

**ŠOLA ZA ČASTNIKE
XVI. GENERACIJA**

LETALSKI INŽENIR

Zaključna naloga

KOMUNIKACIJSKI SISTEM NA HELIKOPTERJU COUGAR AS 532 AL

Kandidat: vod Andrej Kavnik

Mentor: por Aleš Ropotar

Ljubljana, februar 2006

POVZETEK

Komunikacijski sistemi na vojaških zrakoplovih predstavljajo pomembno vez med zrakoplovom in drugimi enotami oziroma rodovi sodobne vojske, katera je ključnega pomena za uspešno izvedbo vojaških operacij.

V zaključni nalogi z naslovom »Komunikacijski sistemi na helikopterju Cougar AS 532 AL« sem predstavil zgodovino radia kot komunikacijske naprave, razvoj samih komunikacij v letalstvu, prav tako sem predstavil podjetje Rockwell Collins, katero velja za največje in najnaprednejše v izdelavi letalskih komunikacijskih naprav (naprave tega proizvajalca so vgrajene v vse zrakoplove slovenske vojske) ter helikopter Cougar AS 532 AL. Zaradi lažjega razumevanja kompleksne tematike so v nalogi opisane osnove prenosa radijskega signala, kot so modulacija, demodulacija, frekvenčna modulacija, amplitudna modulacija, frekvenčni spekter.

V nalogi je podrobneje predstavljena radijska postaja AN/ARC 210 V/UHF, sistem kabinske komunikacije - INTERCOM, ki omogoča komunikacijo med posadko ter sistem zapisa glasu v pilotski kabini.

Ključne besede: Helikopter - Cougar AS 532 AL, radio, komunikacija, modulacija, frekvenčno področje, kabinska komunikacija, zapisovalnik glasu

SUMMARY

Communication system on military aircrafts represents an important link between aircraft and other systems which are used in modern army. This has an important effect on military operations.

In my final work I introduced history of radio as a communication device, evolution of communication systems in aviation, Rockwell Collins Company which is the leading manufacturer of radio communication systems in aviation industry (radio communication devices from this manufactures are installed in Slovenian army aircrafts) and helicopter Cougar AS532 AL. Because of complexity of the system and subject I described basics of radio signal distribution, modulation, demodulation, frequency modulation, amplitude modulation, frequency specter.

In my final work is a detail description of AN/ARC 210 V/UHF radio communication device, cabin communication system – INTERCOMM and voice data recorder.

Key words: Helicopter – Cougar AS 532 AL, radio, communication, modulation, frequency specter, cabin communication, voice data recorder

KAZALO

POVZETEK	ii
SUMMARY	iii
1 UVOD	1
1.1 IZHODIŠČE ZAKLJUČNE NALOGE.....	1
1.2 NAMEN IN CILJI ZAKLJUČNE NALOGE	2
1.3 METODE DELA.....	2
1.4 STRUKTURA ZAKLJUČNE NALOGE.....	3
2 RAZVOJ RADIJSKIH KOMUNIKACIJ	4
2.1 ZGODOVINA RADIA	4
2.2 RAZVOJ KOMUNIKACIJ V LETALSTVU	5
2.3 RAZVOJ LETALSKIH KOMUNIKACIJSKIH NAPRAV V PODJETJU ROCKWELL COLLINS	6
3 HELIKOPTER - COUGAR AS 532 AL	8
3.1 OSNOVNE KARAKTERISTIKE HELOKPTERJA COUGAR AS532 AL	8
4 OSNOVE RADIJSKEGA KOMUNICIRANJA	10
4.1 RADIJSKA NAPRAVA	10
4.2 RADIJSKI VALOVI	10
4.3 MODULACIJA	11
4.3.1 Amplitudna modulacija	12
4.3.2 Frekvenčna modulacija.....	13
4.4 DEMODULACIJA.....	13
5 RADIJSKA POSTAJA AN/ARC 210 V/UHF	15
5.1 LASTNOSTI RADIJSKE POSTAJE AN/ARC 210 V/UHF.....	15
5.1.1 Tehnični podatki radijske postaje AN/ARC 210 V/UHF	16
5.1.2 Frekvenčna območja.....	17
5.2 ZGRADBA RADIJSKE POSTAJE AN/ARC 210 V/UHF.....	18
5.2.1 Priključki na radijski postaji AN/ARC 210 V/UHF.....	18
5.2.2 Moduli radijske postaje AN/ARC 210 V/UHF	19
5.2.2.1 <i>Ohišje – A1</i>	19
5.2.2.2 <i>Močnostni ojačevalnik – A2</i>	19
5.2.2.3 <i>Kontrolna enota – A3</i>	20
5.2.2.4 <i>Napajalna enota – A4</i>	20
5.2.2.5 <i>Generator frekvenc (Syntesizer) – A5</i>	20
5.2.2.6 <i>Sprejemnik/generator signalov – A6</i>	21
5.2.2.7 <i>Guard sprejemnik – A7</i>	21
5.2.2.8 <i>Aplikativni modul – A8</i>	21
6 ANTENA	22
6.1 OSNOVE ANTEN	22
6.2 LASTNOSTI LETALSKIH ANTEN.....	22
6.3 ANTENA ZA RADIJSKO POSTAJO AN/RC 210 V/UHF.....	23
7 ETC 4095F SISTEM	25
7.1 EDU 4095F ENOTA	25
7.1.2 TPL – STRAN, NA NAJVIŠJEM NIVOJU	27

