

Kako je broj korisnika sustava temeljenih na ADSL standardima prešao 25 milijuna korisnika ITU je dovršio i odobrio najnoviju reviziju međunarodnih ADSL standarda. Novi standardi su označeni kao G.dmt.bis i G.lite.bis u ITU-u, ali poznatiji su kao ADSL2. U prvoj polovici 2003. napravljena su hardverska i softverska rješenja koja podržavaju i koja su interoperabilna sa ADSL2 opremom kao i sa svim naslijeđem od ADSL opreme.

ADSL2 (ITU G.992.3 i G.992.4) dodaju nove mogućnosti i funkcionalnosti s ciljem poboljšanja izvedbe i interoperabilnosti te dodaje podršku za nove aplikacije, usluge i implementacije. Među najznačajnije promjene valja izdvojiti poboljšanja u brzini prijenosa podataka i učinku dometa, prilagođenju brzine prijenosa podataka, dijagnostici sustava i stand-by načinu rada.

Poboljšanja u brzini prijenosa podataka i dometu

ADSL2 je posebno dizajniran radi poboljšanja brzine i dometa ADSL-a uvelike postizanjem bolje učinkovitosti na dugim linijama u prisutnosti uskopojasnih smetnji. ADSL2 ovo postiže poboljšanjem efikasnosti modulacije, reduciranjem okvira (frame) sinkronizacijskih podataka u prijenosu informacija (overhead), čime se postiže kodni dobitak (efektivno povećanje SNR za isti BER) i poboljšanim algoritmima za obradu signala. Kao rezultat ADSL2 omogućuje bolju funkcionalnost za sve standardne suradljive uređaje.

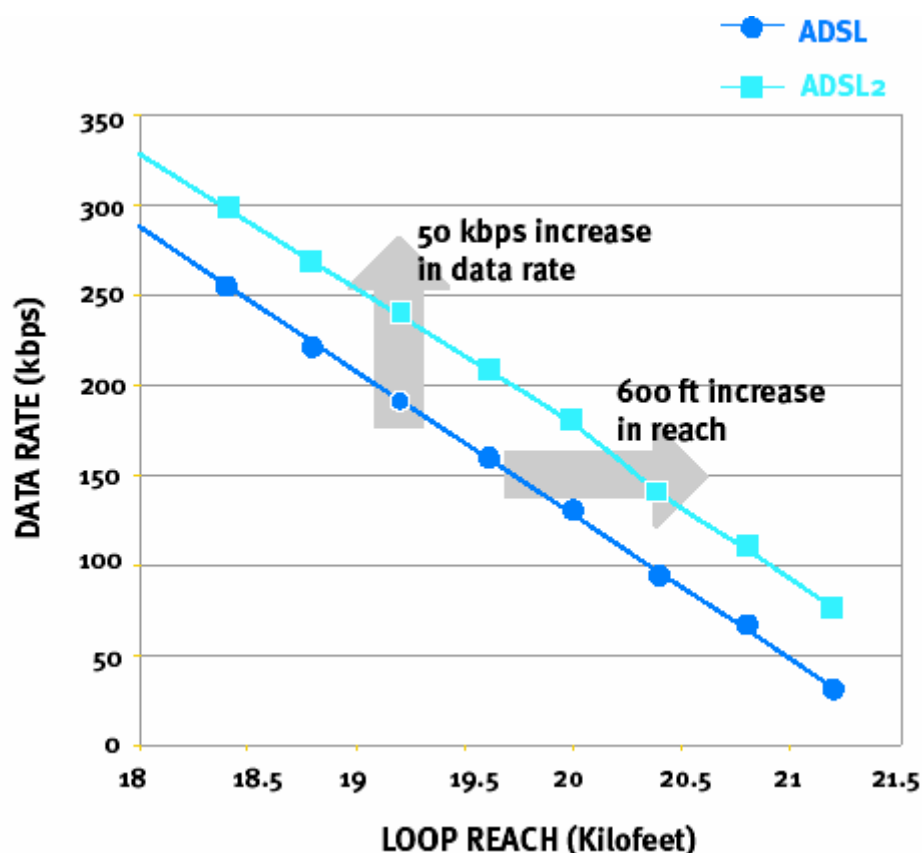
Bolja učinkovitost modulacije postiže se 4-dimenzionalnom rešetkasto kodiranom modulacijom sa 16 stanja i 1 bitnom QAM konstelacijom, što omogućava veće brzine prijenosa podataka na dugim linijama gdje je SNR nizak. Dodatno prijemnički određen "tone reordering" omogućava prijemniku rasprostiranje nestacionarnog šuma uslijed AM radio smetnji radi kodnog dobitka iz Viterbijvog dekodera.

