



Klubbledarpärm

20. Radiosäkerhet

1. Frekvensband
2. Moduleringsprinciper
3. Vågutbredning
4. Störningar
5. Spektrumövervakning vid större meeting och tävlingar
6. Sändarinlämning vid större meeting och tävlingar

SMFF Klubbpärm			Sid nr: 1
		Faställt datum 2012-03-15	Revisions datum 2013-06-01
Ansvarig utgivare: Ordförande SMFF Bredd		Flik nr: 20	Antal sidor under denna flik: 7



Klubbledarpärm

1. Frekvensband

I huvudsak används två frekvensband, 35 MHz- och 2,4 GHz bandet. På 35-MHz bandet finns 28 smalbandiga kanaler. 2,4 GHz- bandet är inte indelat i kanaler på samma sätt.

Varje fabrikat gör indelningen beroende på hur bredbandiga sändarna är. Banden har ganska olika egenskaper när det gäller vågutbredning och de använda moduleringsprinciperna.

2. Moduleringsprinciper

2.1 Frekvens 35 MHz

Utrustning avsedd för 35 MHz använder frekvensskiftsmodulering av bärvågen, dvs frekvensen ändras lite i takt med datasignalen från styrkretsarna i sändaren. Sändningen är mycket smalbandig. Den datasignal som styrkretsarna sänder till modulern, som modulerar bärvågen, kan vara kodad på olika sätt:

- Ett pulståg med pulser som har olika bredd, PWM
- Ett pulståg med pulser som har olika positioner PPM
- Ett pulståg med pulser som erhålles genom att läget på styrspakarna digitaliseras och pulserna representerar då mätvärden för styrspakarnas läge PCM (Puls Code Modulation)

2.2 Frekvens 2,4 GHz

Utrustning för 2,4 GHz använder två olika huvudprinciper för modulering av bärvågen:

SMFF Klubbpärm			Sid nr: 2
		Faställt datum 2012-03-15	Revisions datum 2013-06-01
Ansvarig utgivare: Ordförande SMFF Bredd	Flik nr: 20		Antal sidor under denna flik: 7



Klubbledarpärm

2.2.1 FHSS, Frequency Hopping Spread Spektrum

Sändaren som sänder med en relativt smal bandbredd, byter frekvens med stor hastighet och sänder under kort tid, några millisekunder, bärvåg till mottagaren. Mottagaren följer sändarens frekvenstopp, som sker efter i förväg uppgjort mönster (kod), som är olika för varje sändare. Frekvenshoppet sker över en stor del av bandet. Datasignalen från styrkretsarna modulerar bärvågen som hoppar i frekvens i enlighet med sändarens kod. Den utsända signalen blir relativt smalbandig. Mottagaren måste vid uppstart först bindas till aktuell sändare. I mottagaren, som följer sändaren, används samma kod som i sändaren för att demodulera den mottagna signalen. Endast om rätt kod används erhålles en datasignal, som sänds vidare till mottagarens datakretsar. FHSS undviker störningar genom att hoppa snabbt från frekvens till frekvens över ett brett band, därigenom påverkas inte överföringen nämnvärt om någon av frekvenserna är utstörda.

2.2.2 DSSS, Direct Sequence Spread Spektrum

Sändaren sänder med en bred bandbredd, ca 1 MHz, på en, två eller tre frekvenser. En mottagare i sändarenheten skannar först bandet för att hitta lediga frekvenser som sändaren sedan sänder på. Sändaren hoppar mellan de olika frekvenserna (om fler än en) och mottagaren följer sändaren.

Datasignalen från styrkretsarna kodas med en "spridningskod" som ger en stor bandbredd.

Mottagaren måste även i detta fall bindas till aktuell sändare vid uppstart eftersom spridningskoden är individuell. I mottagaren, som följer sändaren använder demodulatorn samma spridningskod som sändaren för att demodulera den mottagna radiosignalen. Endast om rätt spridningskod används erhålls en datasignal som sänds vidare till mottagarens datakretsar.

DSSS eliminerar störningar genom att använda samma spridningskod på den mottagna radiosignalen som sändaren använde. Sändarens signal återvinns då. Den störande signalen sprids ut eftersom det är "första gången" den sprids. Spridningskretsarna är utformade så att om en signal först sprids blir den bredbandig, sprids den en gång till blir den smalbandig.

Datasignalen i sändaren blir alltså bredbandig när den sprids. Den bredbandiga signalen sänds ut och tas emot av mottagaren, där den "sprids" igen, den blir då smalbandig, dvs datasignalen återvinns. En störning som kommer direkt in i mottagaren sprids första gången i mottagaren och blir därför bredbandig. Genom detta förfarande kan man undvika störningar upp till en viss nivå.

SMFF Klubbpärm			Sid nr: 3
	Faställt datum 2012-03-15	Revisions datum 2013-06-01	
Ansvarig utgivare: Ordförande SMFF Bredd	Flik nr: 20	Antal sidor under denna flik: 7	



Klubbledarpärm

3. Vågutbredning

3.1 Vågutbredning på 2,4 GHz- bandet

Vågutbredning på **2,4 GHz-** bandet karaktäriseras av att man måste ha fri sikt mellan sändare och mottagare. Signalen reflekteras bra av framförallt metallytor. Den dämpas kraftigt av träd och buskar. Även personer som går nära och framför sändaren dämpar avsevärt. Normal räckvidd är ca 1 till 1,5 km. Depolarisation av radiosignalen sker i liten utsträckning, därför är det viktigt att använda två antenner på mottagaren, vinklade 90 grader till varandra. Antennerna är mycket små jämfört med 35 MHz antenner.