7.1.3	MDP – STRAN, SPECIFIČNA ZA VSAKO NAPRAVO	28
7.1.4	NPP – STRAN ZA SHRANJEVANJE FREKVENC IN KANALOV	28
7.1.5	ALARMI ETC 4095F SISTEMA	29
7.1.6	MPU 4095F ENOTA.....	29
8	VZDRŽEVANJE KOMUNIKACIJ NA HELIKOPTERJU COUGAR.....	30
8.1	DEFINICIJA VZDRŽEVANJA.....	30
8.2	VZDRŽEVANJE RADIJSKE POSTAJE AN/ARC 210 V/UHF.....	30
8.2.1	Testna postaja TG-8302.....	31
9	KABINSKI KOMUNIKACIJSKI SISTEM - INTERCOMM.....	32
9.1	KABINSKA KOMUNIKACIJA ZA POSADKO.....	32
9.2	KABINSKA KOMUNIKACIJA ZA POTNIKE	34
10	ZAPISOVALNIK GLASU V PILOTSKI KABINI (CVR)	35
10.1	LASTNOSTI ZAPISOVALNIKOV GLASOV	35
11	ZAKLJUČEK	37
	LITERATURA IN VIRI	38
	SEZNAM SLIK IN TABEL	39
	SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC	40
	SLOVAR TUJIH IZRAZOV.....	41
	PRILOGE.....	43
	IZJAVA O AVTORSTVU	48

1 UVOD

1.1 IZHODIŠČE ZAKLJUČNE NALOGE

Komuniciranje je sporazumevanje, občevanje, sistem izmenjevanja simbolov ali informacij med informacijskim virom in sprejemnikom. Komunikacija je torej proces, v katerem vsi udeleženci sprejemajo, pošiljajo in interpretirajo sporočila oziroma simbole, ki so povezani z določenim pomenom. Je vedno dvosmeren proces, saj je povezana s sočasno medsebojno zaznavo in hkratno medsebojno izmenjavo sporočil. Komunikacija nam omogoča usklajevanje mnenj, doseganje različnih ciljev, pa tudi vzpostavljanje, vzdrževanje in spreminjanje medosebnih odnosov [13].

Komunikacijski sistemi na sodobnih vojaških zrakoplovih so eden izmed najpomembnejših sistemov na le-teh. So neposredno vključeni v proces vodenja in poveljevanja, odločanja. Zaradi teh lastnosti, na katerih sistem sodobnih vojska stoji in deluje, morajo komunikacijske naprave nuditi najvišjo možno stopnjo zanesljivosti delovanja, varovanja podatkov, vse stranske uporabnosti. Vsem tem zahtevam in še strogim letalskim predpisom morajo zadostiti letalske komunikacijske naprave.

V začetku letalskih komunikacij so bile komunikacijske naprave namenjena samo prenosu glasu oz. avdio komunikaciji. Z razvojem letalstva, letalske tehnike, digitalne tehnologije, tehnologije na prenosu radijskih signalov se je povečala tudi količina podatkov in informacij, katere je pilot potreboval za letenje. Vseh teh podatkov pilot ne more sprejeti preko pogovora, zaradi tega lahko današnje komunikacijske naprave zraven govora, sprejemajo in oddajajo podatke, kateri močno olajšajo delo pilotu, kakor tudi osebam na tleh, ki skrbijo za varnost letenja.

Vsi vojaški zrakoplovi slovenske vojske imajo vgrajene najsodobnejše radio komunikacijske naprave, ki ustrezajo najsodobnejšim letalskim, kakor tudi vojaškim standardom. S komunikacijsko opremo na vojaških letalih mora biti pilot sposoben komunicirati z vsemi rodovi vojske (pehota, mornarica), civilnimi strukturami, katere delujejo na različnih frekvenčnih področjih. Zaradi tega morajo sodobne letalske vojaške komunikacijske naprave imeti velik frekvenčni razpon delovanja, da lahko zadostijo tem zahtevam.

Velik poudarek pri sodobnih komunikacijah je na varnosti prenosa podatkov. To velja tudi za letalske komunikacijske sisteme, še posebej za vojaške sisteme, ki delujejo na sovražnikovih tleh, pri čemer ta preži na vsako informacijo. Zaradi tega imajo vojaški letalski komunikacijski sistemi različne načine varovanja prenosov signalov, ob tem pa obstajajo razni načini kodiranja le-teh.

V zaključni nalogi sem se predvsem osredotočil na komunikacijske sisteme na helikopterju Cougar AS 532 AL s tehnične smeri, na to, kako je sistem zgrajen, kako določen podsistem deluje, kaj je značilno za določen sistem, ne pa toliko iz smeri samega uporabnika, kateri s tem sistemom rokuje.

1.2 NAMEN IN CILJI ZAKLJUČNE NALOGE

Namen zaključne naloge je v prvi vrsti, da se seznanim s komunikacijskim sistemom oz sistemi, kateri so vgrajeni na helikopterju Cougar AS 532 AL. Pridobljeno znanje, ki sem osvojil med prebiranjem tehnične dokumentacije in literature, mi bo v pomoč pri opravljanju nalog in zadolžitev v letalsko tehnični enoti.

