

RADIO-, SÄHKÖ- JA LISÄLAITTEET



YLEISTÄ SÄHKÖ- JA RADIOTEKNIIKASTA

Sähkö on atomien pienimpien osasten välistä vuorovaikutusta.

Sähköä voidaan siirtää paikasta toiseen:

- johtimien avulla tai
- avaruuden kautta sähkömagneettisena kenttänä
- johteita ovat mm. metallit
- eristeitä ovat mm. kumi, muovi, kyllästetty kangas lasi ja posliini
- sähköenergiaa voidaan mitata sähkövirran ja jännitteen avulla:

Sähkövirran mittayksikkö on **ampeeri = A**

Ampeerimäärä kertoo miten suuri sähkövirta johtimessa kulkee.

Jännite = potentiaaliero kahden kappaleen välillä.

Jännitteen perusmittayksikkö on **voltti = V**

Vastus syntyy mm. kun sähkövirta kulkee johtimessa tai aineessa

Ohmista vastusta syntyy, sähkövirta aikaansaa aineen lämpenemistä.

Vastuksen mittayksikkö on **ohmi (Ω)**.

Johtimen **vastus on yksi ohmi**, kun **yhden voltin jännite** aikaansaa johtimessa **yhden ampeerin virran**.

OHMIN LAKI ($U = RI$)

JÄNNITE (U)	= $R \times I$	eli vastus x virta
VASTUS (R)	= U / I	eli jännite / virta, ja
VIRTA (I)	= U / R	eli jännite / vastus

TEHO ($P=UI$)

Tehon perusmittayksikkö on **watti (W)** josta kaavoissa käytetään (P).

Joulen lain mukaan teho on suoraan verrannollinen vastuksen kautta kulkevaan virtaan ja vastuksen napoihin vaikuttavaan jännitteeseen.

TEHO (P)	= $U \times I$	eli jännite x virta;
JÄNNITE (U)	= P/I	eli teho / virta;
VIRTA (I)	= P/U	eli teho / jännite.

VIRRRAN SUUNTA – TASAVIRTA

Kun akku kytketään virrankuluttajaan kulkee virta yhteen suuntaan positiivisesta navasta negatiiviseen. Virran suunta pysyy samana.

VAIHTOVIRTA

Vaihtovirta syntyy kun käämiä pyöritetään magneettikentässä
Käämin napoihin muodostuu jännite, jonka suunta muuttuu.

Kun käämi pyörähtää täyden kierroksen, muodostuu yksi jakso.
Jaksojen määrää per aikayksikkö on taajuus.

Taajuutta merkitään (f), ja se on ajan (t) käänteisarvo: $f = 1 / t$.

Taajuuden yksikkö on **Hertsi (Hz = 1/sek)**, = yhtä jaksoa sekunnissa.

RADIOAALLOT – yleistä

Radioaallot ovat vaihtovirtaa, jolla on **hyvin suuri taajuus**

Johtimessa kulkeva vaihtovirta aikaansaa **sähkömagneettisen kentän**

Tämä kenttä etenee valon nopeudella **aaltomaisena liikkeenä**

MITTAYKSIKÖIDEN ETULIITTEITÄ

T = tera	= 1 000 000 000 000	m = milli	= 1/1 000
G = giga	= 1 000 000 000	μ = mikro	= 1/1 000 000
M = mega	= 1 000 000	n = nano	= 1/1 000 000 000
k = kilo	= 1 000	p = piko	= 1/1 000 000 000 000

Esimerkki: 118,9 MHz = 118 900 000 Hz

TAAJUUDET – jaettu alueisiin riippuen niiden käyttötarkoituksesta

Taajuuksien vaihteluväli kansainvälinen nimitys			K-väl. lyhenne	
30 Hz	300 kHz	low frequency	LF	
300 kHz	3 000 kHz	medium frequency	MF	
3 000 kHz	30 MHz	high frequency	HF	
30 MHz.....	300 MHz	very high frequency	VHF	
300 MHz.....	3 000 MHz	ultra high frequency	UHF	
3 000 MHz...	30 000 MHz	super high frequency	SHF	

AALLONPITUUS

Allonpituus (λ) metreissä riippuu taajuudesta (f) ja valon nopeudesta (c)