ADSL2 reducira okvir sinkronizacijskih podataka u prijenosu informacija osiguravajući okvir sa programabilnim brojem bitova sinkronizacijskih podataka. Stoga za razliku od prve generacije ADSL standarda gdje je broj bitova po okviru bio fiksni i koristio 32 kbps stvarnih korisnih podataka, u ADSL2 standardu ti se bitovi mogu programirati od 4 kbps do 32 kbps. U prvoj generaciji ADSL sustava na dugim linijama, gdje je brzina prijenosa podataka niska (128 kbps), fiksni 32 kbps podataka alocirano je za sinkronizacijske podatke (25% ukupne brzine prijenosa podataka). U ADSL2 sustavima brzina prijenosa sinkronizacijskih podataka može biti reducirana na 4 kbps, što omogućava dodatnih 28 kbps za korisne podatke. Na dugim linijama, gdje su brzine prijenosa niske ADSL2 postiže

veći kodni dobitak Read Solomon (RS) kodom. Ovo ima svrhu poboljšanja u ADSL2 koje omogućuje fleksibilnost i programabilnost u konstrukciji RS kodnih riječi.

Dodatno, inicijalizacijski automat (state machine) ima brojna poboljšanja koja omogućuju povećanu brzinu prijenosa podataka u ADSL2 sustavima. Tu su uključena između ostalih:

- mogućnosti na oba kraja linije da se reduciraju refleksije signala i sveukupna preslušavanja u sredstvima prijenosa;
- određivanje lokacije ispitnog tona (pilot frekvencije) od strane prijemnika da bi se izbjegle uskopojasne smetnje iz AM radija;
- određivanje nosioca koji se koriste za inicijalizaciju poruka od strane prijemnika da bi se izbjegle uskopojasne smetnje iz AM radija.



Slika 1.

Na slici 1. prikazana je brzina prijenosa podataka i domet ADSL2 u usporedbi sa ADSL-om prve generacije. Na dužim telefonskim linijama ADSL omogućuje porast brzine prijenosa do 50 kbps, što je značajan porast za one korisnike kojima to najviše treba. Ovaj porast brzine prijenosa rezultira u porastu dometa za oko 600 stopa, što preračunato daje porast pokrivenosti područja za 6% ili 2.5 kvadratne milje.

Dijagnostika sustava

Određivanje uzroka problema u potrošačkim ADSL uslugama je uvijek bila izazovna prepreka u ADSL implementacijama. U rješavanju ovog problema ADSL2 primopredajnici su poboljšani sa proširenim dijagnostičkim mogućnostima. Te dijagnostičke mogućnosti osiguravaju alate za rješavanje problema (kvarova) tijekom i nakon instalacije i nadziranje funkcionalnosti rada. Da bi se dijagnosticirali i popravili kvarovi ADSL2 primopredajnici omogućuju mjerenja šuma na liniji, prigušenja petlji i SNR na oba kraja linije. Ova mjerenja se mogu sakupiti koristeći specijalni dijagnostički testni sustav, čak i kada je kvaliteta linije preslaba uopće za uspostavu ADSL veze. Dodatno ADSL2 uključuje mogućnost nadzora funkcionalnosti u stvarnom vremenu (real-time performance monitoring), koje osigurava informacije o kvaliteti linije i stanju šuma na oba kraja linije. Ove informacije se obrađuju softverski i onda ih koristi davač ADSL usluge za nadziranje kvalitete ADSL veze i spriječi buduće moguće zastoje u radu usluge. Ove informacije se također koriste pri određivanju da li se korisniku može ponuditi veća brzina prijenosa podataka.

