncte de programare, adica puncte in care pachetele sunt programate pentru transport. Programarea punctelor includ atat pachete noi cat si pachete retransmise. Se defineste rata punctelor de planificare ca fiind  $g = \text{pachete/sec}$ . Acest parametru este referit ca incarcarea canalului. In Cum in mod evident nu toate pachetele trimise si ajung  $g > 1$  ( $l = \text{pachete trimise/sec}$  –Poisson)

Caracterizarea exacta a procesului de planificare a punctelor este extrem de complicat. Pentru a depasi acesta complexitate, se presupune ca acest proces este un proces Poisson (cu rata  $g$  evident). Aceasta presupunere, poate fi totusi o buna aproximare a celui mai bun caz, presupunere cauzata datorita faptului ca Poisson presupune independenta intre evenimente care nu se suprapun. Se poate arata totusi ca reprogramarea retransmisiunii este aleasa uniform de la un interval de timp arbitrar mare.

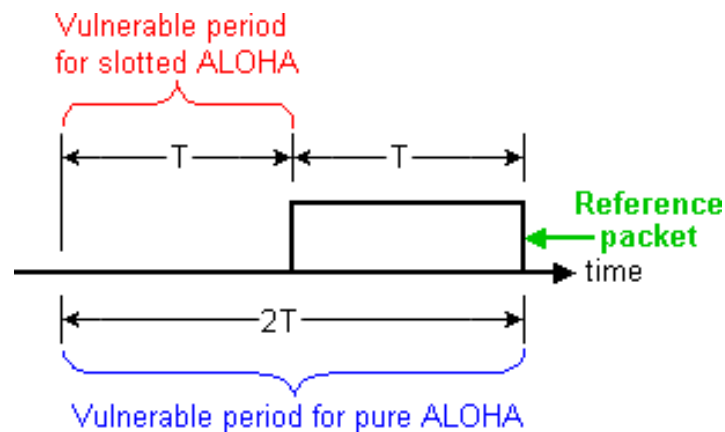
- Figura 3 : <http://www.enggpedia.com/images/stories/efficiency%20of%20aloha.jpg>

Presupunerea Poisson este folosita deoarece face analiza tipurilor de sisteme Aloha urmaribila si prezice cu succes rata maximala de transfer.

## Slotted Aloha

“*Slotted Aloha*” este o variatiune a protocolului Pure Aloha cu sloturi. Dimensiunea sloturilor este egala cu  $T$ .  $T$  este durata de transmisiune a unui pachet. Utilizatorii sunt limitati sa inceapa transmiterea de pachete numai la un anumit timp avand dimensiunea de un slot. Cu alte cuvinte, un slot va fi de succes numai daca exact un pachet a fost programat pentru trasmitere in timpul slotului precedent. Rata de transfer este prin urmare, fractiunea de sloturi in care un singur pachet este programat pentru transmisie.

Figura 4 - Perioada vulnerabila pentru transmisia de pachete



<http://www.lkn.ei.tum.de/mmprog/mac/protocols/collision/aloha21.htm> - un exemplu live de cum functioneaza protocolul de comunicare (aveti nevoie de java pentru a rula exemplul)

- Figura 4: <http://www.lkn.ei.tum.de/mmprog/mac/protocols/collision/aloa2.htm>

## BIBLIOGRAFIE

- <http://www.ustudy.in/node/7094>
- [http://www.tc.etc.upt.ro/docs/cercetare//teze\\_doctorat/custsi.pdf](http://www.tc.etc.upt.ro/docs/cercetare//teze_doctorat/custsi.pdf)
- <http://www.enggpedia.com/computer-engineering-encyclopedia/dictionary/computer-networks/1615-multiple-access-protocols-pure-aloa-vs-slotted-aloa-a-throughput>
- <http://www.lkn.ei.tum.de/mmprog/mac/protocols/collision/aloa1.htm>



## CARRIER SENSING MULTIPLE ACCESS

Schema Aloha demonstreaza performante relativ scazute ce pot fi explicate prin modalitatea "*nepoliticoasa*" de comportare al utilizatorilor. Astfel, pachetele sunt transmise fara a tine cont si de ceilalti membrii ai retelei. O abordare mai prietenoasa ar fi "*asculta inainte sa vorbesti*" care vine sa demonstreze impactul pe care ar putea sa-l aiba asupra transmisiunilor din retea. O astfel de abordare usureaza transmisia tuturor membrilor retelei, eliberand mediul de transmisiune.