Valon nopeus on n. 300 000 000 m/sek

Aallonpituus (λ) voidaan laskea seuraavasti: $\lambda = c/f$,

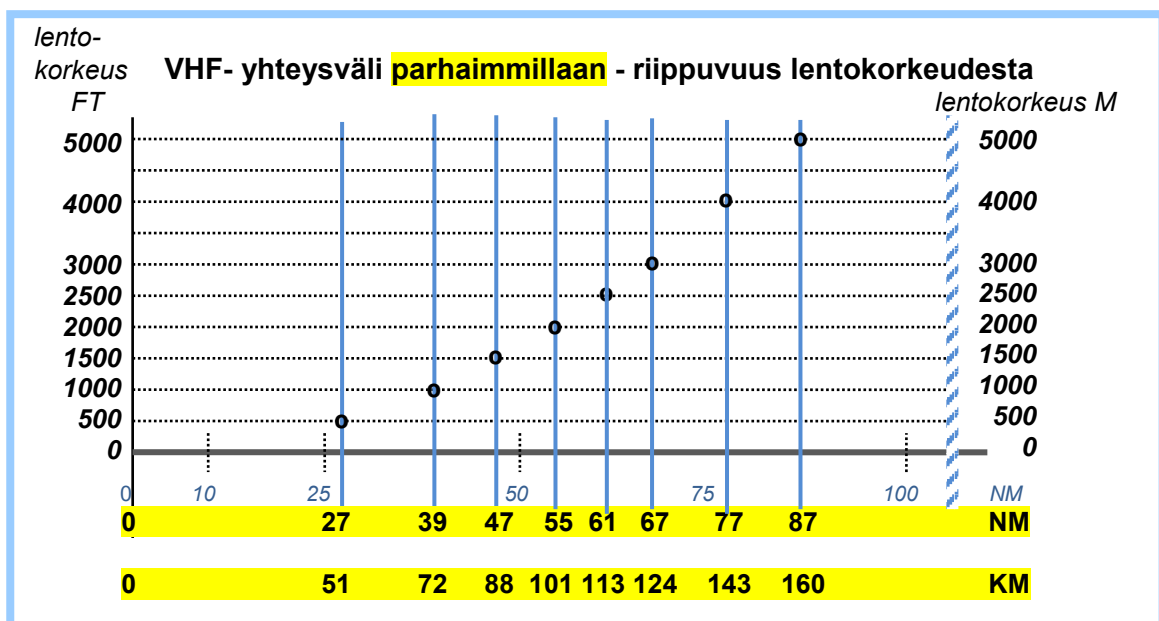
$$\text{esim. 300 MHz: } \lambda = \frac{300\,000\,000}{300\,000\,000} = 1 \text{ metri.}$$

ILMAILUALALLA KÄYTÖSSÄ OLEVAT TAAJUUSKAISTAT

MF	300 → 400 kHz	NDB-majakat
LF/MF	200 → 1750 kHz	ADF:n käyttöalue
HF	4 →20 MHz	HF-radiopuhelin
VHF	75 MHz	ILS-merkkimajakat
VHF	108 → 112 MHz	ILS-LLZ (suuntasädelähetin)
VHF	112 → 118 MHz	VOR-majakat
VHF	118 → 136 MHz	VHF COM (lentokoneradiot)
UHF	327 → .335 MHz	ILS GP (liukusädelähetin)
UHF	n.1000 MHz	DME (etäisyysmittauslaite)

Radioaallot etenevät VHF-alueella troposfääriaaltona

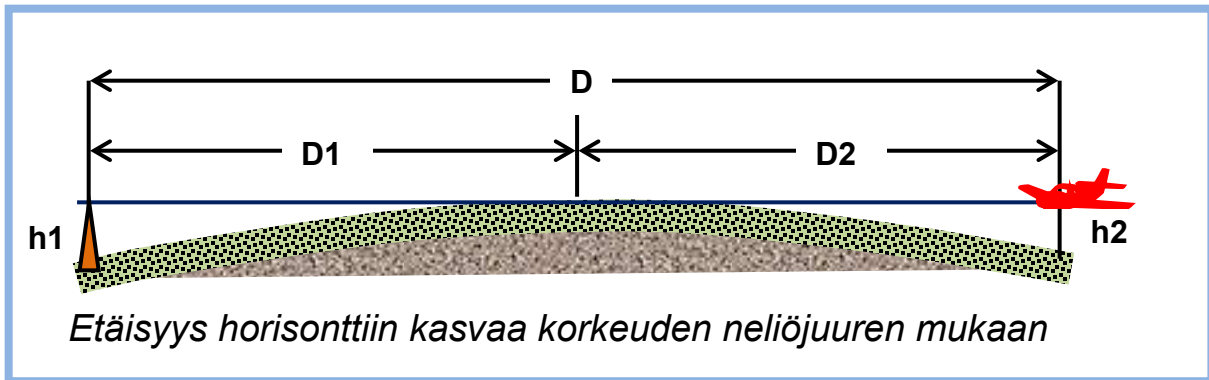
Troposfääriaallot VHF-alueella on riippuvainen optisesta horisontista



YHTEYSVÄLI

VHF-radiolla voidaan saada yhteys optisen horisontin yläpuolella

VHF-aallot etenevät lähes suoraviivaisesti lähettimen antennista vastaanottajan antenniin.