Poboljšanja u opskrbi napajanjem

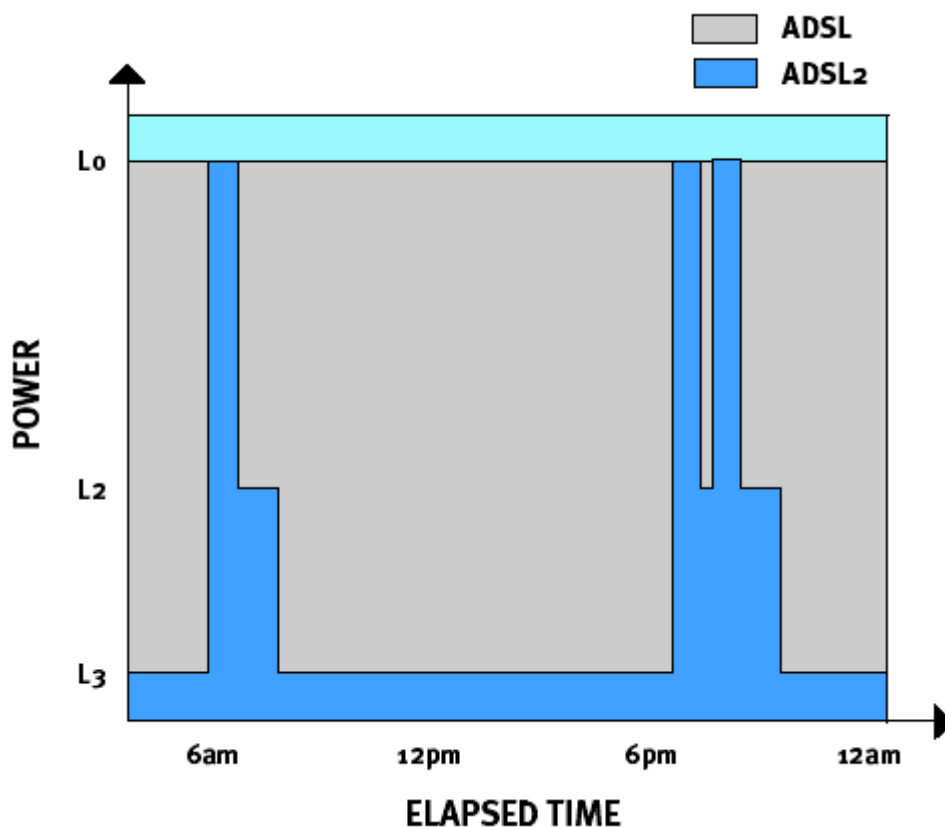
Prva generacija ADSL primopredajnika radi u načinu potpunog napajanja dan i noć, čak i kada se ne koriste. Sa nekoliko milijuna implementiranih ADSL modema moguća je značajna ušteda električne energije ako se modemi uključe u stand-by/sleep način rada poput računala. To bi štedilo energiju za ADSL primopredajnike između jedinica na malim udaljenostima i u kućima za prijenosnike digitalnih petlji (DLC), koja rade pod striktnim zahtjevima na toplinsku disipaciju.

Da bi se riješili ovi problemi ADSL2 standard donosi dva načina upravljanja opskrbom napajanjem, koja pomažu u reduciranju sveukupnog korištenja energije tokom tzv. "always-on" ADSL funkcionalnosti za korisnika. Ovi načini uključuju:

- L2 način niskog napajanja (low-power), ovaj način omogućuje statističku uštedu energije kod ADSL primopredajnih jedinica u centrali (ATU-C) brzim ulaskom i izlaskom iz načina niskog napajanja na temelju Internet prometa koji se odvija na toj ADSL vezi;
- L3 način niskog napajanja, ovaj način omogućuje sveukupnu uštedu energije i u centrali (ATU-C) i u udaljenom ADSL primopredajnoj jedinici (ATU-R) ulaskom u spavajući (sleep) način kada se veza ne koristi na duže vrijeme.

L2 način napajanja je jedna od najvažnijih inovacija ADSL2 standarda. ADSL2 primopredajnici mogu ući i izaći iz L2 načina napajanja na temelju internet prometa preko ADSL veze. Kada se preko ADSL veze "skidaju" s interneta velike datoteke, ADSL2 radi u načinu potpunog napajanja (L0), da bi se maksimizirala brzina "skidanja". Kada se Internet promet smanji, npr. kada korisnik čita dugu tekst-stranicu, ADSL2 sustavi mogu prijeći u L2 način niskog napajanja u kojem je brzina prijenosa podataka značajno smanjena, a ukupna potrošnja energije reducirana. Dok je u L2 načinu niskog napajanja ADSL2 sustav može trenutno ući u L0 način i povećati brzinu prijenosa do maksimuma čim korisnik započne sa "skidanjem"

datoteke. Mehanizam ulaska i izlaska iz L2 načina niskog napajanja i rezultirajuće prilagođenje brzine prijenosa podataka su postignuti bez ikakvog prekida veze i gubitka ijednog bita i kao takav nije zamjetiv od strane korisnika.



Slika 2.