Procesul de ascultare a mediului de transmisiune nu este o chestiune complicata, multumita echiparii fiecarui utilizator cu un receptor. Procesul de detectie a unei alte transmisiuni concomitente nu este atat de complicat, el fiind implementat in protocoalele de detectie. Se utilizeaza metoda de ascultare a mediului si pe baza asta se decide daca o alta transmisiune are loc sau nu.

Totusi, exista o problema in momentul in care 2 utilizatori decid sa foloseasca mediul de transmisiune in acelasi timp, asta dupa ce s-a verificat in prealabil disponibilitatea acestuia. Aceasta neplacere este cauzata de timpul necesar transmiterii pachetului. De aceea, nu putem cataloga 2 transmisiuni ca avand loc in acelasi timp, ci mai degraba in aceeasi fereastră de timp. Aceasta fereastră reprezinta un parametru cheie in evaluarea acestor protocoale.

Toate retelele de acces multiplu cu ascultare/detectie (CSMA - "*Carrier sense multiple access*") impart aceeasi filosofie: un utilizator care genereaza un nou pachet de date asculta intai canalul de transmisie si daca acesta este liber, continua transmisia. In caz contrar, fiecare dintre emitorii apartinand aceleasi ferestre de timp alege o intarziere aleatoare pentru transmiterea ulterioara a pachetului.

### RETELE CU ACCES MULTIPLU NONPERSISTENT

Versiunea nepersistenta a CSMA presupune refuzarea transmiterii unui pachet in cazul in care reseaua a fost gasita ca fiind ocupata si reincercarea transmiterii dupa un interval de timp  $\Delta T$ . Acest algoritm conduce la o folosire mai eficienta a canalului de transmisiune, dar de asemenea aduce o crestere a timpului necesar.

Pentru o scurta analiza a acestei metode, consideram un model de retea cu un numar infinit de emitori si receptori care genereaza pachete conform unei distributii Poisson cu

parametru  $\lambda$ . Toate pachete vor avea aceeasi dimensiune si necesita T secunde pentru a fi transmise.

Se constata ca atat pachetele noi cat si cele retransmise sosesc in conformitate cu distributia Poisson de parametru G care se masoara in [pachete/secunda].

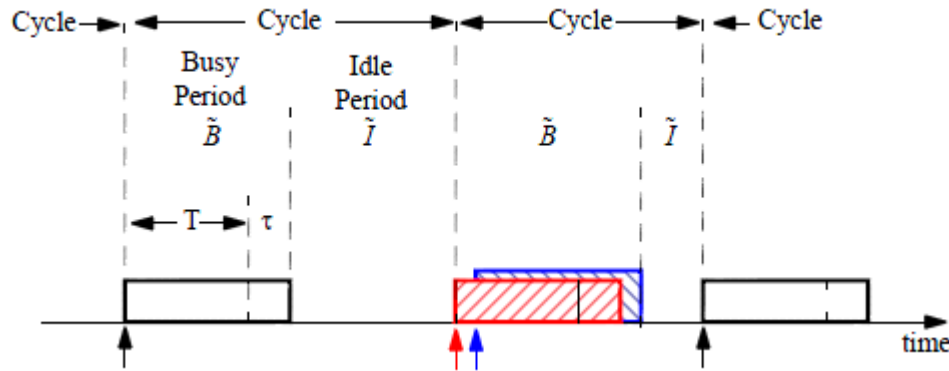


Figura 1 – Reprezentarea ciclului de transmisie folosind protocolul NP-CSMA

Dupa cum era de asteptat, protocolul NP-CSMA va avea aceleasi probleme de instabilitate precum protocolul Aloha, caruia ii seamana.

## RETELE CU ACCES MULTIPLU 1-PERSISTENT

Acest protocol functioneaza in urmatoarul mod: cand emitatorului (statia) este gata sa transmita pachetele, se verifica daca nu cumva canalul de transmisiune este ocupat. Daca este ocupat, va continua sa verifice pana cand acesta devine liber si de abia apoi va trimite pachetul.