Z zaključno nalogo želim prikazati komunikacijske sisteme na helikopterju, kateri obstajajo, kako so sestavljeni, obenem pa želim prikazati njihovo delovanje. Samih električnih shem, povezav, kako in zakaj je določen signal prisoten na določenem mestu ne bom opisoval, ker je namen naloge predvsem, da se seznanimo s sistemi, jih prepoznamo in razumemo, kaj določen sistem dela.

Z izdelavo naloge želim narediti nek »uvodni priročnik«, ki bi služil za prvo seznanitev s komunikacijskimi sistemi na helikopterju Cougar, za tehnike, kateri so se na novo zaposlili na področju letalske tehnike. Gre za kompleksno tematiko in upam, da bo ta zaključna naloga pomagala vsem novo zaposlenim v letalski tehniki.

Cilji zaključne naloge so iz velike količine tehnične dokumentacije in literature izbrati najpomembnejše, koristne informacije ter jih predstaviti na razumljiv in dokaj enostaven način.

1.3 METODE DELA

Zaradi narave same naloge in teme, katero morem obdelati, sem se odločil, da je najprimernejša metoda za pisanje in raziskovanje metoda s pisnimi viri. Pri tej vrsti naloge, temo oz. področje preučujemo le na osnovi literature, ne da bi sami zbrali primarne podatke z opazovanjem in spraševanjem ali znova analizirali podatke, ki so jih zbrali drugi. Te vrste naloga je morda navidez preprostejša od empirične raziskave, saj ne zahteva praktičnega terenskega dela, v resnici pa zahteva precej natančnega dela in ustvarjalnega razmišljanja.

Sama metoda dela je zahtevala, da sem najprej moral zbrati ustrezno gradivo. Sledilo je branje z izdelavo izvlečkov in z označitvijo pomembnih strani. Skoraj vsa literatura, ki sem jo uporabil pri izdelavi zaključne naloge, je bila v angleškem jeziku, kar je pomenilo veliko prevajanja ter iskanja ustreznih slovenskih sopomenk. Branje in zapisovanje ter razumevanje tematike je najbolj zahtevna faza pripravljanja naloge. Potrebni je paziti, da se piše čimbolj sintetično in da se ne napiše preveč o problemu, ki z vidika celote ni pomemben. Koliko prostora sem namenil posameznim temam, sem se odločil že na začetku. Slednje mi je bilo vodilo ves čas pisanja. Sledila je kritična presoja lastnega »izdelka« na podlagi logične zgradbe teksta ter izčrpanosti in pravilnosti trditev. Ovrednotil in delno dopolnil sem jo tudi pod vplivom neposredne prakse ter po nasvetih mentorja.

1.4 STRUKTURA ZAKLJUČNE NALOGE

Zaključno nalogo sestavlja deset poglavij, ki se smiselno navezujejo s pomočjo podpoglavij. Struktura naloge je oblikovana v skladu s postopkovnikom za oblikovanje zaključne naloge kandidatov Šole za častnike.

V drugem poglavju je predstavljeno: zgodovina radia kot komunikacijske naprave, kdo je radio izumil, kako se je razvijal vse do današnjih dni. Nato je še predstavljen razvoj komunikacijskih naprav v letalstvu, vse od začetka, ko so bile radijske postaje velike in težke, pa vse do danes, ko se uporabljajo visoko tehnološke komunikacijske naprave. V tem poglavju je prav tako predstavljeno podjetje Rockwell Collins kot največje in najnaprednejše podjetje na področju radijskih komunikacij, katerih proizvodi so vgrajeni v večino letal na svetu, kakor tudi v vojaška letala slovenske vojske.

Tretje poglavje predstavlja helikopter Cougar AS 532 AL francoskega proizvajalca Eurocopter. Predstavljena je kratka zgodovina samega helikopterja ter nekaj osnovnik taktično tehničnih lastnosti.

Četrte poglavje se ukvarja z osnovami radijskega komuniciranja. Predstavljeno je nekaj osnovnih pojmov, kot na primer, kaj je radijska naprava, kako delimo radijske valove glede na njihovo frekvenco, kaj je modulacija (frekvenčna, amplitudna) in zakaj jo potrebujemo, kaj je modulator in kaj je demodulator.

V petem poglavje je podrobneje predstavljena radijska komunikacijska naprava, katera je vgrajena v helikopter Cougar. Opisane so tehnične lastnosti naprave, na katerih frekvenčnih področjih komunicira, kako je sestavljena in kateri so ti moduli ter kaj je funkcija posameznega modula .

Naslednje poglavje opisuje anteno kot pomemben del komunikacijske opreme. Predstavljene so osnovne lastnosti anten, njihova funkcija, oblike, lastnosti letalskih anten ter lastnosti antene, ki je vgrajen na sam helikopter.

Sedmo poglavje obravnava sistem ETC 4095 F. Opisuje, kako je sistem sestavljen, osnovne lastnosti, predstavljena sta oba podsistema, odgovorjeno je na vprašanje, kakšna je naloga teh podsistemov.

V osmem poglavju je predstavljeno vzdrževanje kot ena izmed ključnih nalog v letalstvu, konkretno pa je razčlenjena radijska postaja AN/ARC 210 V/UHF.

