

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

SEMINARSKI RAD IZ PREDMETA SUSTAVI ZA PRAĆENJE I
VOĐENJE PROCESA

ULTRA-WIDEBAND TEHNOLOGIJA

Mario Klobučarić
JMBAG: 0036385363
4. INE

Zagreb, 31.05.2004.

Sadržaj

1. Cilj	2
2. Kratki pregled UWB tehnologije	3
3. Opis UWB tehnologije	4
3.1 UWB Karakteristike	4
3.2 Osnove tehnologije	6
3.2.1 Modulacija	8
3.2.2. Demodulacija	9
3.3. Aplikacije	10
3.4. Trenutačni stupanj razvoja UWB tehnologije	11
4. Zaključak	12
5. Literatura	13

1. Cilj

UWB je radio tehnologija koja otvara nove mogućnosti u radio komunikacijama. Osim toga, UWB je bežična tehnologija koja šalje digitalne podatke na vrlo visokim brzinama prijenosa na širokom spektru frekvencija. Dopuštena snaga UWB tehnologije se nalazi unutar granica trenutne FCC (Federal Communication Commission) regulacije, ali također ima sposobnost prenosi signale kroz vrata i druge objekte koji reflektiraju signale na mnogo užim frekvencijskim područjima i signale viših snaga. UWB bi mogao naći svoje područje primjene (osim u aplikacijama i uređajima bežične komunikacije) kod radara vrlo visokih rezolucija, u sustavima za određivanje položaja (sa centimetarskom točnošću), te u sustavima za praćenje.

UWB predstavlja svježe mogućnosti za definiranje novih standardiziranih sučelja za bežične tehnologije. Posvuda u svijetu kompanije surađuju sa lokalnim organizacijama i vladama da bi im pomogli definirati regulativu za komercijalne aplikacije UWB tehnologije. U Europi, Njemačka surađuje sa ETSI (European Telecommunication Standardization and Task Group 31) da bi uvidjeli zahtjeve EU zemalja za UWB tehnologiju. U Japanu, IKK surađuje sa ARIB-om (Association of Radio Industries and Businesses) da bi definirali regulative UWB tehnologije za Japan. U SAD-u, nekoliko kompanija kao Intel, Time Domain, Xtremespectrum, Motorola, Sony, Samsung, HP i ostali prikupljaju tehničke zahtjeve za tu tehnologiju. Najvažniji korak za osiguravanje uspjeha i budućnosti UWB-a će biti odabiranje jedinstvenog, univerzalnog standarda koji će moći koegzistirati sa postojećim korisnicima i ostalim RF tehnologijama dajući podlogu budućim tehnologijama.

Ovdje ćemo istražiti UWB tehnologiju, karakteristike, neke mogućnosti koje postoje i neke koje nas tek čekaju.

2. Kratki pregled UWB tehnologije

'UWB tehnologija je bilo koja tehnologija koja ima spektar koji zauzima frekvencijsko područje veće od $1/4$ centralne frekvencije ili frekvencijsko područje veće od 500 MHz' (definicija iz PULSON Technology Overview, 2001). Jednostavan primjer ultra-wideband (širokopojasnog) odašiljača je radar ili RF(Radio frekvencije) odašiljanje sa širinom frekvecijskog područja od bar 250 MHz, koje ima centralnu frekveciju od 1GHz. To se razlikuje od tehnologija se uskim frekvencijskim područjem gdje je širina frekvecijskog područja tipično 10% ili manje od centralne frekvecije.

Kroz kasnije osamdesete, pojam UWB tehnologije se vezivao uz osnovno frekvencijsko područje, uz tehnologije bez nosioca ili impulsne tehnologije. Tek 1989 je ministarstvo obrane SAD-a počelo koristiti termin 'ultra-wideband' u današnjem značenju. UWB tehnologije su se razvijale više od 30 godina. Donedavno su UWB aplikacije bile dopuštane samo uz posebne dozvole, ali u veljači 2002, je FCC izdao izvještaj i odobrenje za komercijalnu upotrebu UWB tehnologije. Time Domain Corp., je u listopadu 2002 postala prva kompanija koja je dobila državno odobrenje za prodavanje uređaja baziranih na Ultra-wideband tehnologiji.