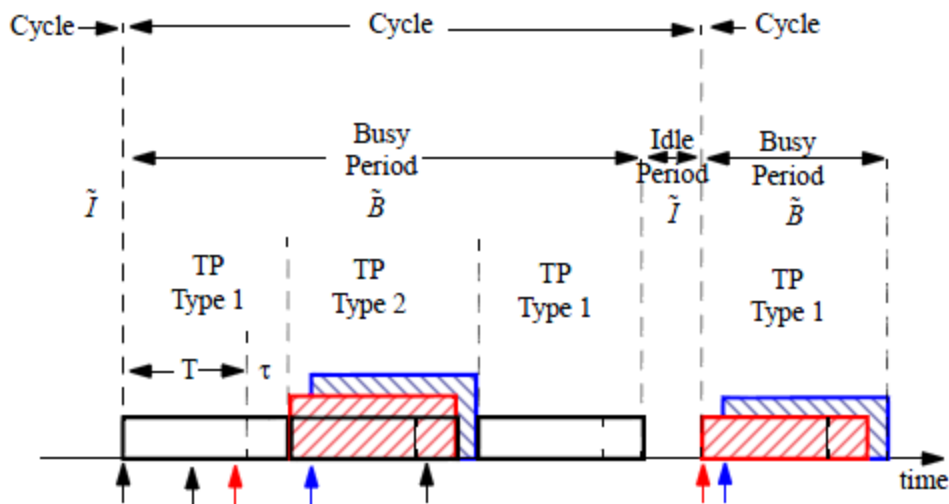


Figura 2 – Reprezentarea ciclului de transmisie folosind protocolul 1P-CSMA

- Figura 1: <http://www.ieee-icnp.org/1997/papers/1997-5.pdf>
- Figura 2: <http://www.cs.utexas.edu/users/lam/Vita/Jpapers/Lam80a.pdf>

In cazul unei coliziuni cu un alt pachet, emitorul asteapta o perioada de timp aleatoare si apoi incearca retransmiterea pachetului. Acest protocol este folosit in Ethernet.

Astfel, se observa ca se va folosi mereu mediul de transmisiune atata timp cand exista un emitor care are de transmis un set de pachete.

## RETELE CU ACCES MULTIPLU P-PERSISTENT

Acestea reprezinta un fel de mix intre retelele de tip 1-Persistent si Non-Persistent CSMA. Atunci cand emitorul este gata sa transmita pachete, verifica in mod continuu daca mediul de transmisie este ocupat sau nu. In momentul in care mediul devine liber, emitorul transmite cu o probabilitate  $P$  o portiune din pachet.

In cazul in care statia alege sa nu transmita (cu o probabilitate de  $1-P$ ) acea portiune din pachet, emitorul va astepta pana la urmatoarea fereastra disponibila pentru a continua transmisia.

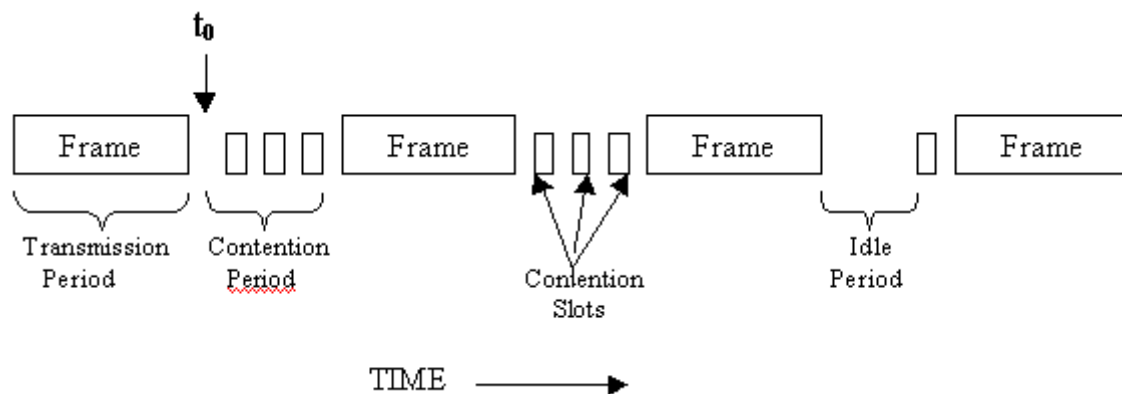


Figura 3 – Reprezentarea ciclului de transmisie folosind protocolul P-CSMA

Procesul se va repeta pana cand pachetele sunt transmise sau un alt emitor incepe sa transmita. In cel de-al doilea caz, emitorul va monitoriza mediul de transmisie si va emite cand acesta este liber, cu o probabilitate de emisie egala cu  $P$ .

P-Persistent CSMA este folosit in sistemele CSMA/CA care include Wi-Fi si alte sisteme radio.

- Figura 3: <http://www.reocities.com/SiliconValley/pines/1572/csmacd.htm>

## RETELE CU ACCES MULTIPLU O-PERSISTENT

Fiecarei statii ii este alocata o ordine de transmisie de catre o statie centrala, superioara. Atunci cand mediul de transmisie devine liber, statiile si vor astepta portinea de timp in concordanta cu ordinea care le-a fost asignata de catre statia centrala.