VHF-signaali taipuu n. 15 % horisontin taakse. Yhteysväli riippuu:

- vastaanottimen **herkkydestä**, joka on n. 1 μV parhaimmillaan
- kohinasalvan (**squelch**) asennosta: (kiristäminen poistaa kohinan, mutta vastaanottimen herkkyys heikkenee)
- lähettimen **teho**
- **häiriöolosuhteet**
- **antennien** ominaisuudet
- liikennöimistä**ntaito**
- maasto**esteet**

Toimiva yhteys edellyttää, että **laitteet ovat kunnossa.**

ANTENNIT

Antenni on sähkömagneettinen värähtelypiiri

Antennin pituuden määrää käytettävän signaalin aallonpituus

Lentokoneradion taajuusalueella aallonpituus on n. 2,4 metriä.

Lähettimen antennin pituuden tulisi olla $1/4$, $1/2$ tai $1 \times$ aallonpituus

Tietyissä tapauksissa on etua antennin suuntaavuudella (ADF, VOR)

VASTAANOTTIMEN JA LÄHETTIMEN ANTENNI

Vastaanottimen antenni on periaatteessa sähköjohto joka ottaa vastaan sähkömagneettisia aaltoja jotka indusoivat vaihtovirtaa.

Tämä vaihtovirta johdetaan **vastaanottimeen**.

Lähettimeessä syntyvät suurjaksovärähtelyt johdetaan vaihtovirtana antenniin, jossa ne muuttuvat sähkömagneettisiksi alloiksi.

MONISUUNTA-ANTENNIT JA SUUNNATUT ANTENNIT

Monisuunta-antennit: säteily etenee kaikkiin suuntiin

Tavallinen monisuunta-antennityyppi on suora **sauva-antenni**

Pystysuoraan asennettuna sen **säteily leviää vaakatasossa**

Antennin pituussuuntaan säteilyn voimakkuus on lähellä nollaa

Suunnatut antennit: säteilevät enemmän määrättyyn kuin muihin suuntiin.

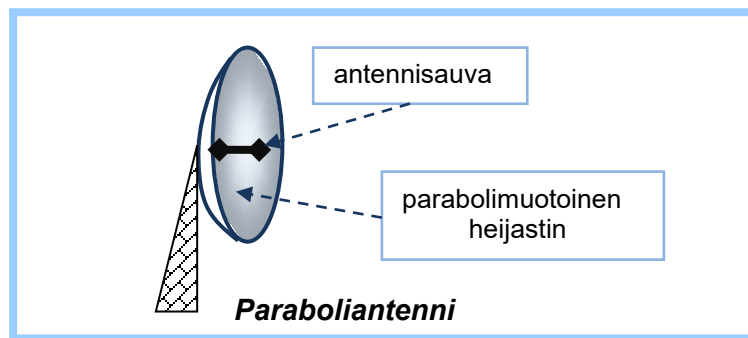
MUUT ANTENNITYYPIT

Dipoliantennit:

- syöttöjohtona on koaksialikaapeli
- T- tai V-muotoinen, sauvat on sovitettu aallonpituuden mukaan

Paraboliantennit:

- parbolimuotoinen heijastin
- varsinainen antennisauva sijaitsee heijastimen polttopisteessä
- soveltuvat parhaiten TV- tai tutkalähettimiin



ANTENNIN POLARISAATIO

Tehokas vastaanotto vaatii että **antennit ovat optimiasennossa**

Antennin **asento maatasoon nähden** määrää sen **polarisaation**.

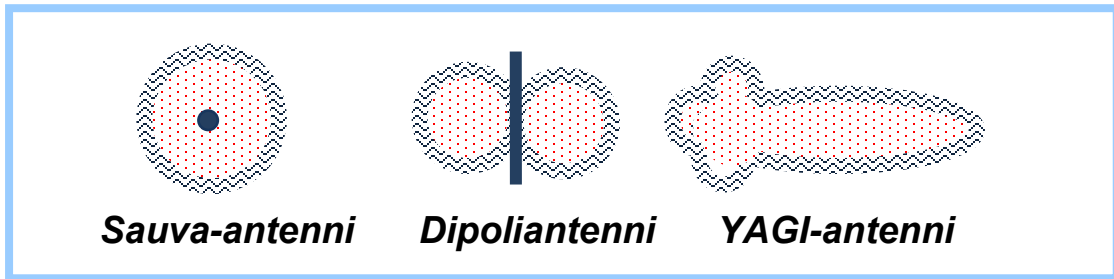
Kommunikaatiolähetteet **(COM)** ovat **vertikaalipolarisoituja**

Navigointilähetteet **(NAV)** ovat **horisontaalipolarisoituja**

Hyvä yhteys: lähettimellä ja vastaanottimella on sama antennipolarisaatio.