Iako se UWB tehnologija može uspoređivati sa sličnim sustavima baziranim na tehnologiji spread spektra, ne smatra se tradicionalnom spread spektar tehnologijom. Kao i sustavi *spread spektra*, UWB sustavi mogu povećati proces pojačanja primljenog signala i mogu raditi u prisustvu ostalih radio sustava visokih snaga. UWB sustavi nadalje nisu podložni stvaranju opasnih interferencija za ostale korisnike spektra, jer je odaslani signal (sa snagom manjom od 50 mikrovata) raširen u širokom frekvencijskom području.

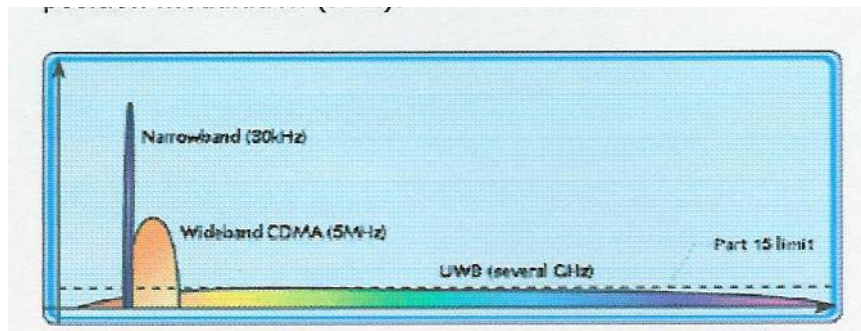
3. Opis UWB tehnologije

3.1 UWB Karakteristike

Umjesto tradicionalnih sinusnih valova, UWB tehnike šalju nekoliko kodiranih impulsa pa sekundi, po ultra-širokom frekvencijskom području spektra i karakteriziran je sa ultra-kratkim impulsima, malom snagom, imunošću na interferencije, preciznim područjem i niskom cijenom.

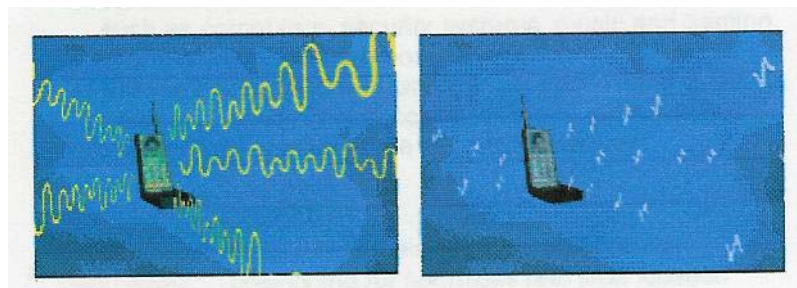
Ultra-kratko trajanje impulsa doprinosi signalima ultra širokog frekvencijskog područja:

Tipično, dužine impulsa su između 0.5 i 1.5 ns a intervali između impulsa su 100 ns i 1 us (kao što je prikazano na slici 1).



Slika 1 UWB spektar

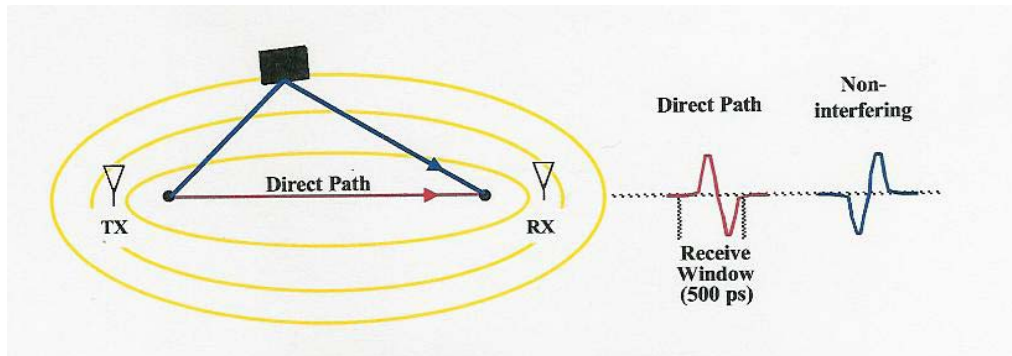
Ekstremno male spektralne gustoće snage : UWB sustavi šalju signale kod ultra niskih snaga, kod komercijalnih aplikacija šalju signale kod snaga od 50mW (1/10000 snage mobilnog telefona) (kao što je prikazano na slici 2).