Statia care este prima va incepe transmisiunea imediat. Urmatoarea statie va astepta o diviziune din timpul alocat transmisiunii inainte sa emita. Ordinea va fi incrementata automat de catre fiecare statie pentru a se pastra succesiunea initiala. O-persistent CSMA este folosit de catre "CobraNet" si de catre "controller area network".

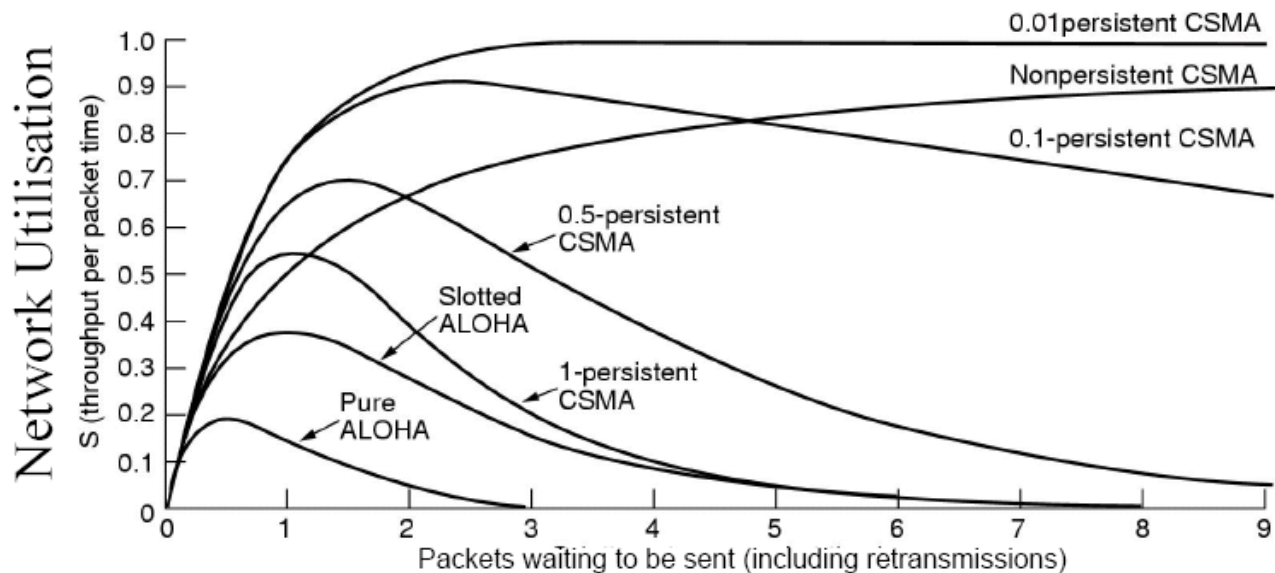


Figura 4 – Comparatie intre procoalele CSMA

- Figura 4: <http://www.pling.org.uk/cs/ndsimg/csmautilisation.png>

## RETELE CU ACCES MULTIPLU DIVIZAT

În acest caz considerăm un mediu similar cu cel descris pentru protocoalele CSMA, doar că divizăm axa timpului în funcție de timpul maxim de întârziere a propagării -  $\tau$  - ceea ce înseamnă că fiecare dintre utilizatori ar putea detecta o transmisie până la finalul acelei diviziuni.

Aceste diviziuni sunt câteodată denumite "mini-sloturi" și sunt mai scurte decât timpul necesar transmiterii unui pachet.

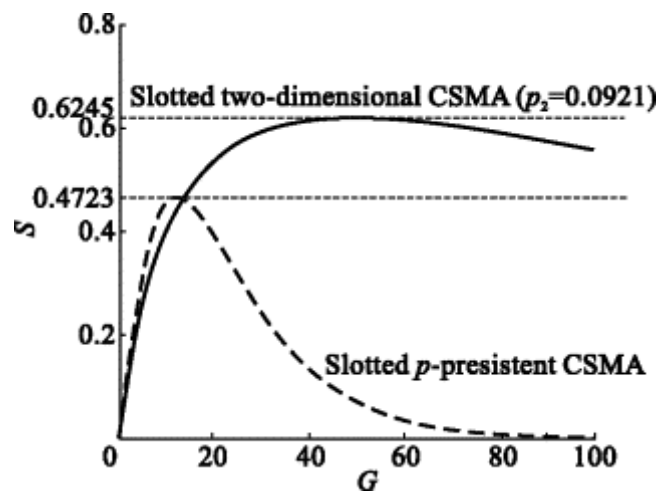


Figura 5 – Reprezentare a P-PERSISTENT CSMA divizat

Astfel, când un pachet de date este programat pentru transmitere la un anumit moment de timp, emitorul așteaptă până la începutul următoarei diviziuni de timp pentru a verifica disponibilitatea canalului. Dacă acesta este în așteptare ("idle"), atunci emitorul va transmite pentru următoarele  $T$  secunde.