3.2 Vågutbredning på 35 MHz- bandet

Vågutbredning på **35 MHz-** bandet karaktäriseras av att den är ett mellanting av HF och VHF utbredning. HF (kortvåg) reflekteras ofta av jonosfären medan VHF reflekteras sällan. Jonosfärreflektion kan ge mycket långa räckvidder med små effekter, t ex franska kommunikationsradiosändare kan ibland höras här i Sverige på 35 MHz- bandet.

35 MHz dämpas inte så mycket av buskar och skog. Signalen kan reflekteras av större plana ytor. Polarisationen är inte känslig då depolarisation av den utsända radiosignalen sker vid reflektioner i omgivningen. Antennerna är ganska stora. Eftersom man inte kan ha stora antenner ombord på modellerna använder man kortare antenner, därmed blir räckvidden något försämrade. Med de lågeffektsändare vi använder är räckvidden runt 1 till 1,5 km. Sämst räckvidd får man när antennen på sändaren och i modellen pekar rakt mot varandra, därför bör man inte peka med sändarantennen direkt mot modellen.

4. Störningar

Först måste man vara medveten om att all radiokommunikationsystem kan bli störda, men olika tekniker kan minska störkänsligheten. FHSS och DSSS är sådana tekniker.

Vanliga orsaker till radiostörningar är:

SMFF Klubbpärm			Sid nr: 4
	Faställt datum 2012-03-15	Revisions datum 2013-06-01	
Ansvarig utgivare: Ordförande SMFF Bredd	Flik nr: 20	Antal sidor under denna flik: 7	



Klubbledarpärm

4.1 Störningar på 35MHz-bandet

Annan RC- sändare startas på samma kanal.

Mottagare med otillräcklig selektivitet.

Direktinstrålning på sändarens kretskort från mobiltelefon.

Direktinstrålning på mottagarens kretskort från basstation för mobiltelefon.

Sändningar från kommunikationsradiosändare i Öst- och Sydeuropa reflekteras i jonosfären.

Dessa kan bli mycket starka sommartid. Sändarna kan använda effekter upp mot 100W.

Militära sändare på fixfrekvens. Denna typ av störning skall inte förekomma längre då försvaret ändrade sina direktiv 2005. Militära frekvenshoppande sändare stör ej enligt de prov som gjorts tillsammans med försvaret.

Kommunikationsradio i utländska långträdare som används i Sverige utan tillstånd.

Sändarna har normalt ca 25 W uteffekt.

Mobila elverk.

Åska.

Gnistbildning pga metall mot "metall i modellen".

Motorns tändsystem när bensinmotorer används.

Styrenheter till turbinmotorer.

Elektriska fartreglage.

Mottagningsmodulation. Mottagaren kan blandas samman signalerna från flera sändare så att mottagningen kan bli störd på den önskade kanalen.

Sändarintermodulation. Om man står mycket tätt i pilotrutan kan signalerna från sändarna gå i varandra via antennerna och blandas, varefter de sänds ut igen. Till exempel om man har två flightline kan en modell bli störd när den passerar den andra flightline.

SMFF Klubbpärm			Sid nr: 5
		Faställt datum 2012-03-15	Revisions datum 2013-06-01
Ansvarig utgivare: Ordförande SMFF Bredd	Flik nr: 20		Antal sidor under denna flik: 7



Klubbledarpärm

4.2 Störningar på 2,4 Ghz-bandet

När det gäller störningar på 2,4 GHz mottagare blir listan inte så lång, delvis pga att bandet är relativt nytt i modellflygsammanhang.

Potentiella störkällor är:

Mikrovågsugnar.

Radio- LAN.

Sändare för Wi-Fi bredband och mobiltelefon.

Mikrovågsutrustning i industrier, 2,4 GHz- bandet är ett ISM- band.

Videosändare för sändning av bild från modellen till marken samt för överföring av bild från rum till rum i bostäder.

Andra RC- sändare som startas upp och som är skynda från den som styr modellen.

Personer som går framför piloten och skymmer radiostrålningen.

Direktstrålning på sändarens kretskort från mobiltelefon.

Direktstrålning på mottagarens kretskort från basstation för mobiltelefon.

För många sändare igång samtidigt, brusnivån höjs och risken för kollisioner ökar, överförningen kan bli seg.

Om man jämför 35 MHz med 2,4 GHz ur störningssynpunkt har 2,4 GHz flera fördelar:

Sändaren väljer automatiskt fria kanaler, dvs kanalkrockar undviks. Mindre eller helt okända för elektriska störningar från tändsystem, fartreglage, metall mot metall etc.

SMFF Klubbpärm			Sid nr: 6
	Faställt datum 2012-03-15	Revisions datum	2013-06-01
Ansvarig utgivare: Ordförande SMFF Bredd	Flik nr: 20	Antal sidor under denna flik: 7	

Klubbledarpärm



5. Spektrumövervakning vid större meeting och tävlingar

Spektrumövervakning kan vara ett bra alternativ vid större tävlingar och meeting för att på detta sätt få kontroll av vad som finns i luften och dess omgivning.

6. Sändarinlämning vid större meeting och tävlingar

Sändarinlämning är ett enkelt och säkert sätt att motverka att flera sändare är ute och därmed använder samma kanal.

Vid större tävlingar och meeting rekommenderas att även 2,4 GHz sändare inlämnas.

SMFF Klubbpärm			Sid nr: 7
		Faställt datum 2012-03-15	Revisions datum 2013-06-01
Ansvarig utgivare: Ordförande SMFF Bredd		Flik nr: 20	Antal sidor under denna flik: 7