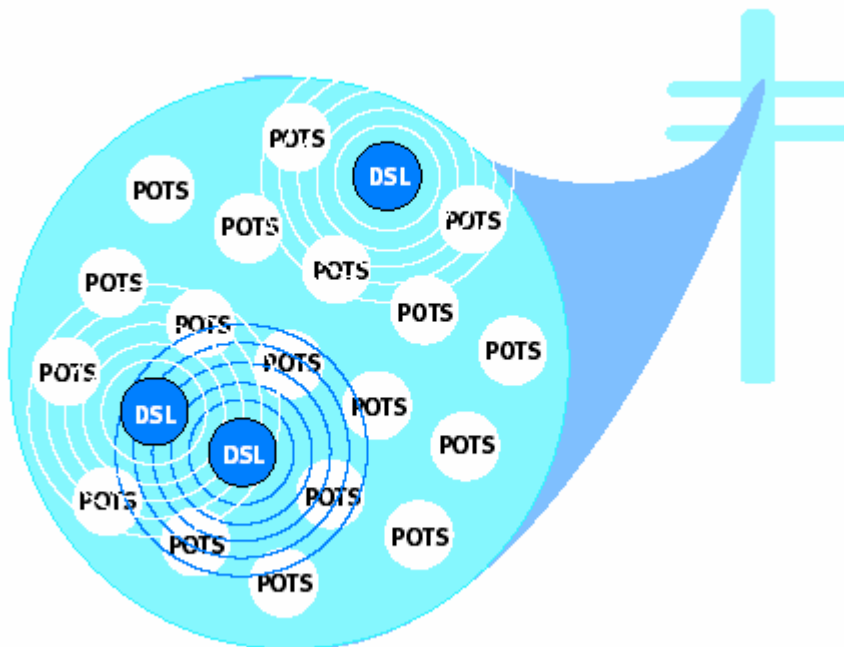
Na slici 2. je prikazano kako L2 način niskog napajanja ADSL2 sustava omogućuje širokopoljnom modemu da brzo prebacuje iz L2 u L0 i natrag bez grešaka u prijenosu bitova.

L3 način niskog napajanja je spavajući način. U ovaj se način ulazi kada se nikakav promet i komunikacija ne odvijaju preko ADSL veze i kada korisnik nije na vezi (online). Kada se korisnik vrati na vezu ADSL primopredajnici traže približno tri sekunde za reinicijalizaciju i vraćanje u stabilno komunikacijsko stanje.

Prilagođavanje brzine prijenosa podataka

Telefonske žice su usnopljene zajedno u višeparo vezivo koje sadrži 25 ili više upredenih parica. Rezultat je ovoga da se električni signali iz jednog para parica elektromagnetski preslikavaju na susjedne parove parica, što je prikazano slici 3. Ovo je fenomen poznat kao preslušavanje i može ometati funkcionalnost ADSL brzine prijenosa podataka. Promjene u razini

preslušavanja mogu uzrokovati da ADSL sustav isključi vezu. Preslušavanje je samo jedan od uzroka da ADSL linije ispadnu iz veze. Drugi razlozi u npr. AM radio smetnje, promjene temperature i voda u vezivu.



Slika 3.

ADSL2 rješava ove probleme tako da prilagođava brzinu prijenosa podataka u realnom vremenu, bez diskontinuiteta u komunikaciji. Ova inovacija, zvana bešavno prilagođenje brzine prijenosa podataka (seamless rate adaption, SRA) omogućuje ADSL2 sustavu da mijenja brzinu prijenosa podataka veze dok radi bez ikakvog prekida usluge ili greške u prijenosu bitova podataka. ADSL2 jednostavno detektira promjenu stanja u kanalu, npr. svaku večer lokalna AM radio postaja isključuje odašiljač, te prilagodi brzinu prijenosa podataka novom stanju u kanalu, o čemu korisnik može biti obaviješten. SRA se temelji na razdvajanju modulacijskog sloja od sloja okvira (framing layer) ADSL2 sustava. Ovo razdvajanje omogućava modulacijskom sloju da promijeni parametre brzine prijenosa podataka bez modificiranja parametara u sloju okvira, što bi inače uzrokovalo da modemi izgube sinkronizaciju, a to rezultira nepopravljivim greškama u prijenosu bitova podataka ili restart-iranju sustava. SRA koristi sofisticirane "online" rekonfiguracijske procedure (OLR) ADSL2 sustava da bez diskontinuiteta u komunikaciji mijenja brzinu prijenosa podataka veze.