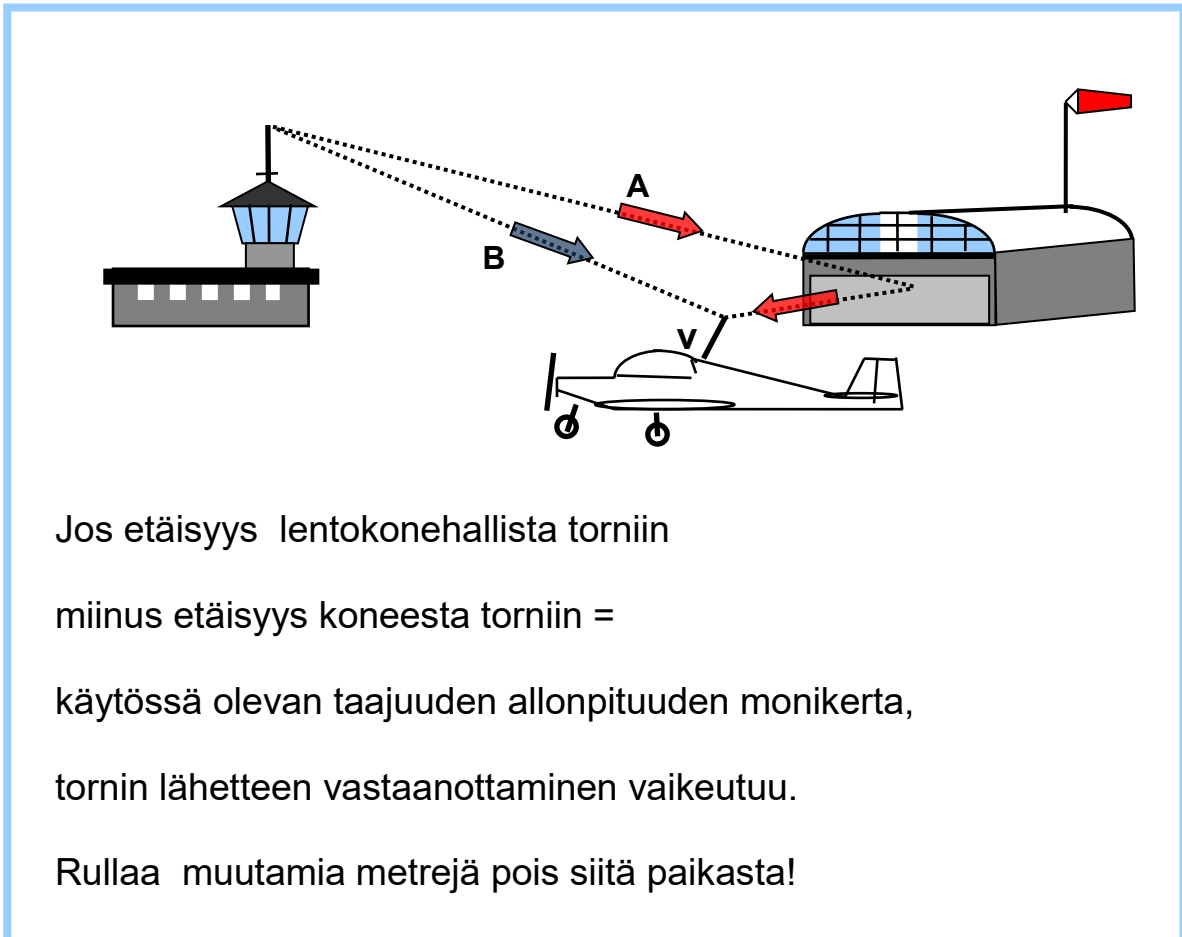
Eri polarisaatiot aikaansaavat vaimennuksen eri järjestelmien välille:
VOR-lähetteet eivät häiritse kommunikointia eikä päinvastoin