În caz contrar, protocolul CSMA corespunzător este pus în aplicare. Pentru Non-Persistent CSMA pachetul va fi reprogramat pentru un moment de timp viitor ales aleator.

Pentru 1-Persistent CSMA emitorul așteaptă până când canalul devine liber și apoi începe transmisiunea.

În ambele cazuri pachetele sunt retransmise în momente viitoare aleatoare.

- Figura 5: <http://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1007021408721953-gr2.gif>
- Figura 6: <http://www.cs.utexas.edu/users/lam/Vita/Jpapers/Lam80a.pdf>

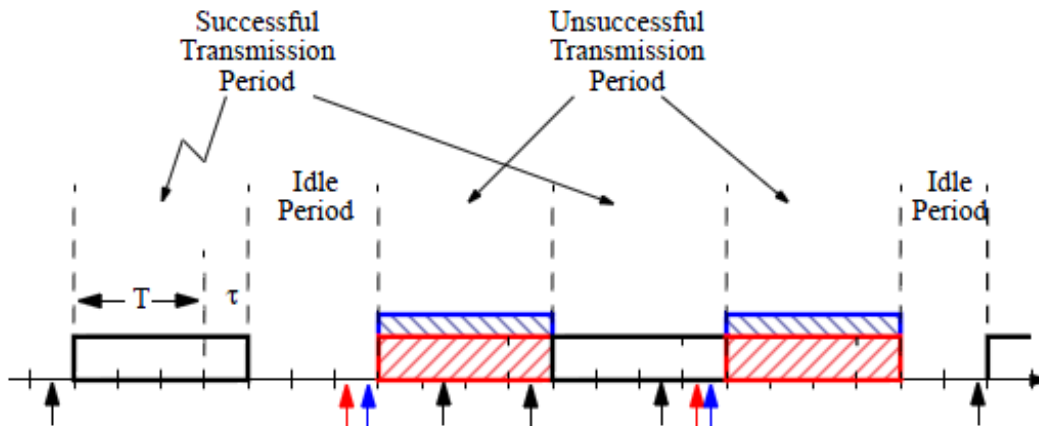


Figura 6 – Reprezentare a Non-Persistent CSMA cu diviziune a perioadei de transmisiune

## RETELE CU ACCES MULTIPLU CU DETECTIE DE COLIZIUNI

Metoda de control al accesului care presupune:

- Folosirea unui model de retea cu detectare
- O statie de transmisiune care detecteaza alte semnale in timp ce transmite un pachet , se opreste din transmisiune, genereaza un semnal de blocare a celorlalte transmisiuni si apoi asteapta un timp aleator pana cand incepe retransmiterea pachetului.

Algoritmul folosit este impartit in 2 proceduri:

1. Procedura de baza este alcatuita din urmatoorii pasi:
  - Daca am pachetul pregatit pentru transmisiune, merg la urmatorul pas.
  - Daca mediul de transmisie este liber, merg la pasul urmator. Altfel, asteapta pana la eliberarea mediului.
  - Incepere transmisie.
  - Daca a aparut o coliziune, mergi la procedura de coliziune

- Inceteaza transmisia si reseteaza numaratorul de retransmisii

## 2. Procedura aplicata in momentul detectarii unei coliziuni

- presupune continuarea transmisiei pana la finalul intervalului minim de timp pentru a asigura detectarea coliziunii de catre toti receptorii.

- numaratorul de retransmisii se va incrementa si se va compara cu numarul maxim de reincercari.

- daca acesta nu s-a atins, se asteapta o perioada aleatoare de "backoff" calculata pe baza numarului de coliziuni.