Protokol za SRA radi na slijedeći način:

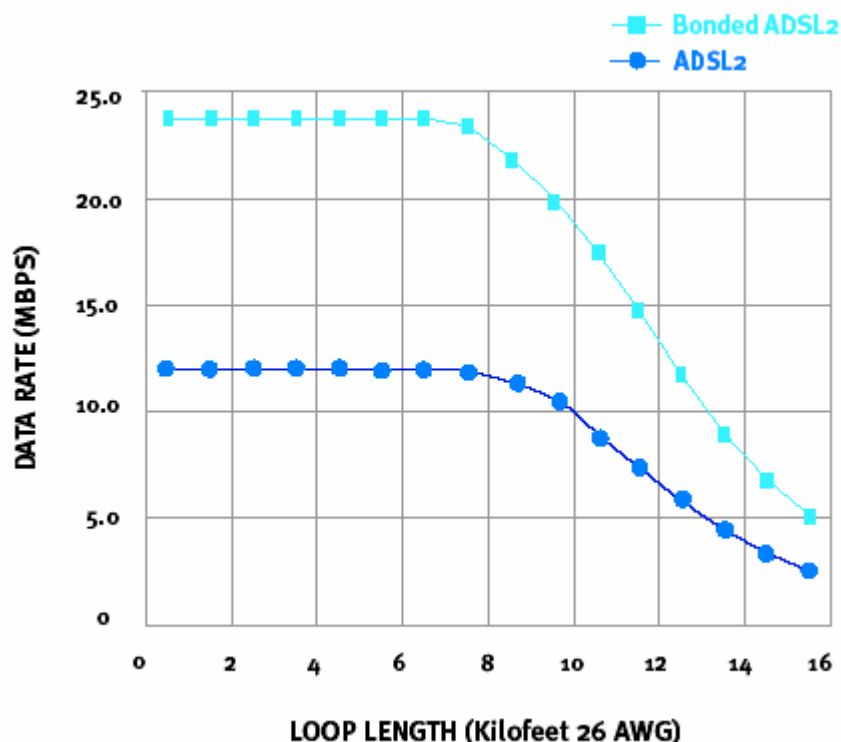
1. Prijemnik nadzire SNR kanala i određuje da je potrebna promjena brzine prijenosa podataka, da se kompenziraju promjene stanja u kanalu.
2. Prijemnik šalje poruku odašiljaču da inicira promjenu brzine prijenosa. Ova poruka sadrži sve bitne parametre za prijenos na novoj brzini

prijenosa podataka. Ovi parametri uključuju broj moduliranih bitova i snagu prijena na svakom podkanalu ADSL sustava s više nosioca (multicarrier ADSL).

3. Odašiljač šalje "Sync Flag" signal koji se koristi kao označivač (marker) za označivanje točnog trenutka od kojeg treba početi prijenos s novim parametrima i novom brzinom prijena podataka.
4. "Sync Flag" signal se detektira u prijemniku i odašiljač i prijemnik bez diskontinuiteta u komunikaciji prebacuju na novu brzinu prijena podataka.

Povezivanje radi veće brzine prijena podataka

Uobičajen zahtjev među nosiocima je mogućnost da se osiguraju različiti dogovorni nivoi usluga (service level agreements, SLA) za različite potrošače. Brzine prijena podataka u domove i poslovne urede mogu se znatno povećati povezujući više telefonskih linija zajedno. Za omogućivanje povezivanja ADSL2 standardi podržavaju ATM-ovo inverzno multipleksiranje (ATM ćelija), ATM (IMA) standard (af.phy.0086.001) razvijen za tradicionalnu ATM arhitekturu. Kroz IMA, ADSL2 sustavi mogu povezati dva ili više bakrena para u ADSL vezu. Rezultat je daleko bolja fleksibilnost kod "downstream" brzine prijena podataka, kao što je prikazano na slici 4.



Slika 4.

IMA standard specificira novi podsloj koji se nalazi između ADSL fizičkog sloja i ATM sloja. Na odašiljačkoj strani ovaj podsloj, zvan IMA podsloj uzima jedan ATM tok iz ATM sloja i distribuira ga u višestruki fizički sloj. Na

