




TD-SCDMA

Ivan Ivek

2.lipanj 2006.



TD-SCDMA

Sadržaj:

1. Razvoj i osnovne performanse	-1-
2. Princip rada	-2-
2.1. Pristup mediju	-3-
2.2. Joint Detection	-5-
2.3. Pametne antene	-7-
2.4. Baton Handover	-8-
2.5. Dinamička alokacija kanala	-8-
2.6. Sinkronizacija terminala i bazne stanice	-9-
3. Zaključak	-11-

1. Razvoj i osnovne performanse

Razvoj TD-SCDMA je razvijen na China Academy of Telecommunications Technology (CATT) u suradnji sa Datang-om and Siemens-om kao doprinos ITU IMT-2000 za mobilne usluge 3. generacije. 2001. standard je prihvaćen od strane 3GPP (Third Generation Partnering Project) kao dio **UMTS izdanja 4**. Omogućavajući prijenos brzinama do 2 Mbps, TD-SCDMA podržava komutaciju kanala, za prijenos npr. govora i videa, kao i komutaciju paketa s Interneta. Standard ujedinjuje TDMA (Time Division Multiple Access) sa adaptivnim, sinkronim CDMA (Code Division Multiple Access).

TD-SCDMA koristi TDD (Time Division Duplex), koji prenosi *uplink* promet i *downlink* promet u istom okviru i različitim vremenskim odsječcima. To znači da su spektri *uplink-a* i *downlink-a* dodjeljivani dinamički i fleksibilno, ovisno o vrsti prenošenih podataka. Npr. kod e-maila, više vremenskih odsječaka koristi se za *downlink*, dok je kod simetričnih usluga, kao kod telefonije, simetrična podjela vremenskih dsječaka za *downlink* i *uplink*.

Brzina prijenosa do 2 Mbps

Karakteristike zajedničke sa CDMA (Code Division Multiple Access) omogućavaju istovremeno korištenje istog prijenosnog kanala za više korisnika. Takav signal iskorištava za prijenos čitav prijenosni spektar, što omogućava brzine prijenosa do 2 Mbps.

Prijenos simetričnih i asimetričnih podataka

Kombinacija karakteristika TDD i CDMA pruža TD-SCDMA fleksibilnost potrebnu za visoku propusnost asimetričnih podataka kao i sposobnost općenitog dobrog nošenja sa visokim brzinama prijenosa.

Pametne antene

Implementacija TD-SCDMA standarda koristi pametne antene, uvedene radi smanjenja interferencije susjednih ćelija. Bazna stanica određuje poziciju terminala tijekom *uplink-a* i usmjerava snagu prenošenja signala prema terminalu za vrijeme *downlink-a*.

2. Princip rada

Da bi ponudio dobre performanse kod prijenosa i simetričnih i asimetričnih podjela brzine prijenosa uplink-a i downlink-a, i u visokonaseljenim urbanim i u ruralnim sredinama, omogućavajući visoku pokretljivost terminala, TD-SCDMA objedinjuje tehnologije:

Inkorporirane tehnologije

- **TDD (Time Division Duplex)** omogućava uplink i downlink na zajedničkom frekvencijskom području i ne zahtijeva *double band* prijenos. To je ostvareno vremenskim multipleksiranjem frekvencijskog područja naizmjenice za uplink i downlink. Da zahtjev za optimalno korištenje spektra bude zadovoljen, TDD nudi fleksibilno određivanje kapaciteta za downlink i uplink podešavanjem točke preklapanja.
- **TDMA (Time Division Multiple Access)** je digitalna tehnika koja dijeli svaki frekvencijski kanal u više vremenskih odsječaka i time omogućava da više korisnika koristi isti prijenosni kanal u isto vrijeme.
- **CDMA (Code Division Multiple Access)** povećava gustoću prometa u svakoj ćeliji omogućavajući simultani pristup istom radio-kanalu više korisnika. Međutim, Može doći do interferencije korisnika, MAI (Multiple User Interference).
- **JD (Joint Detection)** uklanja MAI i minimizira interferenciju unutar ćelije
- **MTS (Mutual Terminal Synchronization)** finim podešavanjem trenutaka odašiljanja pojedinih terminala, smanjuje vrijeme potrebno za izračunavanje lokacije terminala i vrijeme traženja terminala prilikom prelaska iz ćelije i ćeliju (engl. *handover searching*).
- **Pametne antene**, koje prate terminale unutar ćelije i emitiraju snagu prema dijelovima ćelije u kojima se nalaze terminali. Bez njih, signal bi bio emitiran prema cijeloj ćeliji. Pametne antene smanjuju MUI, povećavaju kapacitet sustava, povećavaju osjetljivost prijama, smanjuju snagu potrebnu za prijenos i povećavaju domet ćelije.