ANTENNIN SÄTEILYKUVIO



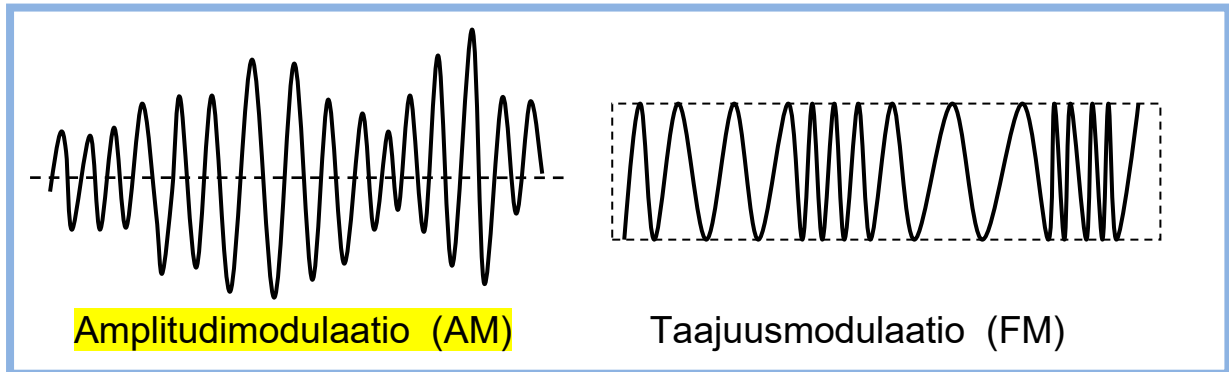
HEIJASTUKSET

VHF-aallot voivat myös heijastua erilaisista esteistä:



MODULAATIO (AM, FM)

Kantoaaltoa muutetaan pientaajuuden mukaan siten, että saadaan ymmärrettävää viestiä tai puhetta.



Amplitudimodulaatiota käytetään VHF-ilmailuviestiliikenteessä
(Taajuusmodulaatiota (FM) käytetään mm. yleisradiolähetyksissä)

Modulaatioprosentti = kantoaallon poikkeama % nolatasosta

Jos % on ≤ 30 vastaanotto on heikkoa:
puhutaan liian kaukana mikrofonista tai liian hiljaa mikrofonin.

Jos % on >100 , lähete kuullostaa säröiseltä (mikrofoni liian lähellä)

Ihanne on 100 % modulaatio = paras lähete.

ILMA-ALUKSEN VHF-RADIOPUHELIN

Lentokoneen VHF-radiopuhelimella ylläpidetään yhteyksiä

Ilma-alukseen kiinteästi asennetun radion käyttö edellyttää, että

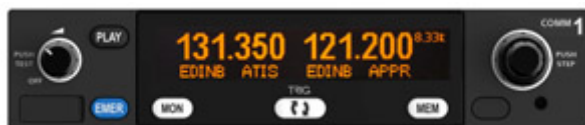
- laite on tyyppihyväksytty tai
- sen valmistaja on varmistanut sen vaatimustenmukaisuuden ja
- että ilma-aluksella on voimassaoleva radiolupa

Kannettavan lentokoneradion on myös oltava vaatimustenmukainen.

LÄHETTIMEN RAKENNE

Yhteyden pitomuoto on yleensä yksisuuntainen (simplex)

Tällöin vain yksi voi puhua kerrallaan jolloin toiset kuuntelevat, siis lähetin ja vastaanotin ovat viritettyinä samalle taajuudelle



VHF-ilmailuradion vastaanottimen rakenne

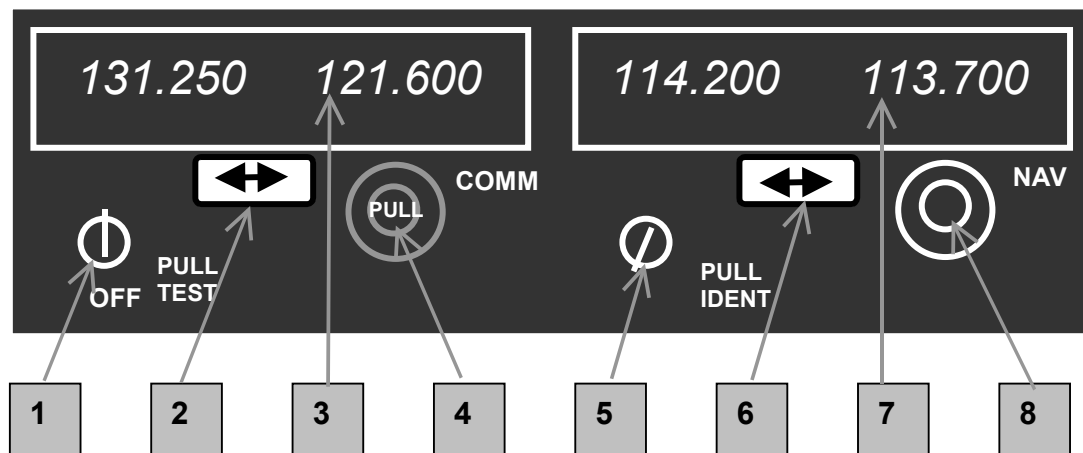
Squelch (SQ) on ns. kohinasalpa:

- tehtävänä on **poistaa turha kohina**, joka tulee lähinnä itse laitteesta
- kohinasalpa säädetään **kohinan rajalle** siten, että kohina juuri lakkaa kuulumasta.
- jos kohinasalpaa säädetään **"liikaa ylös"**, vastaanottimen herkkyys heikkenee ja **yhteysväli pienenee**.

VHF-ILMAILURADION PANEELI

Alla esitetyn radiopuhelimen herkkyys säätö toimii siten, että kohinasalpa on joko päällä tai kokonaan pois. Kun se on pois päältä voidaan haluttaessa kuulla hyvin heikkoa lähetettä

VHF-RADIOPUHELMEN HALLINTALAITTEET

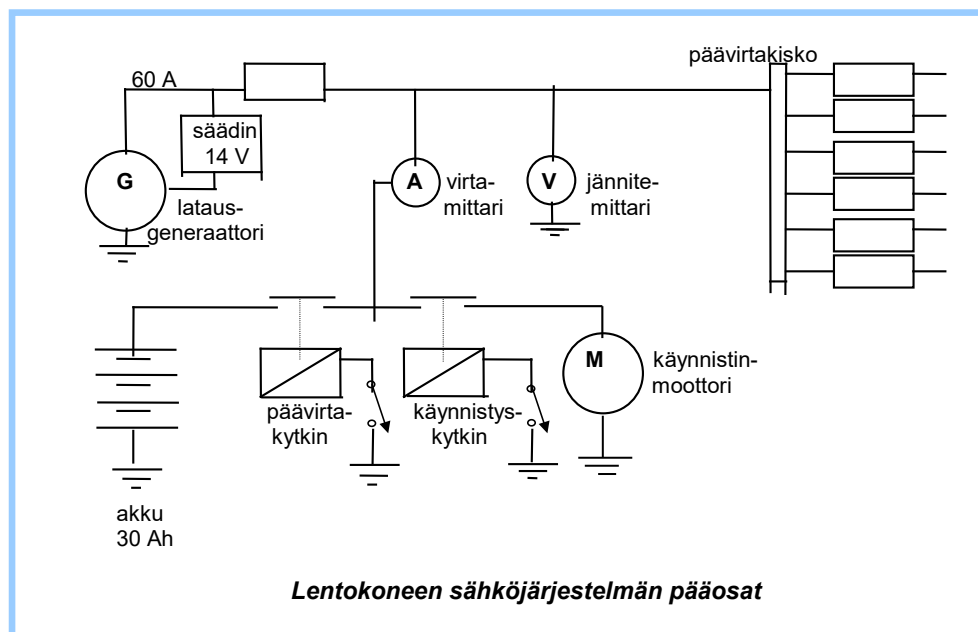


King KX 155 TSC –tyyppinen VHF/NAV vastaanotin

- 1** = Virtakytkin ja äänen voimakkuuden säätö sekä kohinasalvan valinta päälle / pois.
- 2 ja 6** = Käytössä olevan ja valmiustilassa olevan taajuuden vaihto.
- 3 ja 7** = Taajuusnäyttö (valmiustilassa oleva taajuus)
- 4** = Kommunikaatoradion taajuuden valinta
- 5** = Navigointivastaanottimen ident –asento ja sen voimakkuus
- 8** = Navigointivastaanottimen taajuuden valinta

ILMA-ALUKSEN SÄHKÖJÄRJESTELMÄ

- **generaattori + säädin** (moottorikoneissa alternaattori, UL-koneissa generaattoriona toimii yleensä **sytytysmagneetto**)
- generaattori lataa säätimen välityksellä koneen akkua. UL-koneiden akun jännite on yleensä 12 voltia, ja latausjännite n. 13,5 - 14 voltia.
- **akku, käynnistysmoottori** ja
- **päävirtakisko + sulakkeet**