Naslednje poglavje opisuje kabinsko komunikacijo sistem INTERCOM. Opisana sta kabinska komunikacija za posadko in za potnike v potniški kabini, njune lastnosti in uporabnost sistema.

Zadnje poglavje pa opisuje sistem snemanja pogovora v pilotski kabini kot del komunikacijske opreme, kakšna je vloga tega sistema ter lastnosti naprave.

2 RAZVOJ RADIJSKIH KOMUNIKACIJ

2.1 ZGODOVINA RADIA

V zadnji četrtini 19. stoletja so mnogi znanstveniki poskušali prenesti sporočila na daljšo razdaljo brez uporabe žic. Takrat še niso razmišljali o sredstvih masovnega komuniciranja, ampak so le raziskovali možnosti uporabe elektromagnetnih valov pri komunikaciji med dvema določenima točkama.

Radio nima enega samega izumitelja, ampak je nastal iz množice izumov, ki so se pojavljali v različnih državah. Začetniki izuma radia so se opirali na delo britanskega fizika Jamesa Clecka Maxwella, ki je v letu 1873 objavil teorijo elektromagnetnih valov. Nemec Heinrich Rudolf Hertz je kasneje s pridom uporabil Maxwelovo teorijo in ustvaril radijske valove. Ti radijski valovi še niso bili sposobni potovati na velike razdalje, zato še vedno ni bilo mogoče zgraditi učinkovitih sprejemnikov in oddajnikov.

Italian Guglielmo Marconi, inženir elektrotehnike in izumitelj, je bil tisti, ki je povezal odkritja drugih in leta 1894 ustvaril prvi radio. Uspelo mu je izdelati primeren sprejemnik in izboljššan oscilator, ki ga je povezal na sicer še nedodelano, vendar učinkovito anteno, ki je služila kot oddajnik radijskih valov. Na podstrešju hiše svojih staršev blizu Bologne je sprožil zvonjenje zvonca, tako da je poslal radijsko sporočilo preko sobe. Leta 1901 mu je uspelo poslati preprosto sporočilo prek Atlantika iz Cornwalla v Angliji na Novo Funlandijo v Kanadi. S tem mu je uspelo dokazati, da radijski valovi lahko potujejo tudi preko obzorja, za kar je sicer zaslužna ionosfera, vendar takrat on tega še ni vedel.

Za pošiljanje zvokov in glasbe pa je bil potreben bolj izpopolnjen sistem, ki je bil sposoben opraviti zapletene naloge tega postopka. Na božični večer leta 1906 je uspel Američan Reginald Feseenden prenesti govor in glasbo več sto milj daleč na morje iz obale Massachusettsa. V naslednjih nekaj letih so se zvrstile podobne demonstracije tudi drugod po ZDA, Veliki Britaniji in Evropi.

Čeprav je bilo sedaj možno oddajanje glasu in glasbe preko radijskih valov, v letih pred 1. svetovno vojno še vedno ni bilo zanimanja za radio kot obliko javne masovne komunikacije. Na radio so takrat gledali kot na obliko privatne komunikacije med dvema točkama. Šele 1. svetovna vojna je pospešila razvoj in uporabo radia, ki se je takrat uporabljal predvsem v vojaške namene. Leta 1920 začne v ZDA s prenosom izidov predsedniških volitev delovati prva komercialna radijska postaja (KDKA). V dveh letih se je število postaj v Ameriki dvignilo na nekaj sto.

V Veliki Britaniji je kmalu za nastankom KDKA nastala BBC(British Broadcasting Company), ki je z oddajanjem začela novembra 1922. Leta 1926 je BBC postala korporacija, ki je imela monopol nad radijskim oddajanjem v državi.

Američan Edwin Armstrong je leta 1932 izumil frekvenčno modulacijo, ki zmanjšuje motnje, s tem pa je prispeval k bolj kvalitetnemu oddajanju glasu in glasbe preko radijskih valov. Leta 1954 pa so v ZDA izdelali prvi tranzistorski sprejemnik.

Naslednja pomembna smernica razvoja je bil sistem radio podatkov, ki so ga prvič vpeljali leta 1988 v Veliki Britaniji in na Švedskem. Sistem radio podatkov je omogočal samodejno iskanje postaj in prometne novice za avtoradio, kar kaže na to, da je razvoj radia potekal vedno dalje in še pravzaprav poteka danes.

2.2 RAZVOJ KOMUNIKACIJ V LETALSTVU

Začetki telekomunikacij v letalstvu segajo v prva leta dvajsetega stoletja, točneje v leto 1910, ko so v Franciji in Združenih državah Amerike prvič vzletela letala, opremljena z radijskimi sredstvi. To so bili preprosti, a relativno veliki radiotelegrafski oddajniki. Prav za to, ker je bila oprema velika in nerodna, je letalci niso hoteli uporabljati. Nekaj več uporabe je doživela le na "zračnih ladjah", nemških cepelinih, kjer je bilo prostora več kot dovolj.