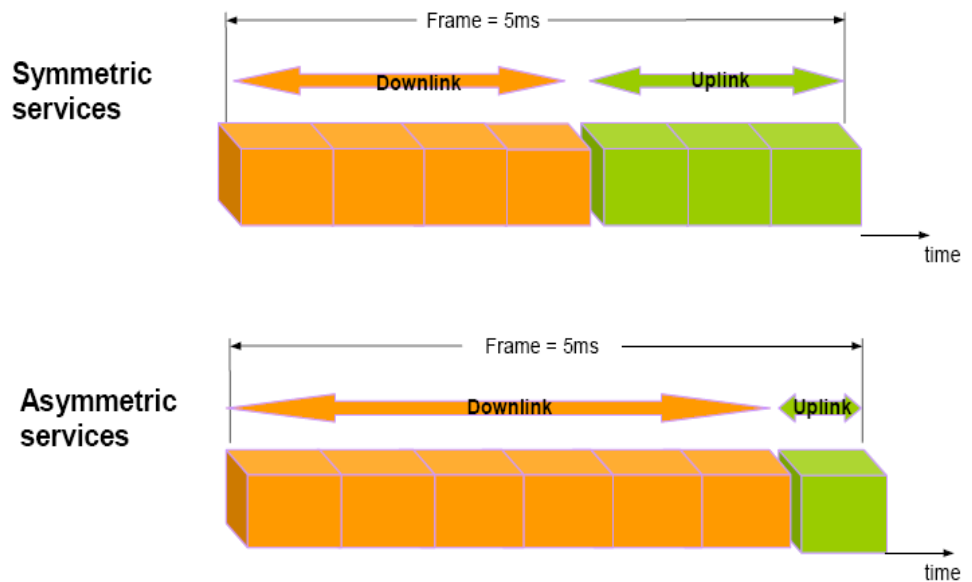
2.1. Pristup mediju

TDMA koristi okvir od 5ms podijeljen u 7 vremenskih odsječaka, koji se fleksibilno dodjeljuju korisnicima, bilo jednom korisniku koji zahtijeva više vremenskih odsječaka, bilo više korisnicima.

TDD omogućava uplink i downlink koristeći više vremenskih odsječaka u jednom okviru.

Kapacitet za *uplink* i *downlink*

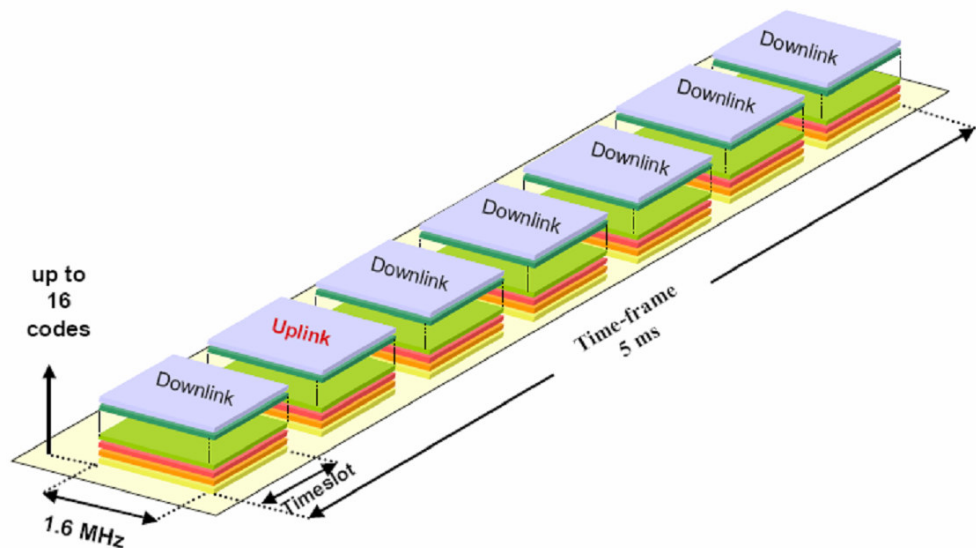
Kombinirajući TDMA i TDD, optimiran je promet za asimetrične i simetrične usluge. Ovisno o potrebama za kapacitetom, podešava se točka preklapanja između downlink-a i uplink-a.