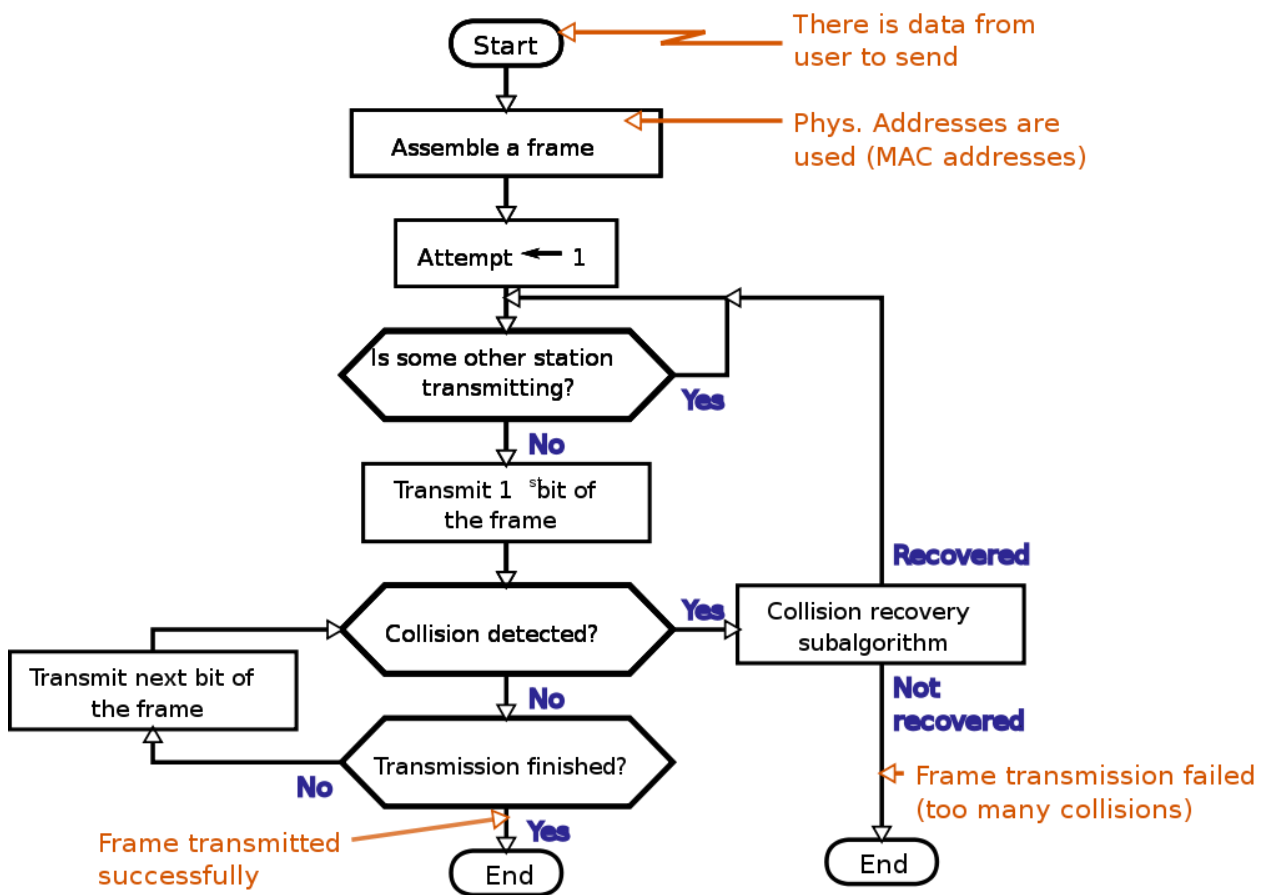


Figura 7 – Reprezentarea algoritmului folosit de CSMA cu detectare de coliziuni

In zilele noastre, variatiuni ale acestui model sunt folosite in sistemele de radio-frecventa care se bazeaza pe impartirea frecventei.

- Figura 7: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/37/CSMACD-Algorithm.svg/1000px-CSMACD-Algorithm.svg.png>

## RETELE CU ACCES MULTIPLU CU EVITARE DE COLIZIUNI

Acest model este folosit in retele de computer in care detectia retelei este folosita pentru a ajuta nodurile sa evite coliziuni emitand doar in momentul in care canalul este catalogat ca fiind liber. Este important in cazul retelelor wireless deoarece detectia de coliziuni este ingreunata de “*problema nodului ascuns*”.