Slika 2 UWB Niska spektralna gustoća snage

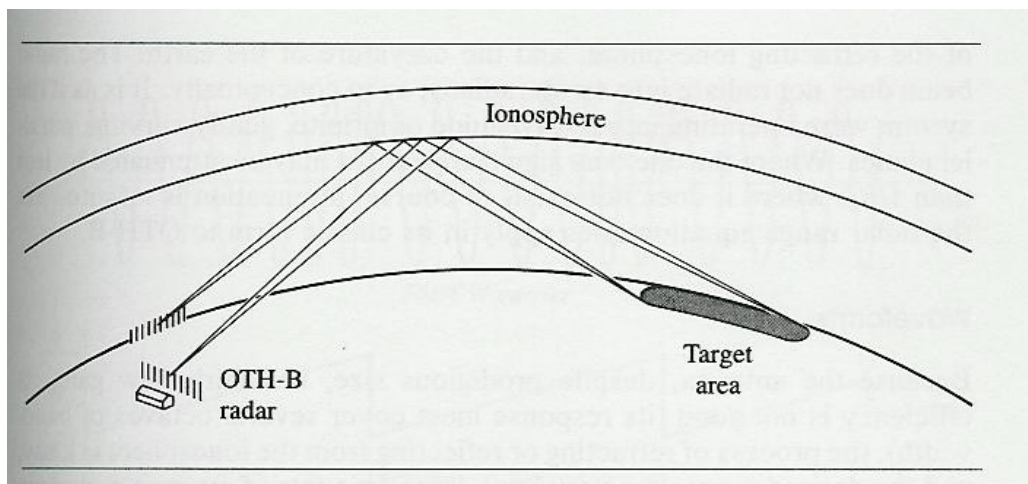
Jako dobra imunost na interferenciju: Kombinacija širokog spektra, niže gustoće snage i impulsnih podataka znači da ultra-wideband uzrokuje manje interferencije nego usko

područni radio frekvencijski sustavi, uslijed niske vjerojatnosti detekcije i odlične imunosti na primanje signala od različitih puteva. Kao ilustracija, monociklični signal putuje od odašiljača prema prijemniku preko dva različita puta. Pošto su putevi različitih duljina, drugi impuls će stići nakon prvog impulsa. Prijemnik može pohraniti oba impulsa i primiti bolji od njih. Dapače, energije oba signala se zbrajaju povećavajući tako prijemni omjer signal prema šumu (kao što je prikazano na trećoj slici).



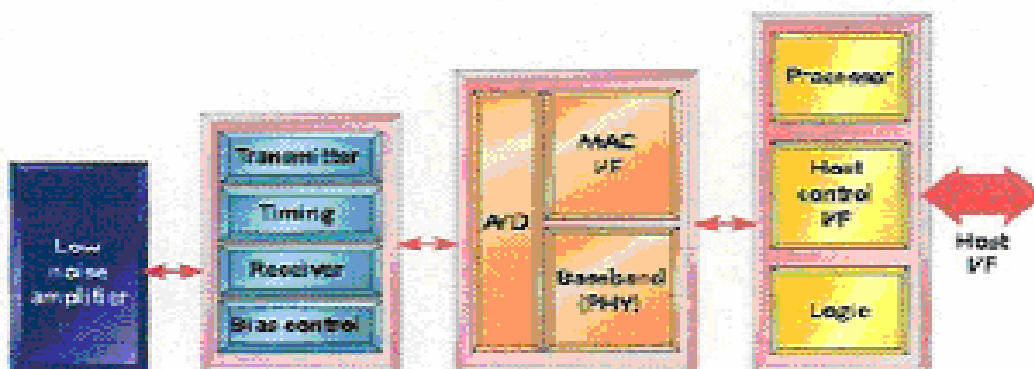
Slika 3 UWB imunost na signale različitih puteva

Dobivanje preciznih informacija položaja: Zbog tehnologije vremenski moduliranih impulsa i veličine impulsa, UWB tehnologija dopušta precizno pozicioniranje i osjetljivost radara. Kod stvaranja trodimenzionalne lokacije i sustava praćenja postignute su točnosti od 10 do 20 centimetara (kao što je prikazano na slici 4).