Leta 1919 je Marconi izdelal prvo letalsko radijsko opremo in tako opremljeno letalo je 8. februarja 1919 začelo leteti na prvi redni progi London - Pariz. Doseg zveze je bil dokaj omejen (20 km) in na voljo je bila le ena zemeljska postaja blizu Londona. Govor je takrat precej oviral tudi hrup letala. V obdobje med obema vojnama segajo prvi zametki standardizacije letalske frazeologije in procedur. Prvotnim navigacijsko-signalizacijskim sredstvom (kresovi, svetilniki) se v dvajsetih letih pridružijo radijski svetilniki. V ZDA je bil prvi kontrolni stolp opremljen z radijskimi sredstvi leta 1931, vendar primerno opremljenih letal ni bilo veliko. V Evropi so se začele pojavljati radijske postaje, delujoče na isti frekvenci, z dosegom okoli 100 km. Na krajših poletih so uporabljali govor, na daljših pa telegrafijo. Uvedli so predpise, po katerih je moralo biti vsako letalo z več kot petimi sedeži in ki je letelo več kot 150 km nad zemljo ali 25 km prek morja opremljeno z radijskim oddajnikom in sprejemnikom, na letalu z več kot desetimi sedeži pa je moral biti telegrafist. Za razliko od danes so takrat kontrolorji pilotom posredovali le informacije, nikoli pa navodil. Komunikacija je potekala v materinem jeziku države, nad katero se je letelo in tako so morali biti piloti pravi poliglotti.

Izbruh druge svetovne vojne je skorajda prekinil civilni promet. V tem obdobju se pojavi odkritje, ki bo pomembno zaznamovalo tudi civilni letalski promet v naslednjih desetletjih – radar. Tik pred koncem vojne, in sicer leta 1944, Američani organizirajo Mednarodno konferenco civilnega letalstva, da bi uveljavili in ponudili svoje postopke ostalim udeležencem v civilnem letalstvu. Nekaj mesecev kasneje ustanovijo PICA0 (Provisional ICAO, začasno ICAO) kot predhodnico Mednarodne organizacije civilnega letenja (ICAO, International Civil Aviation Organisation, ustanovljena leta 1947). Prav Američani imajo precej zaslug za spremembe v letalskih postopkih, saj so kmalu ugotovili, da ima govor (Evropa se ga je trmasto otepala) velike prednosti pred telegrafijo. Leta 1953 je postalo popolnoma jasno, da telegrafija nima prihodnosti, saj so se tudi evropske letalske družbe začele vključevati v Severnoatlantski radiotelefonski komite z namenom uporabe VHF radijskih postaj. Konec leta 1953 se radijski opremi pridruži še selektivni klic, ki se v isti obliki na kratkovalovnih območjih uporablja še danes. Po letu 1956 se

telegrafija v razvitem svetu praktično ni več uporabljala. Nekoliko dlje se je obdržala na manj razvitih koncih sveta. Zadnja letalska radiotelegrafska postaja je prenehala delovati v Južni Ameriki leta 1962.

V povojnih letih se razvijejo tudi ostale spremljajoče aktivnosti. Primarnemu radarju se pridružijo sekundarni radarski sistemi. Razvijajo se sistemi za pristajanje pri zmanjšani vidljivosti. Vzporedno z drugo generacijo potniških letal na reakcijski pogon pride v uporabo inercialni navigacijski sistem, ki omogoča zanesljivejšo navigacijo predvsem na polarnih območjih, kjer je magnetni kompas neuporaben. Končno je tu satelitska navigacija, ki sicer uradno še ne izpolnjuje vseh zahtev, a je mišljena kot glavni navigacijski sistem prihodnosti.

V sedemdesetih letih se pojavijo zametki prve letalske podatkovne povezave, ki doživi množično uporabo šele v zadnjem desetletju. Prednosti storitev, ki jih taka povezava nudi, izkoristijo predvsem letalski prevozniki. Prav implementacija in izboljšanje teh storitev so poleg potreb upravljanja letalskega prometa gonilna sila za razvoj zmogljivejših podatkovnih povezav letalo - zemlja. Ena ključnih aktivnosti postane tudi obdelava in predstavitev podatkov raznih virov. Letalski promet postaja vse gostejši in v področjih, kot je Evropa, zmogljivosti sistemov in infrastrukture ne zadoščajo več. ICAO tako predlaga nov koncept upravljanja letalskega prometa, ki naj bi zadostil predvidenim potrebam 21. stoletja.

Z radijskimi valovi se danes prenaša veliko število informacij; kontrolne radarske postaje oddajajo signale, s katerimi usmerjajo modele avtomobilov in letal. Dolge radijske valove uporabljajo za prenašanje programov velikih radijskih postaj in za prenos zahtevnejših sporočil, kot so na primer vremenska sporočila za ladje. Kratki valovi lahko potujejo na velike razdalje in jih zato pogosto uporabljajo mednarodne radijske postaje in radioamaterji. Policijske enote, gasilci in razne druge službe uporabljajo kratkovalovne oddajnike za bližnje komunikacije. Največ radijskih postaj pa oddaja na srednjih radijskih valovih.

Radijski valovi se v vesolju pojavljajo tudi povsem naravno in dajejo astronomom zanimive podatke o galaksijah, supernovah in o drugih predmetih, ki so od Zemlje zelo oddaljeni. Velik napredek v tehnologiji radijskih komunikacij je že po drugi svetovni vojni pomagal izvesti številne vesoljske raziskave, med katerimi je bila tudi misija [2].