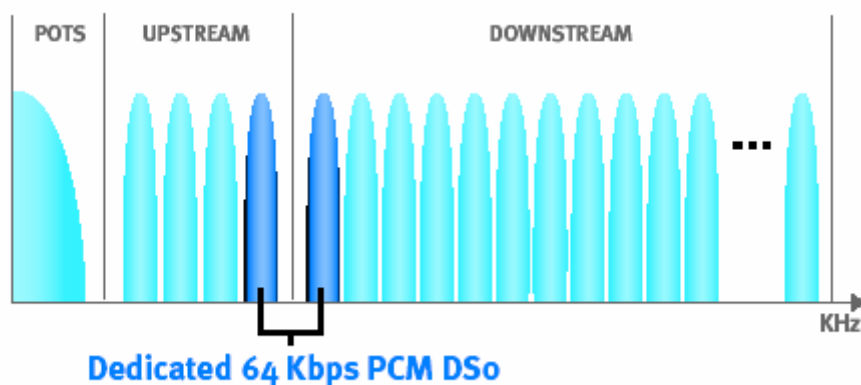
prijemnoj strani IMA podsloj uzima ATM ćelije iz višestrukog fizičkog sloja i rekonstruira originalan ATM tok.

IMA podsloj specificira IMA okvir, protokole i upravljačke funkcije koje se koriste za izvođenje ovih operacija kada su fizički slojevi s gubicima (greške u prijenosu bitova), asinkroni i imaju različita kašnjenja. Da bi radio pod ovim uvjetima IMA standard također zahtjeva modifikacije za neke standarde funkcija fizičkog ADSL sloja, kao što je odbacivanje nekorištenih ćelija i ćelija s greškama kod prijemnika. ADSL2 uključuje IMA operativni način da omogući nužne modifikacije fizičkog sloja da IMA radi sa ADSL-om.

Kanaliziranje i glas preko DSL-a

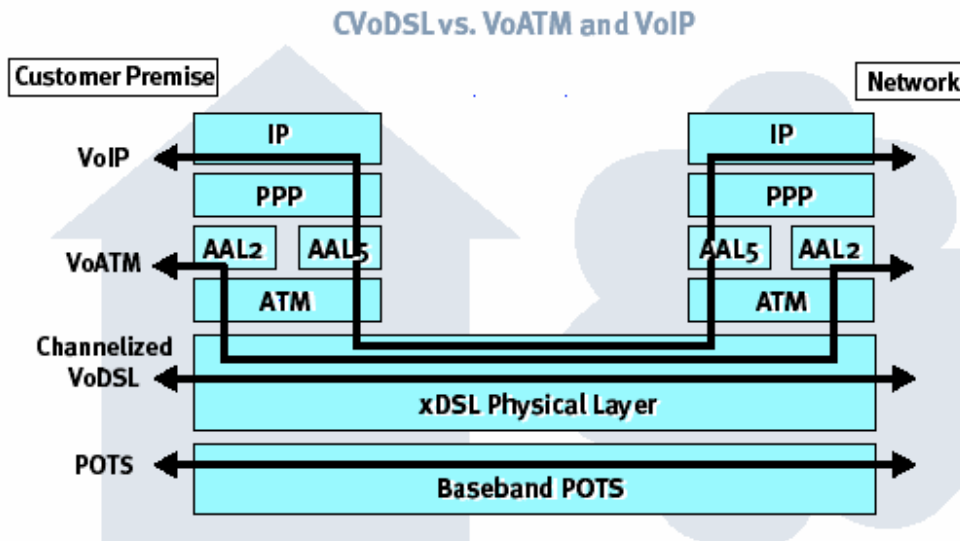
ADSL2 osigurava mogućnost razdvajanja pojasa na dva različita kanala sa različitim karakteristikama veze za različite aplikacije. Na primjer ADSL2 omogućuje simultanu potporu za glasovnu aplikaciju, koja može imati kratko inicijalno kašnjenje, ali zahtjev za većom relativnom učestalosti pogreške i podatkovnu aplikaciju, koja može imati dugo inicijalno kašnjenje, ali zahtjev za nižom relativnom učestalosti pogreške.

Mogućnost ADSL2 kanaliranja također omogućuje potporu za kanalirani glas preko DSL (CVoDSL), metoda za prijenos izvedenih linija prometa TDM glasa preko pojasa DSL-a. CVoDSL je jedinstven među "glas preko DSL" rješenjima po tome što se glas prenosi unutar fizičkog sloja, dopuštajući prijenos izvedenog glasovnog kanala preko DSL pojasa, dok se održava obična telefonska linija ili vrlo brzi Internet pristup. Rezultat je jednostavna i fleksibilna metoda. CVoDSL rezervira 64 kbps kanala DSL pojasa za isporuku PCM DS0 iz DSL modema na udaljeni terminal ili centralu slično kao obična telefonska linija. Ovo je prikazano na slici 5.



Slika 5.