Slika 4 Precizno određivanje položaja pomoću UWB

Niske cijene: UWB uređaji nisu složeni, omogućuju postizanje značajno nižih cijana te su manji po dimenzijama pošto ne koriste stupnjeve RF/IF konverzije, miksera, lokalne oscilatore i ostale skupe uređaje koje koriste tradicionalne radio frekvencijske tehnologije (kao što je prikazano na slici 5).

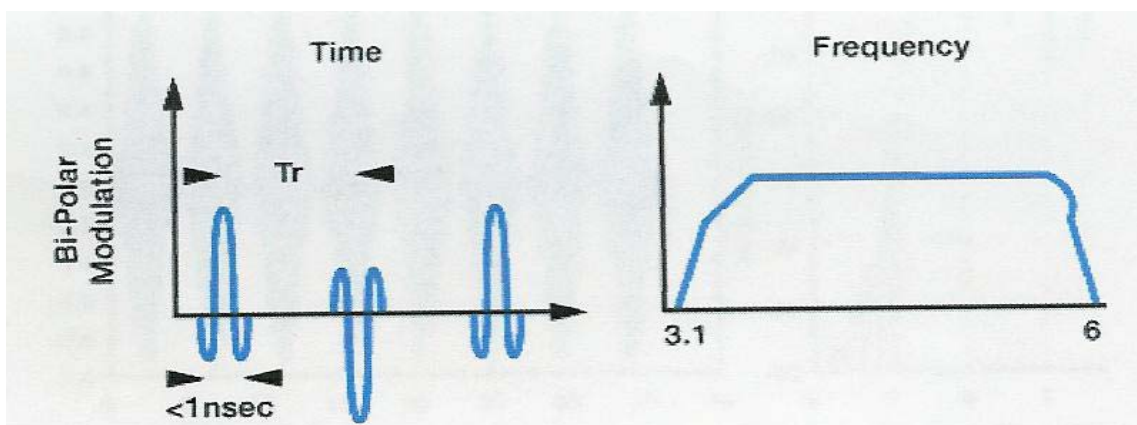


Slika 5 UWB su jeftiniji i manje složeni uređaji

3.2 Osnove tehnologije

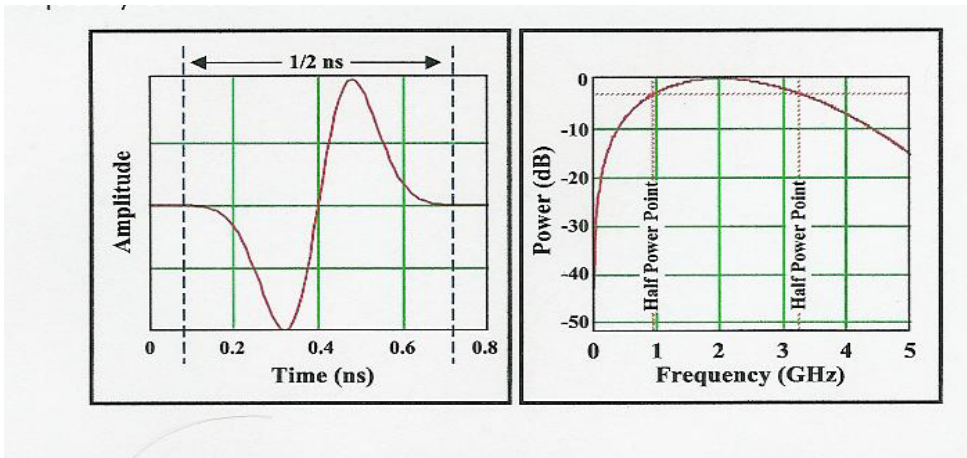
UWB odašiljači emitiraju monociklične ultra-kratke 'Gaussove' signale sa usko kontroliranim impuls do impulsa intervalima. Uobičajno su monociklični signali između 0.2 i 1.5 nanosekundi i intervali između impulsa su od 25 do 1000 nanosekundi.

Gaussovi monociklički signali su po prirodi široko pojasni signali, sa centralnom frekvencijom i širinom frekvencijskog područja potpuno ovisnom o širini impulsa (1/trajanje impulsa – širina frekvencijskog područja (kao što je prikazano na slici 6).