Slika 1: Time Division Multiplex

Za razliku od FDD, ovdje se koristi **neupareni frekvencijski pojas** te se tako čitav spektar može koristiti za prijenos informacija. Zbog toga TD-SCDMA iskače kao idealna tehnologija za podržavanje usluga 3G.

Spreading Korištenje **CDMA** dodatno povećava kapacitet medija. CDMA širi bitove informacija preko šireg frekvencijskog pojasa multiplicirajući korisničke podatke pseudo-slučajnim bitovima, tzv. *chip*-ovima, dobivenih iz CDMA kodova za širenje (engl CDMA spread codes). U svakom vremenskom odsječku može biti preneseno maksimalno 16 CDMA kodova. Korištenje *chip rate*-a od 1.28 Mcps omogućava frekvencijski pojas nosioca od 1.6 MHz. Ovisno o licenci, operater može koristiti više nosioca od 1.6 MHz. Dakle, svaka resursna jedinica (engl. *radio resource unit*) je identificirana određenim vremenskim odsječkom i određenim kodom na određenoj frekvenciji nosioca. Radi veće propusnosti, faktor širenja je promjenjiv i omogućen je *code pooling*.



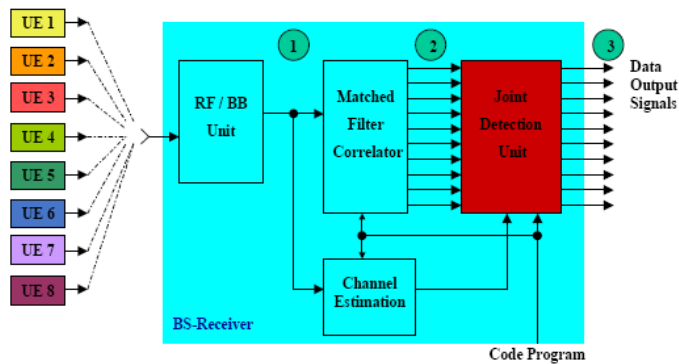
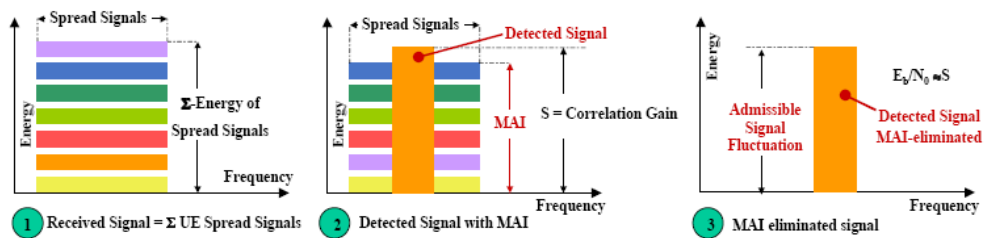
Slika 2: kombinacija TDMA/TDD i CDMA

2.2. Joint Detection

Ograničenja zbog degradacije signala

Na propagaciju radio-signala utječu brojne refleksije, difrakcije i atenuacije signala, uzrokovane preprekama (zgrade, brda) i mobilnošću terminala, što rezultira efektom distorzije signala zbog interferencije originalnog signala sa tako dobivenim (engl. *multipath propagation*), koji generira dvije vrste gušenja- sporo i brzo. Brzo gušenje javlja se kada zakašnjeli signali stignu gotovo u istom trenutku. Kao rezultat, do negativne interferencije dolazi čak i ako se prijamnik kreće preko male udaljenosti. Tijekom sporog gušenja, uglavnom uzrokovanog zasjenjenjima, energija signala do prijamnika dolazi u jasno razlučivim vremenskim trenucima.