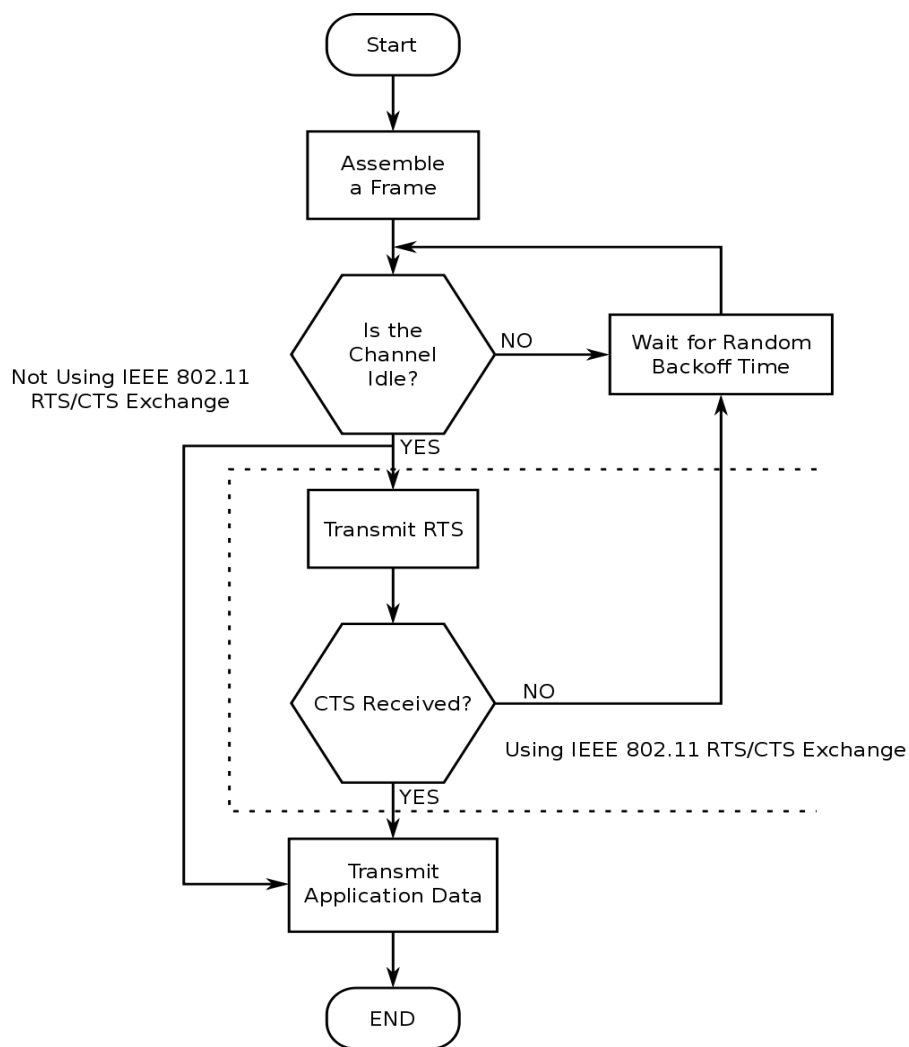


Figura 8 – Reprezentare a modelului CSMA cu evitare a coliziunilor

Evitarea coliziunilor este folosita pentru a imbunatati performanta metodei CSMA prin incercarea de a imparti canalul intr-un mod egal intre toate nodurile emitatoare.



- Figura 8: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1d/Csma\\_ca.svg/1000px-Csma\\_ca.svg.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1d/Csma_ca.svg/1000px-Csma_ca.svg.png)

## PROTOCOALE DE REZOVLARE A COLIZIUNILOR

Aceste protocoale au ca scop rezolvarea coliziunilor de indata ce acestea apar. In plus, majoritatea versiunilor **CRP** inhiba transmiterea pachetelor noi pana cand situatia nu este rezolvata. Astfel, se poate determina stabilitatea sistemului bazandu-ne pe faptul ca rata de sosire a pachetelor noi este mai mica decat rata de rezolvare a coliziunilor.

Ideea de baza de la care pleca aceste protocoale implica exploatarea rafinata a informatiilor disponibile utilizatorilor cu scopul obtinerii unui mod cat mai eficient in ceea ce priveste procesul de retransmitere a pachetelor in cauza.

### PROTOCOLUL ARBORELUI BINAR

Propus de catre *Capetanakis, Tsybakov* si *Mikhailov*, este algoritmul standard de rezolvarea a conflictelor. Aceasta metoda presupune un slot "k" in care are loc o coliziune. Utilizatorii care nu sunt implicati in coliziune vor trebui sa astepte pana cand aceasta va fi rezolvata. Cei care sunt implicati in coliziune vor fi impartiti aleator in 2 categorii.

Cei din prima categorie vor retransmite pachetul in slotul "k+1", in timp ce a doua categorie va face acelasi lucru in momentul in care prima categorie termina cu succes aceasta operatie. In cazul in care slotul "k+1" este liber sau contine o transmisiune efectuata cu succes, utilizatorii care fac parte din a 2a categorie vor retransmite in slotul "k+2". In cazul in care slotul "k+1" contine o alta coliziune, procedura se va repeta.