Slika 6 UWB frekvencijska i vremenska domena

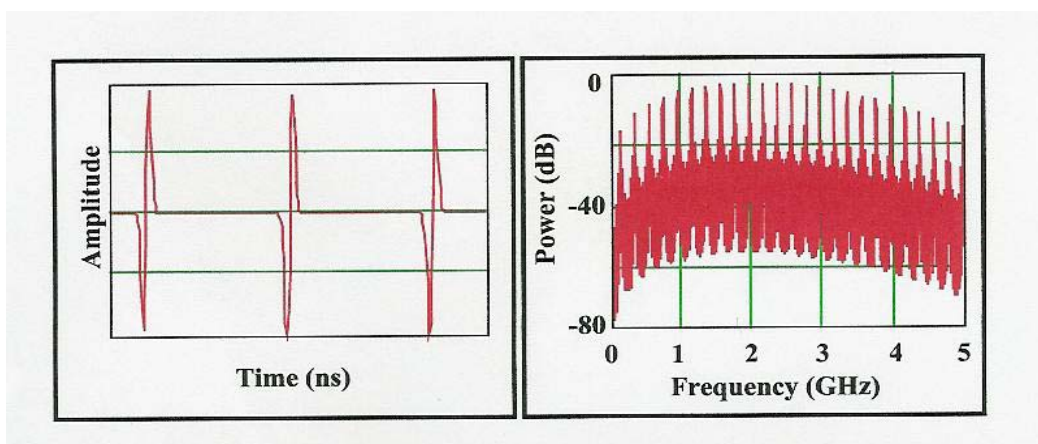
Najosnovnija stvar kod radio frekvencijskih tehnologija je praktična implementacija gaussovog monocikličkog signala (kao što je prikazano na slici 7).



Slika 7 Gaussov monociklički signal centralne frekvencije od 2 GHz u vremenskoj i frekvencijskoj domeni

U vremenskoj domeni, gaussov monociklički signal je matematički sličan prvoj derivaciji gaussove funkcije. Ima oblik: $V(t) = t/\tau e^{-(t/\tau)^2}$, gdje je τ vremenska konstanta kašnjenja koja određuje trajanje signala a t je vrijeme. U frekvencijskoj domeni, spektar gaussovog monocikličkog signala je: $V(f) = -jf\tau^2 e^{-f^2\tau^2}$. Centralna frekvencija je proporcionalna inverznom trajanju od impulsa: $f_c = 1/\tau$.

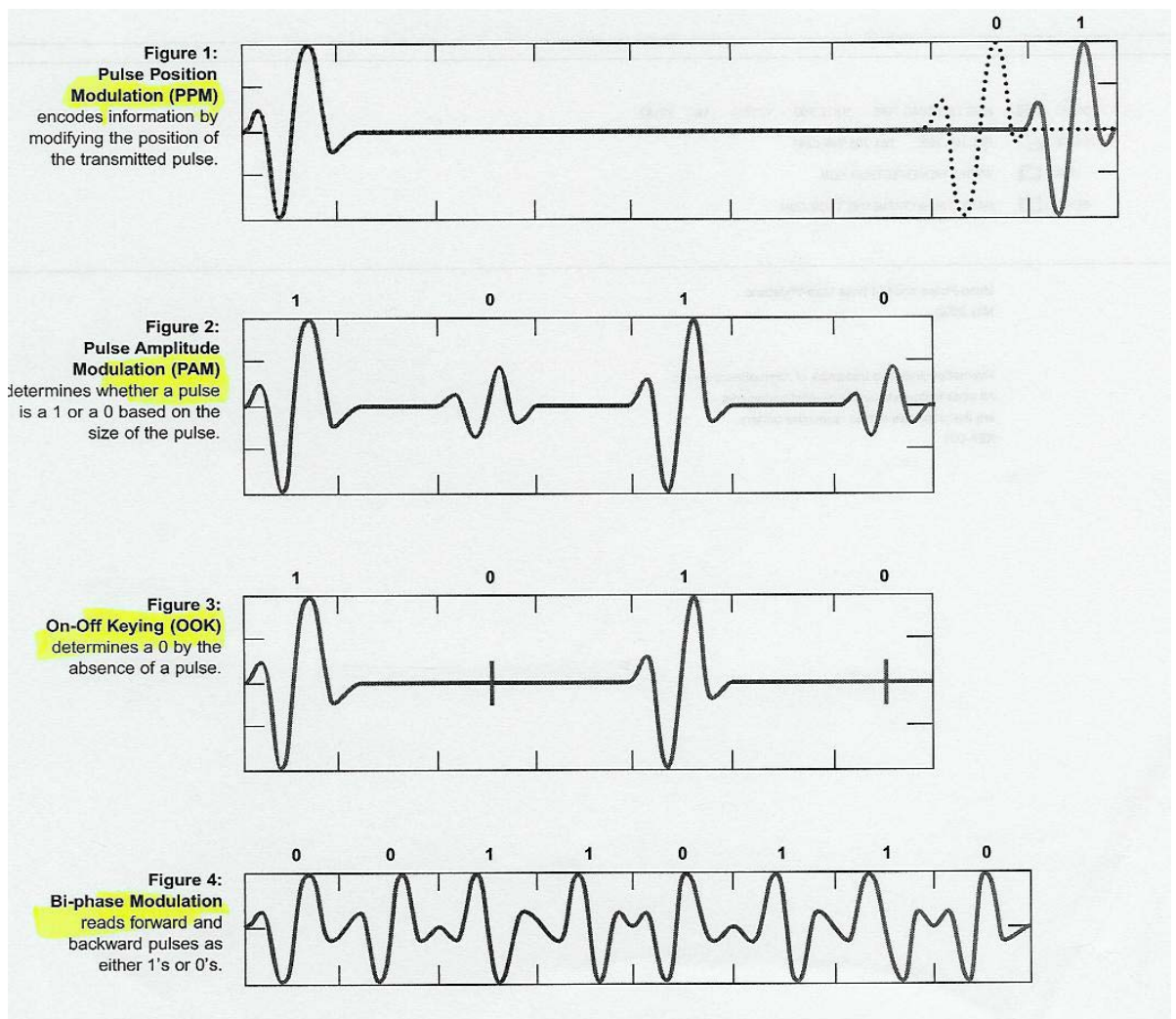
UWB sustavi koriste duge sekvencije monocikličkih signala za komunikaciju; nadalje, modulacija je postignuta mijenjanjem intervala između impulsa (na slici 8).