Oprema za pristup tada prenosi glasovni DS0 direktno na mrežu podataka preko PCM. Ovakav pristup eliminira potrebu za pakiranjem glasovnog prometa preko telefonske linije u više protokola kao što su ATM i IP (slika 6.). Višestruke glasovne linije mogu biti simultano aktivne uz tipična ograničenja na ADSL "upstream" pojas. Četiri nekompresirane glasovne linije bi bile razumni maksimum koristeći "upstream" pojas od 256 kbps.



Slika 6.

Neke dodatne koristi

ADSL2 osigurava nekoliko dodatnih, važnih mogućnosti, čije su koristi opisane ovdje:

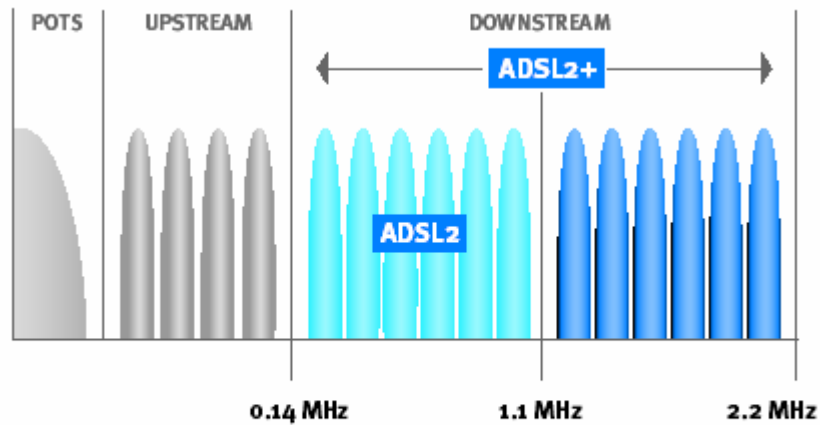
- **poboljšana interoperabilnost**, pojašnjenja i dodaci inicijalizacijskom automatu poboljšavaju interoperabilnost i osiguravaju bolju funkcionalnost kod međusobnog spajanja ADSL primopredajnika koji su od različitog proizvođača;
- **brzo podizanje**, ADSL2 osigurava brzo podizanje koje reducira inicijalizacijsko vrijeme sa više od 10 sekundi (potrebno kod ADSL-a) na manje od 3 sekunde;
- **"all-digital način"**, ADSL2 omogućuje izborni način koji dopušta prijenos ADSL podataka u pojasu glasa, dodajući 256 kbps "upstream" brzine prijenosa podataka. Ovo je privlačna opcija za poslove koji imaju glasovne i podatkovne usluge na različitim telefonskim linijama i cijene dodatno povećanje u "upstream" brzini prijenosa podataka;
- **potpora za na paketima temeljene usluge**, ADSL2 uključuje paket način prijenosa koji omogućuje na paketima temeljene usluge (kao što je Ethernet) da se prenose preko ADSL2, PTM-TC sloj.

ADSL2+

ADSL2+ je standard u razvoju u ITU kao novi član obitelji ADSL2 standarda. ADSL2+ preporuka podupljava "downstream" brzinu prijenosa podataka i time povećavajući brzinu prijenosa podataka na telefonskim linijama kraćim od 9 kilostopa. ADSL2+ je dobio odobrenje u ITU početkom 2003.

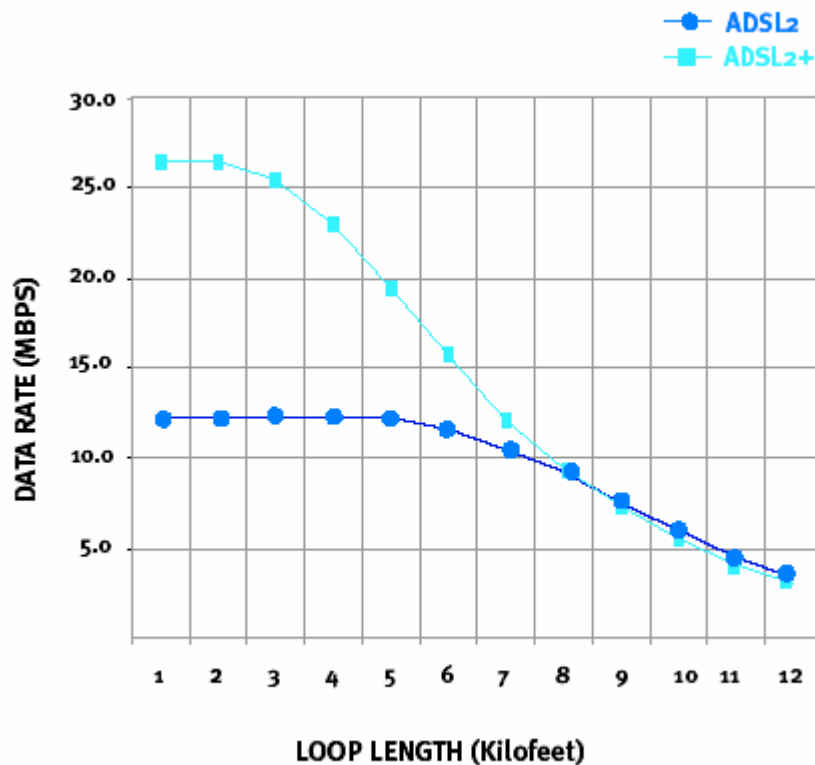
Dok prva dva člana ADSL2 standardizacijske obitelji: G.992.3 (G.dmt.bis) i G.992.4 (G.lite.bis) specificiraju "downstream" frekvenciju do 1.1