Un utilizator care emite un pachet care a fost implicat intr-o coliziune cel putin o data este identificat ca fiind un "backlogged user". In baza algoritmului pe care se bazeaza aceasta metoda se poate afirma ca aceasta este recursiva.

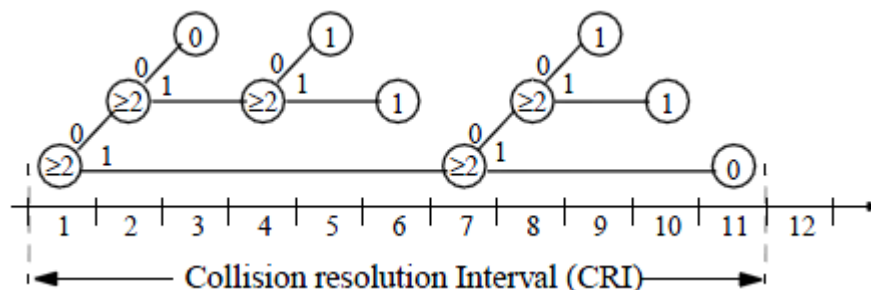


Figura 9 – Reprezentarea unui arbore binar de coliziuni

- Figura 9: [http://www.comlab.hut.fi/studies/3235/S-72.3235\\_2008\\_L10.pdf](http://www.comlab.hut.fi/studies/3235/S-72.3235_2008_L10.pdf)

## PROTOCOLUL MODIFICAT AL ARBORELUI BINAR

Considerand figura de mai sus, se poate observa ca in *sloturile* 2 si 3 coliziunea este urmata de un *slot* liber, implicand astfel posibilitatea ca in *slotul* 2 toti userii au facut parte din categoria a 2a (aruncarea cu banul a returnat 1 pentru ei).

Algoritmul arborelui binar mentioneaza ca acestia trebuie sa transmita acum in *slotul* 4, lucru care va genera insa o noua coliziune. Aceasta poate fi evitata daca cei care fac parte din categoria 1 a *slotului* 2 sunt lasati sa arunce din nou cu banul inainte de a transmite. Se evita astfel o noua coliziune in acest nod.

Aceasta metoda specifica nevoia utilizatorilor de a cunoaste diferenta dintre un *slot* in care a avut loc o transmisie cu succes si un *slot* liber.

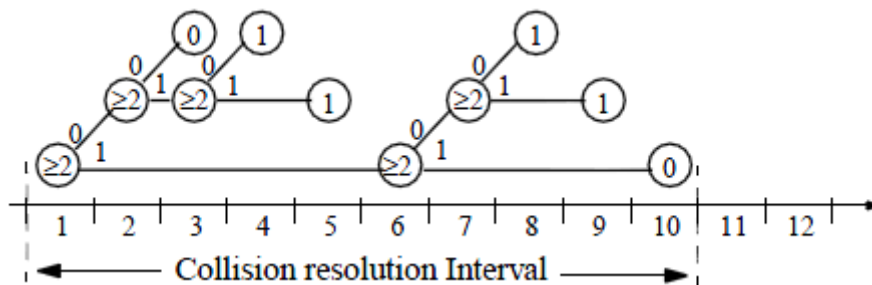


Figura 10 – Reprezentarea protocolului modificat al arborelui binar

- Figura 10: [http://www.comlab.hut.fi/studies/3235/S-72.3235\\_2008\\_L10.pdf](http://www.comlab.hut.fi/studies/3235/S-72.3235_2008_L10.pdf)

## BIBLIOGRAFIE

- [1]. <http://www.cs.utexas.edu/users/lam/Vita/Jpapers/Lam80a.pdf>
- [2]. <http://www.ieee-icnp.org/1997/papers/1997-5.pdf>
- [3]. [http://www.comlab.hut.fi/studies/3235/S-72.3235\\_2008\\_L10.pdf](http://www.comlab.hut.fi/studies/3235/S-72.3235_2008_L10.pdf)
- [4]. [http://tait.e-technik.uni-ulm.de/~huppert/lehre/dig\\_net\\_down/sol8.pdf](http://tait.e-technik.uni-ulm.de/~huppert/lehre/dig_net_down/sol8.pdf)
- [5]. <http://www.tutorsglobe.com/getanswer/explain-in-the-csma-protocol-in-detail-90210.aspx>
- [6]. [http://en.wikipedia.org/wiki/Carrier\\_sense\\_multiple\\_access](http://en.wikipedia.org/wiki/Carrier_sense_multiple_access)