Slika 8 Monociklički impuls u vremenskoj i frekvencijskoj domeni

3.2.1 Modulacija

Nekoliko modulatorskih tehnika se mogu koristiti da bi se dobio UWB signal, neke su više a neke manje efikasne. Neke od najpopularnijih metoda dobivanja niza UWB impulsa koriste monofazne tehnike kao što su modulacija amplitude impulsa (PAM), pulsno položajna modulacija (PPM) ili on-off modulacija (OOK). Mnogo bolji pristup je, bi-fazna modulacija ultra-wideband-a (prikazana na slici 9). Više-fazna UWB se danas ne koristi jer je preskupa za implementaciju u uređajima.



Slika 9 PPM – PAM – OOK – BPSK modulacija

Mono-fazni Ultra-wideband: U skladu s tim pristupom, svi impulsi su isto usmjereni, tj. izgledaju slično. Koristeći impulse u vremenu za korištenje željenog ultra-wideband signala, monofazne ultra-wideband tehnologije se trenutno koriste u različitim vojnim

aplikacijama pod specijalnom dozvolom od FCC-a.

Svi trenutni implementirani sustavi imaju puno veću snagu i puno su nižih frekvencija nego što to propisuju preporuke objavljene od strane FCC-a, u njihovim trenutnim UWB odobrenjima. Tri najpopularniji mono-fazne ultrawideband pristupi uključuju:

Modulacija amplitude (PAM): PAM radi tako da razlikuje 'visoke' i 'niske' signale. Zbog različitih amplituda (veličinu impulsa) prijemnik može odrediti razliku između '1' i '0' i tako dobiti podatak iz signala.

Impulsno položajna modulacija (PPM): U PPM, svi impulsi (oboje '1' i '0') su iste veličine. Prijemnik razlučuje nule i jedinice prema dolasku u vremenu ili vremenskom intervalu između impulsa. U ovom slučaju, dugi interval može značiti jedinicu a kretki interval može značiti nulu.

On-Off modulacija (OOK): U OKK-u, jedinice su impulsi dok nepojavljivanje impulsa znači nulu.