2.3 RAZVOJ LETALSKIH KOMUNIKACIJSKIH NAPRAV V PODJETJU ROCKWELL COLLINS

Firmo Collins Radio Company, je leta 1933 ustanovil Arthur Collins v kraju Cedar Rapids, v zvezni državi Iowa. Sprva je razvijal in izdeloval kratkovalovno radijsko opremo, s časom pa je začela firma rasti in se razvijati. Svetovni javnosti je postala znana leta 1933, ko je z radijsko opremo opremila admirala Richarda Byrda pri njegovi ekspediciji na južni pol.

V naslednjih treh desetletjih je firma Collins postala prisotna na vseh področjih radijskih komunikacij ter na številnih drugih področjih, kot so FCI (flight control instruments), satelitske komunikacije itd. Collins Radio Company je zagotavljal radijsko opremo, v ameriškem vesoljskem programu, kot so Mercury, Gemini, Apollo vključno s komunikacijo za astronave za

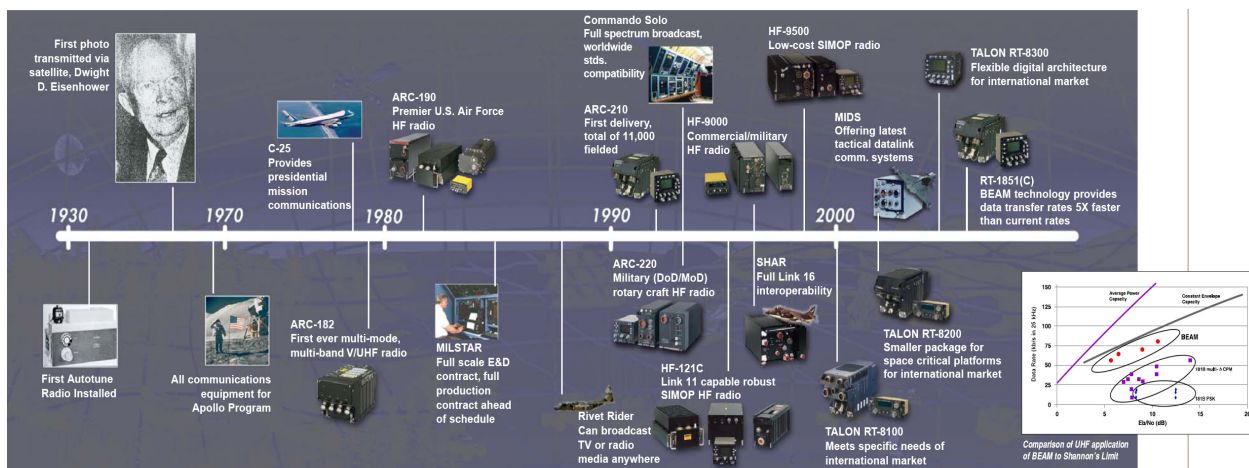
komuniciranje z zemeljsko postajo in opremo za sledenje oz. komunikacijo z samim vesoljskim plovilom.

Leta 1973 je firma Collins Radio Company zašla v finančne težave, zato jo je istega leta prevzela firma Rockwell International, katera se je ukvarjala z različno visoko tehnologijo.

Danes firma Rockwell Collins razvija, izdeluje elektronske komunikacijske naprave, medletne zabavne sisteme za komercialno letalstvo, simulatorje letenja ter komunikacijske naprave za vojsko in vlade po vsem svetu. Rockwell Collinsova letalska elektronika je instalirana v skoraj vseh letalih sveta, kot tudi v letalih slovenske vojske.

Na helikopterjih Cougar AS 532 AL je instalirana naprava ARC 210, katera je bila razvita v prvi polovici 90. let (slika 1) [11].

Slika 1: prikaz razvoja letalskih komunikacijski naprav v podjetju Rockwell Collins



Vir: <http://www.rockwellcollins.com>

3 HELIKOPTER - COUGAR AS 532 AL

Helikopter AS 532 je dvomotorni helikopter, katerega primarni namen je prevoz ljudi in tovora. Predhodnik helikopterja Cougar AS 532 je Puma SA 330, ki je bila razvita v Aerospatiale v Franciji proti koncu 60 let prejšnjega stoletja. Super Puma AS 332, ki je bila razvita iz SA 330, potem ko so spremenili oz. izboljšali sistem glavnega rotorja, nadgradili motorje Makila 1A1, podaljšali kabino in modificirali nos helikopterja, je prvič poletela 1978. Leta 1990 so vojaškim helikopterjem tipa AS332 spremenili ime v Cougar z oznako AS532xx Mk1, da bi se civilne in vojaške različice helikopterja razlikovale tudi po imenu. Prva črka na koncu oznake (xx) je lahko A (armed), C (anti-tank) in U (utility). Zadnja črka pa pomeni stopnjo modifikacije npr. L (long) – podaljšana različica.

Leta 1992 se pri Eurocopterju certificirali helikopter Cougar AS 532 Mk2, kateri ima še daljšo kabino, novo glavo rotorja (spheriflex), nov repni rotor, modificirani glavni in repni kraki, izboljšano podvozje in močnejšo različico motorjev Makila 1A2.