MHz i do najniže (respektabilno) 552 kHz, ADSL2+ specificira "downstream" frekvenciju do 2.2 MHz, što je prikazano na slici 7. Rezultat je značajno povećanje brzine prijenosa podataka na kraćim telefonskim linijama, kako je pokazano na slici 8.



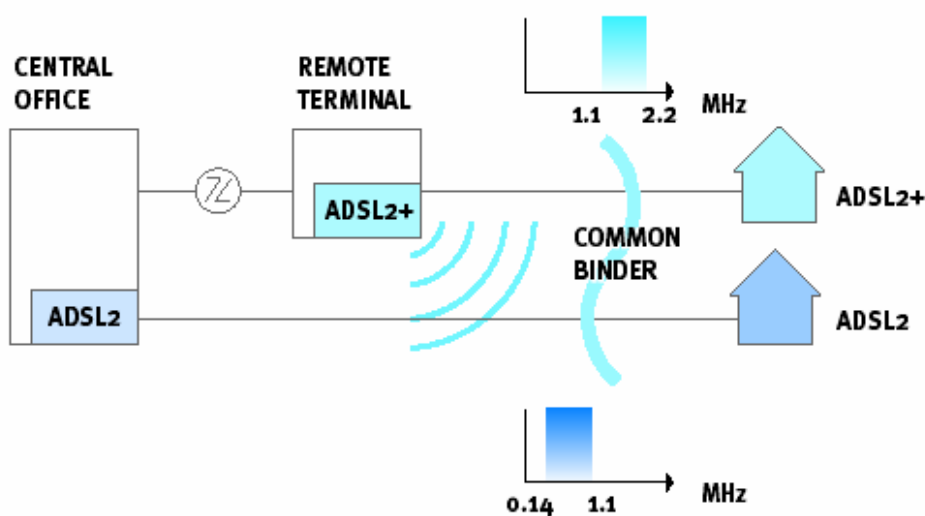
Slika 7.

ADSL2+ također omogućuje izborni način koji podupljava "upstream" pojas, što će također poduplati "upstream" brzinu prijenosa podataka.



Slika 8.

ADSL2+ se također može koristiti za smanjenje preslušavanja. ADSL2+ osigurava mogućnost da se koriste samo frekvencije između 1.1 MHz i 2.2 MHz maskirajući "downstream" frekvencije ispod 1.1 MHz. Ovo posebno može biti korisno kada ADSL usluge iz centrale i udaljenog terminala obje prisutne u istom vezivu kada se približavaju korisnikovom domu (slika 9.). Preslušavanje iz ADSL usluge sa udaljenog terminala na liniju iz centrale može značajno narušiti brzinu prijenosa podataka na liniji iz centrale. ADSL2+ se koristi za ispravljanje ovog problema koristeći frekvencije ispod 1.1 MHz iz centrale i frekvencije između 1.1 MHz i 2.2 MHz iz udaljenog terminala. Ovo će eliminirati veći dio preslušavanja među uslugama i očuvati brzine prijenosa podataka linije iz centrale.



Slika 9.

Zaključak

Nosioci i pretplatnici su odigrali ključnu ulogu u dovršavanju ADSL2 osiguravajući vrijednu povratnu informaciju sa terena, koje je ITU inkorporirao u standarde u obliku novih mogućnosti i poboljšanja izvedbe. Kao rezultat ADSL2 je lak za upotrebu za pretplatnike i profitabilniji za nosioce i obećava uspješan nastavak ADSL-a kroz ostatak desetljeća