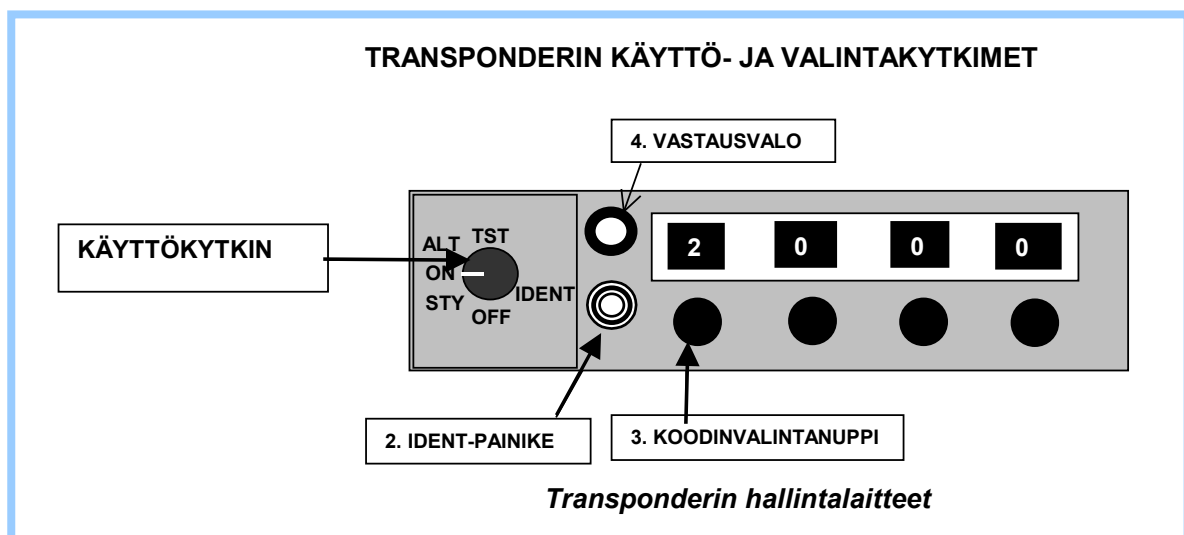
YLIVIRTASUOJAT – sulakkeiden ja lämpölaukaisimien tehtävät:

- **eristää vioittunut laite** virtapiiristä, jotta muut laitteet voivat jatkaa toimintaansa
- **välttää ylikuumenemisestä** ja siten mahdollisesta tulipalosta
- **ehkäistä** vioittuneen laitteen täydellinen **tuhoutuminen**
- sulakkeeseen ja lämpölaukaisimeen on merkitty **oikea virta-arvo**
- **palanut sulake vaihdetaan aina uuteen, jolla on oikea virta-arvo.**

TOISIOTUTKAVASTAIN (TRANSPONDERI) – YLEISTÄ



- ennen lentoa ohjaaja voi saada **ATC:ltä koodin**, jonka hän asettaa transponderiin.
- transponderilla voidaan lähettää koodi, josta **ATC saa informaatiota**.
- muussa tapauksessa hän voi käyttää valvomattomassa ilmatilassa **VFR-lennoilla koodia 7000**.
- mikäli koneeseen on asennettu transponderi, sitä tulee myös käyttää aina lennettäessä.
- lennonjohtaja voi pyytää ohjaajaa identifioimaan itsensä lennolla.
- tietyt transponderit on korkeuskoodaavia



YLEISIMMÄT TRANSPONDERIKOODIT

- Transponderi = toisiotutkavastaaja
- transponderin koodi annetaan **nelinumeroisena ryhmänä**
- koodia ei saa vaihtaa ilman lennonjohdon lupaa.
- erikoistapauksia varten on koodeja vain määrättyyn tarkoitukseen

Lennettäessä valvomattomassa ilmatilassa	7000
Lennettäessä ilman koodia valvotussa ilmatilassa	2000
Lentokonekaappaus (häätätilanne)	7500
Radiohäiriö (vaaratilanne)	7600
Ilma-aluksen välitön hätätila	7700

TRANSPONDERIN KÄYTTÖKYTKIMET

OFF = transponderi on virraton

STY = standby-tila. Virta päällä mutta laite ei vastaa kyselyihin

ON = transponderi vastaa A-moodilla lähetettyihin kyselyihin ja lähettää ao. koodia vastaavan pulssisarjan

ALT = transponderi vastaa A- ja C- moodilla lähetettyihin kyselyihin lähettämällä painekorkeutta vastaavan pulssisarjan

TUTKAPALVELU VFR-LENTÄJILLE

- ohjaajan pyynnöstä, esim. **eksymistapauksissa**
- **ATC:n päätöksestä** (tutkapalvelu tarpeellinen)
- kun tutkapalvelu on **jonkin rajoituksen vuoksi** tarpeen

TRANSPONDERIMOODIT

Moodi	Vastauspulssin tiedot
A	Toisiotutkakoodi
C	Toisiotutkakoodi ja ilma-aluksen korkeus (merenpinnan tasossa)
S	Toisiotutkakoodi, ilma-aluksen korkeus (merenpinnan tasossa) ja ilma-aluksen kansainvälinen tunnus, mahdollisuus luokitella miltä ACAS tärmäyksenestojärjestelmän välttämätön osa.