Uz te osnovne degradacije signala svojstvene za svaki komunikacijski sustav, CDMA prijenos karakterizira i tzv. **autointerferencija**. Naime, svaki CDMA signal interferira sa svim ostalim u istom radio-nosiocu pa primljeni signal može biti čak ispod razine termičkog šuma.



Slika 3: Joint Detection i MAI

Da bi se napravilo skupljanje (eng. *despreading*) korisničkog signala, postupak suprotan širenju, koristi se korelacijski prijamnik (Matched Filter Correlator, slika). Idealno, korelacijska detekcija trebala bi izdici željeni korisnički signal iz

interferiranog množeći ga sa faktorom širenja (Correlation Gain). Ortogonalnost različitih kodova trebala bi garantirati točnu detekciju željenog signala.

Multi User Interference

U stvarnim CDMA sistemima kodovi širenja nisu potpuno ortogonalni pa korelacijski postupak nije toliko efikasan. Kao rezultat, MAI je generiran u prijamniku-ostali korisnički signali javljaju se kao pozadinska buka i, konačno, detektirani signal ima mali SNR. Efektivni način da se doskoči ograničenju opterećenja prometa zbog MAI je korištenje tzv. nakon *matched filter correlator*-stupnja, *joint detection*-stupnja, stupnja koji ekstrahira sve CDMA korisničke signale paralelno.

Joint detection tehnologija koristi informacije kao što su kod širenja, amplituda, vremenska kašnjenja da bi smanjila interferenciju zbog zasjenjenja, atenuacije, refleksije i sl. i interferenciju sa ostalim korisničkim signalima. Rezultat je povećan prijenosni kapacitet po MHz prijenosnog pojasa i efikasnija upotreba postojećeg spektra.

Alternativni suboptimalni prijammnici

Alternativni prijammnici, koji ne procesiraju i dohvaćaju paralelno sve kodove, jednostavniji i brži su pa se koriste unatoč što su suboptimalni. Također su potrebni sofisticirani podsustavi koji kontroliraju emitiranu snagu, da se kompenzira efekt blizine/udaljenosti (engl. *near-far effect*). Do tog efekta kod CDMA dolazi jer različiti terminali rade na istoj frekvenciji i razlikovani su tek na prijamnoj strani po različitim pripadnim kodovima širenja. Snaga primljena na terminalu blizu prijamne bazne stanice je mnogo veća od snage na onom na rubu ćelije. Bez sustava za kontrolu emitirane snage, dovoljan bi bio jedan terminal koji emitira blizu bazne stanice da zablokira čitavu ćeliju. Osnovni preduvjet za uspješnu detekciju različitih CDMA signala je balansirana uzajamna razina signala sa uzajamnom devijacijom razine manjom ili jednakom 1.5 dB.

Prednosti *joint detection*-a

U TD-SCDMA, eliminacija utjecaja MAI pomoću *joint detection* povećava raspon detekcije za sveki signal na 20 dB. Tako formirani sustav otporniji je na pogreške zbog brzih fluktuacija signala te značajno smanjuje kompleksnost mehanizma kontrole snage.

2.3. Pametne antene

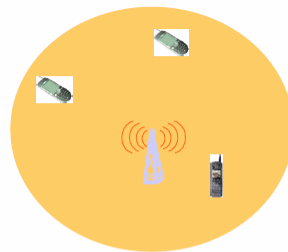
Beam Focusing

Da bi dalje povećala robusnost komunikacijskog sustava, TD-SCDMA bazne stanice opremljene su tzv. pametnim antenama, koje snagu emitiraju u zrakama. Pametne antene su sustavi koji se sastoje od polja antena, spojenog prijamnika i algoritma za obradu signala.

Povećanje osjetljivosti i smanjenje interferencije

Na emisijskoj strani, pametna antena proizvodi faznu razliku na polju antena na temelju primljenih signala, uzima informaciju o lokaciji terminala i efektivno emitira kroz više zraka, sa svakom zrakom usmjerenom prema određenom terminalu koja se pokreće automatski, tako smanjujući interferenciju među kanalima i povećavajući kapacitet *downlink-a*. Na receptivnoj strani pametna antena, kroz raznolikost odabira prostora, uvelike povećava osjetljivost recepcije i smanjuje interferenciju među kanalima korisnika na različitim lokacijama.