Bi-fazni Ultra-wideband: U ovom pristupu, impulsi se mogu poslati normalno okrenuti ili okrenuti u suprotnu stranu, što označuje da je impuls ili jedinica ili nula, tako impulsi mogu biti poslani sa puno većom brzinom prijenosa. Pošto se pomoću bi-faznog UWB-a mnogo više impulsa u danom vremenu, mogu se dodati duže sekvence kodiranja signala. To omogućuje prijemniku da filtrira slučajne smetnje i eliminira interferenciju i pogrešku zbog prolaska signala različitim putevima. Trenutno dostupni komercijalni uređaji sa visokim brzinama su CMOS i SiGe integrirani krugovi. Oni su omogućili takve bi-fazne uređaje.

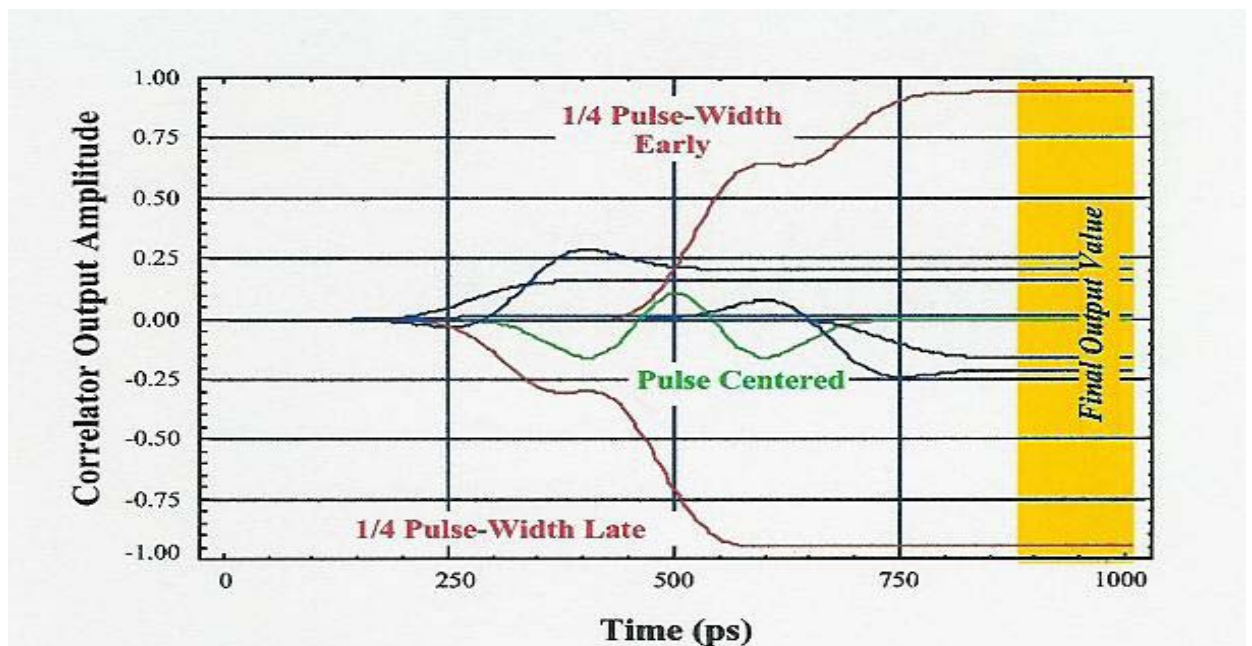
3.2.2. Demodulacija

Pošto smo generirali signal sa minimalnim spektralnim značajkama, također je neophodno imati optimalni prijemnički sustav. Optimalna prijemnička tehnika najčešće korištena u sustavima, je korelacijski prijemnik ('korelator'). Korelator množi primljeni RF signal sa 'uzorkom' i tada integrira izlaz procesa da bi dobio jedinstveni DC signal. Sa prikladnim signalom uzorka, izlaza iz korelatora je mjera relativne pozicije u vremenu od

primljenog signala i donog uzorka (kao što je prikazano na slici 10).

Također je korelator optimalni detektor za prethođenje ili kašnjenje. Kad je primljeni impuls $\frac{1}{4}$ od impulsa koji je uranio, izlaz iz korelatora je +1; kada je $\frac{1}{4}$ impulsa koji je zakasnio izlaz iz korelatora je -1; a kada primljeni impuls stiže centriran u korelacijskom prozoru, izlaza iz korelatora je nula.

Kroz integraciju impulsa, prijemnici mogu skupljati, pratiti i demodulirati UWB prijemne signale koji su značajno ispod granice šuma. Nadalje, mjerenje preformanse od UWB prijemnika u svijetlu šuma u pojasu signala je procesuiranje pojačanja.