Najnovejši helikopter iz družine Cougar pa nosi oznako EC 725. Prvi helikopter je EC 725 je bil predan uporabniku leta 2005. Namesto štirih glavnih krakov jih ima sedaj pet, popolnoma digitalizirana pilotska kabina, popolnoma nova verzija motorja Makila z oznako 2A, ki ima za 14 odstotkov več moči in nov reduktor. Vse to omogoča, da se je največja dovoljena vzletna teža povečala za 2000kg, prav tako pa se je povečala tudi hitrost letenja.

3.1 OSNOVNE KARAKTERISTIKE HELOKPTERJA COUGAR AS532 AL

Helikopter AS 532 AL ima sledeče karakteristike:

- Dimenzije (dolžina 16,3m, širina 3,4m, višina 4,95m in premer glavnega rotorja 15,6m),
- Tovor (lahko prevaža 24 oseb plus posadko in nosi maksimalno 4500kg zunanjega tovora oziroma 3000 kg notranjega tovora, če se uporablja za nošenje ranjencev ima kabina sposobnost namestitve 12 nosil),
- Motor (2 x turbogredni Makila 1A1 vsak z 1877 KM na gredi),
- Hitrost (Največja hitrost helikopterja je 275 km/h, potovalna hitrost med 249 in 270 km/h), Dolet (800km, z dodatnimi notranjimi rezervoarji pa okoli 1500km),
- Višina leta (maksimalna višina leta je 4100m, maksimalna višina lebdenja 1650m brez talnega efekta in 2800m stalnim efektom).

Slika 2: Helikopter Cougar AS 532 AL



Vir: <http://www.eurocopter.com>

4 OSNOVE RADIJSKEGA KOMUNICIRANJA

4.1 RADIJSKA NAPRAVA

Radio je naprava za oddajanje in sprejemanje električnih impulzov ter signalov po radijskih valovih. Zaradi njihovih različnih karakteristik imajo radijski valovi različnih dolžin različne namene, ki se običajno identificirajo z njihovo frekvenco. Najkrajši valovi imajo najvišjo frekvenco ali število ciklov na sekundo, najdaljši valovi imajo najnižjo frekvenco ali število ciklov na sekundo. V čast nemškemu začetniku radia Heinrichu Hertzmu so ciklom na sekundo dali njegovo ime (hertz, Hz). Radijski valovi imajo obseg od nekaj kilohercov do nekaj gigahercov. Valovi vidne svetlobe so veliko krajši. V vakuumu vsi elektromagnetni valovi potujejo z enako hitrostjo, približno 300000 kilometrov na sekundo. To vrednost imenujemo svetlobna hitrost in je tolikšna, da elektromagnetni val v sekundi sedem in polkrat obkroži Zemljo [9].

4.2 RADIJSKI VALOVI

Osnova za delovanje radia so elektromagnetni valovi, ki se širijo skozi prostor od oddajnika do sprejemnika. Oddajnik pošilja elektromagnetne valove, zato je potrebno sporočilo pretvoriti v obliko, primerno za transport. Sprejemnik prejete elektromagnetne valove pretvori v človeku zopet razumljivo obliko.

Za natančen opis valovanja potrebujemo štiri količine. Frekvenca pove hitrost nihanja posameznega delca v sredstvu in je enaka frekvenci izvira, ki povzroča valovanje. Hitrost valovanja je določena s hitrostjo potovanja valovnih vrhov, medtem ko valovna dolžina predstavlja razdaljo med dvema sosednjima vrhovoma. Amplituda valovanja je podana z višino vrha in je v primeru zvoka merilo jakosti.

Enakomerno valovanje ne vsebuje nobenega sporočila, je pravzaprav kot prazen list papirja. Če želimo našemu valovanju pripeti sporočilo, ga moramo modulirati (slika 1). Najpogosteje se uporabljata amplitudna in frekvenčna modulacija. Amplitudno modulacijo dobimo s spreminjanjem amplitude signala, kar se v primeru zvoka odraža kot ton, ki mu spreminjamo jakost. Frekvenčna modulacija pa pomeni majhne odklone od nosilne frekvence valovanja, kar pomeni rahlo spremembo v višini tona.

Radijski valovi služijo za prenos radijskih signalov. Ti obsegajo elektromagnetno valovanje s frekvencami v območju med približno 150 kHz pa vse do 3 GHz.. Ker so radijski valovi poleg svetlobe edini del spektra elektromagnetnega valovanja, ki se skoraj nemoteno širi v zemeljski atmosferi in ker so njihove frekvence dovolj nizke, da jim lahko enostavna elektronika zadovoljivo sledi, so za prenos najprimernejši. Glede na njihovo valovno dolžino jih delimo na dolge, srednje, kratke in ultrakratke valove (tabela 1). Radijska postaja AN/ARC 210, na helikopterju Cougar AS 532 AL deluje na frekvenčnem področju VHF in UHF.