Without Smart Antennas

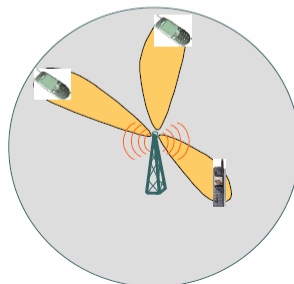


▪ Power is distributed over the whole cell



▪ **Intercell interference** in all adjacent cells using the same RF carrier

With Smart Antennas



Terminals are tracked throughout the cell



▪ **Intercell interference** decreases considerably
 ▪ The **Link Budget** is optimised
 ▪ **Capacity** and **Cell Radius** increase

Slika 4: Pametne antene

Štoviše, broj baznih stanica potreban da pokrije određeno područje manji je nego što bi bio bez pametnih antena, što je osobito pogodno za pokrivanje visokonaseljenih urbanih područja. Također se veći domet ćelije može dobiti u ruralnim područjima.

2.4. Predaja palice (eng. *Baton Handover*)

Kao novi koncept predavanja terminala ćeliji (engl. *handover*), između *soft handover* i *hard handover*, ona predstavlja jednu do temeljnih tehnologija TD-SCDMA. Princip je prethodno samom *handover-u* dobiti informaciju o vremenu prijenosa i snazi u kanalu *uplinka* i tako smanjiti vrijeme predavanja i broj ispadanja iz ćelije.

Prije samog predavanja, budući da sustav zna položaj svih terminala, terminalu se daje informacija o baznoj stanici u novoj ćeliji, zatim se vrše mjerenja u samom terminalu na temelju kojih sustav donosi konačnu odluku. Nakon mjerenja i traženja ćelije, terminal uspostavlja sinkronizaciju sa novom baznom stanicom i pripadne novoj ćeliji.

2.5. Dinamička alokacija kanala

**Manja interferencija,
veći kapacitet**

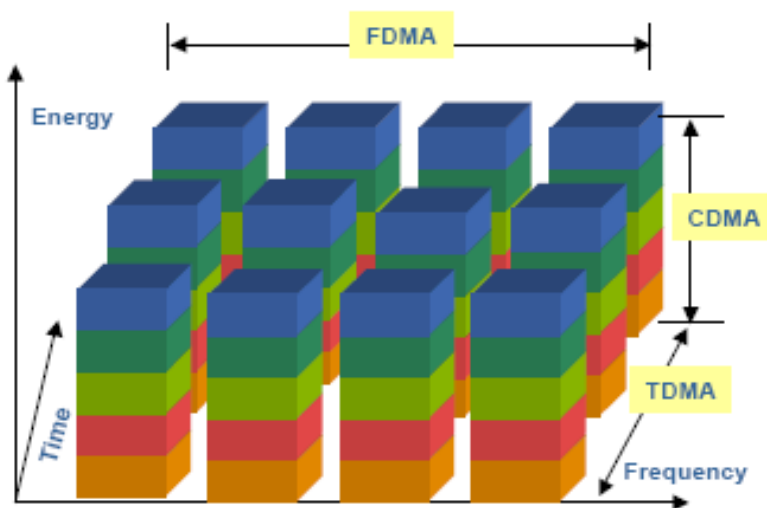
Ona omogućuje fleksibilnu bežičnu alokaciju u vremenskoj domeni, prostornoj domeni i domeni koda te bolje izbjegavanje interferencije i minimalno vrijeme neiskorištenosti kanala, s tim i efektivno iskorištavanja ograničenih bežičnih resursa, povećavajući kapacitet sistema. Dodatno, dinamička alokacija kanala omogućava fleksibilnu alokaciju resursa vremenskih odsječaka i dinamičko podešavanje broja vremenskih odsječaka za uplink i downlink za podršku simeričnog i asimetričnog prijenosa.

DCA u četiri domene

Ona obavlja navedene funkcije uz minimizaciju interferencije među ćelijama. Koriste se četiri metode, uzete iz tehnologija multipleksiranja:

- u vremenskoj domeni (**TDMA**) – promet je dinamički alocirano vremenskom odsječku sa najmanje interferencije.