Slika 10 Izlaz korelatora

3.3. Aplikacije

UWB nudi velike mogućnosti u različitim aplikacijama u komunikacijama , praćenju i radarima.

Komunikacije: UWB tehnologije omogućuju robusno bežično umrežavanje, šaljući megabite informacija za mnoge bežične aplikacije. Također, UWB podržava linkove visokih

brzina sa niskim razinama snage, visoko brzinski prijenos podataka za mrežu osobnog područja (personal area networks), bežična pametna okruženja i kućne bežične komunikacije.

Praćenje: UWB omogućuje precizno pozicioniranje za dobivanje informacija u realnom vremenu i omogućuje praćenje za mnoge kućanske i internacionalne vanjske aplikacije. Moguće aplikacije za praćenje imovine i kućanstva, precizna mjerenja....

Radar: UWB bi mogao omogućiti sustave prijenosnih radara sa vrlo visokim rezolucijama. Radari koji bi koristili ultra-wideband tehnologiju, bi imali visoko potiskivanje smetnji, mogli bi se koristiti kod detektiranja kroz zid, industrijska detektiranja...

3.4. Trenutačni stupanj razvoja UWB tehnologije

UWB se još uvijek nalazi poprilično u stadiju istraživanja i postoje nekoliko aspekata koji se moraju popraviti. Moraju se shvatiti strategije kompenzacije kanala i razviti tehnike hvatanja energija od signala koji dolazi po različitim putevima i tehnike koje se brane protiv interferencije. Štoviše tehnike akvizicije i sinkronizacije se trebaju razviti u smjeru koji smanjuje zahtjeve simpliranja kroz cijelo frekvencijsko područje signala. Nadalje potrebe za kapacitetom će zahtijevati razvoj modulacija, kodiranja i shema višestrukog pristupa za postizanje većih brzina prijenosa. Zatim, moraju se razumjeti tehnike smanjivanja interferencije, prije nego industrijski razvoj predstavi probleme koji bi mogli u krajnjoj liniji zakočiti predstavljanje i evoluciju wideband tehnologije. Također treba razviti CMOS aplikacije koje bi omogućile niske cijene UWB uređaja u industriji.

4. Zaključak

UWB tehnologija se najviše razvija u SAD-u. Trenutno rade međunarodna tijela zadužena za regulaciju na mogućim standardima za UWB tehnologiju i granicama emisije koje bi doprinjele korištenju UWB-a diljem svijeta.

Ne samo da UWB tehnologija daje nove mogućnosti u komunikacijama, visoke performanse kod radara, osjetljivosti radara, točnosti, lociranja, pozicioniranja i praćenju, nego i donosi nekoliko ključnih poboljšanja, koja uključuju imunost na dolazak signala preko različitih puteva, jednostavniji su i manje skupi za proizvodnju, imaju potencijal za disipiranje značajno manje snage i mogućnost za postizanje prijenosa podataka na visokim brzinama.

UWB tehnologija se bazira na gausovim monocikličkim impulsima, koji su po svojoj prirodi širokopolasni signali. Modulacija se postiže pomoću dugih nizova tih monocikličkih impulsa. Osim toga mnoge tehnike modulacije se mogu koristiti, među kojima su neke više a neke manje efikasne. Neke od najuobičajnijih tehnika modulacija su PAM, PPM, OOK, BPSK i QPSK. Optimalni prijem se može postići korištenjem korelacijskih prijemnika, koji pomoću odgovarajućih valnih oblika mogu prikupiti i demodulirati UWB signale.

Doduše, postoje još neki problemi s kojima se mora suočiti UWB tehnologija. To su npr. kompenzacija kanala, akvizicija, sinkronizacija, kapacitet, interferencija i efikasnije CMOS strukture. UWB tehnologija je još poprilično u fazi istraživanja. Treba još napraviti puno pomaka u fazi razvoja prije nego te aplikacije mogu biti komercijalizirane.

UWB tehnologija nije limitirana na tehnike modulacije koje u ovdje spomenute. Mogu se istraživati i druge vrste modulacije koje bi bile možda i korisnije od npr. BPSK.

5. Literatura

[1] <http://www.uwb.org>

[2] <http://www.edn.com>

[3] <http://www.intel.com>

[4] <http://www.palowireless.com/uvb>