SISÄPUHELIN (INTERCOM)

Sisäpuhelin on tarpeellinen etenkin lentokoulutuksessa.

Intercom mahdollistaa sekä kuuntelua ilmailuradion taajuudella että koneen miehistön keskinäistä keskustelua.

Kun puhutaan mikrofooniin painamatta puhenäppäintä, intercom avaa automaattisesti kanavan miehistön väliseen keskusteluun.

Kuulokkeissa on useimmiten myös volyymin säätönuppi.

Nykyisin mukana radiossa, mutta voi olla myös irrallinen laite.

YLEISIMMÄT RADIOHÄIRIÖT JA -VIAT

Yleisimmät radiohäiriöt häiriöt ovat peräisin moottorista ja muista sähkölaitteista. Ne tulisi poistaa muilla keinoilla kuin säätämällä kohinasalppaa.

Tavallinen radiohäiriö on puhenäppäimen juuttuminen puheasentoon.

Tällöin radiotaajuus on varattu, ja radio lähettää kaikkia ääniä, jotka kuuluvat ohjaamossa. Hankalinta on, että muu liikenne häiriintyy.

Jos radio kesken kaiken mykistyy, on syytä epäillä että mikrofonin tangentti on juuttunut pohjaan

MUITA RADIOHÄIRIÖTEKIJÖITÄ JA VIKOJA OVAT:

- johtojen liitosten väljyys, johto poikki tai akku tyhjä
- väärä taajuus. Varo taajuuden tahatonta vaihtoa!
- volyymi kierretty liian alas joko radiossa tai kuulokkeissa
- akustinen kierto, vinkuminen
- kohinasalvan asento epätarkka

TOIMENPITEET RADIOYHTEYDEN KATKETESSA

1) TARKASTA RADIO:

- onko virta päällä?
- ovatko sulakkeet ehjät?
- onko taajuus oikea? Kokeile toissijaista taajuutta (119.700)
- tarkista kohina (tulee kuullua)
- tarkista mikrofonin pistokkeen asento ja paikka
- ovatko kuulokkeet vaihtuneet ristiin?
- paina mikrofonin tangenttia. Radion näyttö osoittaisi lähetystä (TX)
- tarkista volyminsäätö

2) OTA HUOMIOON KONEEN SIJAINTI JA ANTENNIN SÄTEILYKUVIO:

- onko lentokorkeus riittävä yhteyden ylläpitoa varten?
- vaihda ohjaussuuntaa ja kokeile uudelleen

3) MITEN TOIMIT?

- painatko näppäintä pohjaan?
- puhutko sopivalla äänen voimakkuudella?
- pidätkö mikrofonin riittävän lähellä kun puhut?

JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

- jos laite on hiljaa, vika on todennäköisesti vastaanottimessa.
- **lähettimen teho** voi olla riittämätön lennettäessä korkealla ja kaukana
- **lähetteen tehotehiheys** alenee 1/4:ään kun välimatka kaksinkertaistuu
- UL- lentokoneen radiolähettimen teho voi käytännössä vain n. 1 W, vaikka käyttöohjeen tekniset tiedot saattavat ilmoittaa tehohuippuja

RATKAISUMALLEJA

- voit yrittää **lähettää viestin sokeasti**
- jos lähistöllä on liikennekelpoinen **korpiKenttä** laske sinne ja tee saapumisilmoitus maassa matkapuhelimella
- jos lähistöllä on valvottu lentopaikka ja polttoaine on vähissä, **soita matkapuhelimella lennonjohtoon** ja kerro tilanne
- kaikissa ratkaisuvaihtoehtoissa on noudatettava erityistä varovaisuutta ja otettava huomioon lentopaikkakohtaiset olosuhteet

GPS-LAITTEET

Nykyaikaisesta lentokoneesta löytyy yleensä GPS-vastaanotin. Jos sellaista ei ole mukaan voi ottaa kannettavan laitteen.

- **GPS-laite ei korvaa ilmailukarttaa!**
- pidä laitteen kartat ja päivitykset ajantasalla!
- opettele laitteen käyttö jo maassa
- huolehdi laitteen virransaannista



TÄNNE SUUNTAAN OLEMME MENOSSA ;)

Esimerkki EFIS-ohjaamosta