- u frekvencijskoj domeni (**FDMA**) – promet je dinamički alokirano najmanje interferiranom nosiocu, od 3 raspoloživa na 1.6 MHz u pojasu od 5 MHz
- u prostornoj domeni (**SDMA**) – funkcija koju obavljaju pametne antene, odabiranje najpogodnijeg smjera i iznosa snage emitiranja, s obzirom na interferenciju
- u domeni koda (**CDMA**) – promet je dinamički alokirano na najmanje interferirane kodove (16 kodova po vremenskom odsječku po nosiocu)



Slika 5: Dinamička alokacija kanala (DCA)

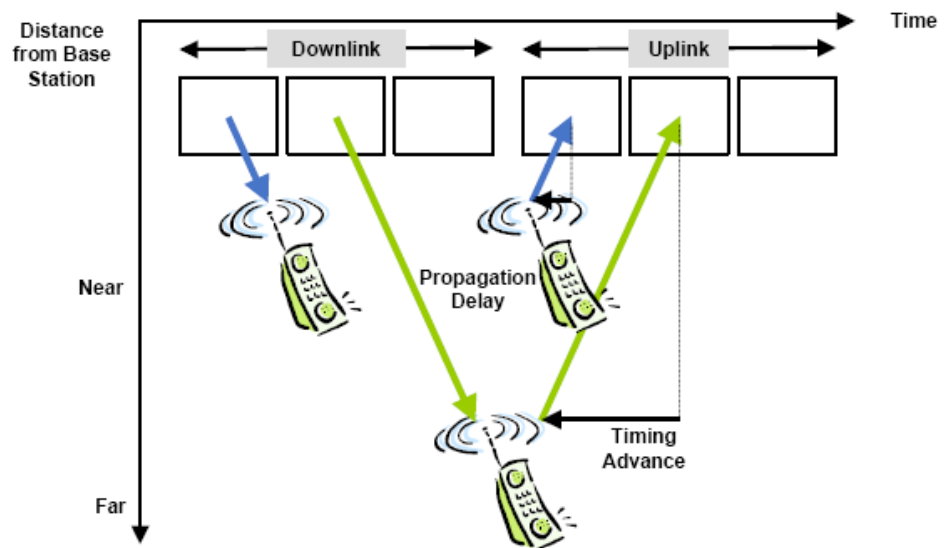
2.6. Sinkronizacija terminala i bazne stanice

Kao i ostali TDMA sustavi, TD-SCDMA zahtijeva sinkronizaciju terminala i bazne stanice. Ona postaje složeniji problem kada su terminali pokretniji jer mogu biti na različitim udaljenostima i signal ima različita vremena propagacije.

Sinkronizacija na okvir

Da bi se kompenzirala kašnjenja i izbjegle kolizije susjednih vremenskih odsječaka, signali se sinkroniziraju na okvir kod bazne stanice

Efekt precizne sinkronizacije signala koji stižu na baznu stanicu značajno poboljšavaju *joint detection*. Dodatna prednost prednost je olakšano



Slika 6: Sinkronizacija terminala i bazne stanice

računanje pozicije terminala prema baznoj stanici. Uz to, kada je terminal u *stand-by* modu (*idle timeslots*), može vršiti mjerenja kvalitete prijenosa do susjednih baznih stanica. Rezultat je smanjeno vrijeme predavanja. Također, zahvaljujući sinkronizaciji, TD-SCMA se ne oslanjana *soft handover* na rubovima ćelije radi redukcije interferencije, već konvencionalni, što vodi redukciji cijene iznajmljenih linija.

3. Zaključak

TD-SCDMA kao fuzija FDMA, TDMA i CDMA je komunikacijski sustav sa velikim kapacitetom, efektivnom upotrebom spektra i velikim potiskivanjem. Pokriva usluge prijenosa glasa, videa i podataka, komutaciju kanala i paketa za simetričan i asimetričan promet te piko, mikro i makro pokrivanje pješačkih i visokopokretnih korisnika.

Optimalan je za **Mobilni Internet i multimedijske aplikacije**. Konvencionalni *handover* void redukciji cijena unajmljenih linija.

Ekonomski i tehnički potencijal

S ekonomskog aspekta, TD-SCDMA obećava veliki uspjeh; masovno uvođenje na najveće svjetsko tržište ubrzat će prihvaćanje standarda širom svijeta. S tehničke strane, TD-SCDMA je razrađen velikoj mjeri i karakteriziraju ga performanse koje mu garantiraju vodeće mjesto u mobilnoj telefonije 3. generacije.