Tabela 1: Frekvence in valovne dolžine radijskih signalov

SLO oznaka	Medn. oznaka	Frekv. - f	Valovna dolžina - λ	Oznaka valovne dolžine
ZNF Zelo nizke frekv.	VLF very low FRQ	3kHz- 30kHz	100km- 10km	ZDV zelo dolgi valovi
NF nizke frekv.	LR Low FRQ	30kHz- 300kHz	10km- 1km	DV dolgi val
SF srednje frekv.	MF medium FRQ	300kHz- 3MHz	1km- 100m	SV srednji val
VF visoke frekv.	HF high FRQ	3MHz- 30MHz	100m- 10m	KV kratki val
ZVF zelo nizke frekv.	VHF very high FRQ	30MHz- 300MHz	10m-1m	ZKV zelo kratki val
UHF ultra visoke frekv.	UHF ultra high FRQ	300MHz- 3GHz	1m-10cm	UKV ultra kratki val
SHF Super visoke frekv.	SHF super high FRQ	3GHz- 30GHz	10cm-1cm	SKV super kratki val
EVF Ekstremno visoke frekv.	EHF Extremely high FRQ	30GHz- 300GHz	1cm-1mm	EKV Ekstremno kratki val

Radijski valovi se ne uporabljajo le v radijskem oddajanju, ampak tudi pri brezžičnem brzojavu, telefonskem prenosu, televiziji, radarju, navigacijskih sistemih in prostorski komunikaciji. V atmosferi so fizične karakteristike zraka vzrok za rahle spremembe v hitrosti, zaradi katerih prihaja do napak v radio-komunikacijskih sistemih, kot je radar. Tudi nevihte in električne motnje povzročajo anomalije pri širjenju radijskih valov.

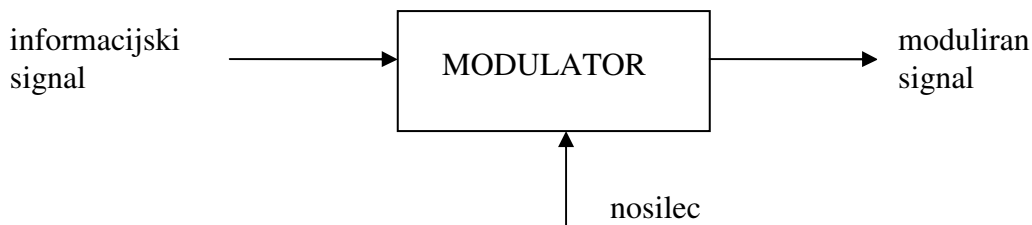
4.3 MODULACIJA

Zakaj uporabiti modulacijo? Informacije same (govor, podatki, video signal) niso prilagojene prenosu preko radijskih kanalov oz. s pomočjo radijskih signalov, ker so njihove frekvence prenizke – frekvenca govora je od 0,3 kHz do 3,4kHz. Za prenos pa so primerne le višje frekvence. Zato je te informacije (nizkofrekvenčni signal) potrebno »vtisniti« v visoko frekvenčni signal [8].

Modulacija je postopek, pri katerem modulacijski (informacijski) signal spreminja lastnosti pomožnega signala (nosilca). Modulacijski signal je signal, ki nosi informacijo. Ponavadi je informacija, ki jo pošiljamo zvočni zapis, lahko pa je tudi video zapis ali celo podatki. Modulirani signal na izhodu modulatorja nosi vso informacijo signala na vhodu modulatorja. Modulator je gradnik oz. elektronsko vezje, ki izvaja samo modulacijo informacijskega signala na vhodu modulatorja (slika 2). Poznamo več vrst modulacij, s katerimi prenašamo radijski

signal. Najpogosteje in najbolj razširjena sta amplitudna modulacij (AM) in frekvenčna modulacija (FM).

Slika 2: Shematski prikaz modulacije



Vir: Anton Umek, Osnove analognih modulacij, (2005, str. 5)

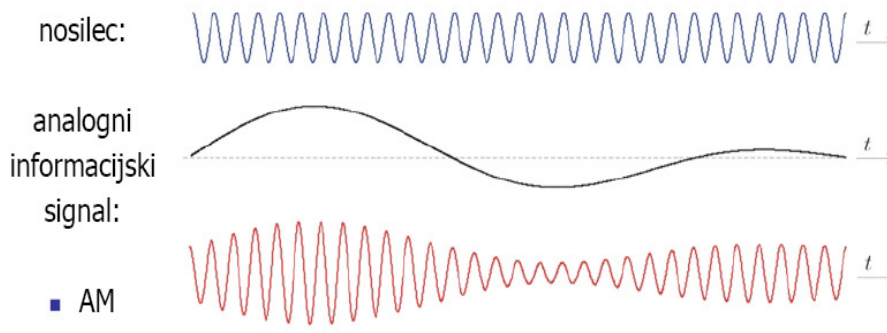
4.3.1 Amplitudna modulacija

Pri amplitudni modulaciji je amplituda nosilca sorazmerna modulacijskemu signalu. Slika 3 prikazuje, kako je analogni informacijski signal združen z nosilno frekvenco.

V primerjavi frekvenčne in amplitudne modulacije ima frekvenčna modulacija večje zahteve po frekvenčnem pasu kot amplitudna modulacija. Amplitudna modulacija zasede 6kHz frekvenčnega pasu (pri enobočnem pa le 3kHz).

FM sistemi imajo že splošno širšo pasovno širino kot AM, zato je FM tudi bolj dovzeten za selektivno pojemanje [5].

Slika 3: Prikaz amplitudne modulacije



Vir: Anton Umek, Osnove analognih modulacij, (2005, str. 3)

4.3.2 Frekvenčna modulacija

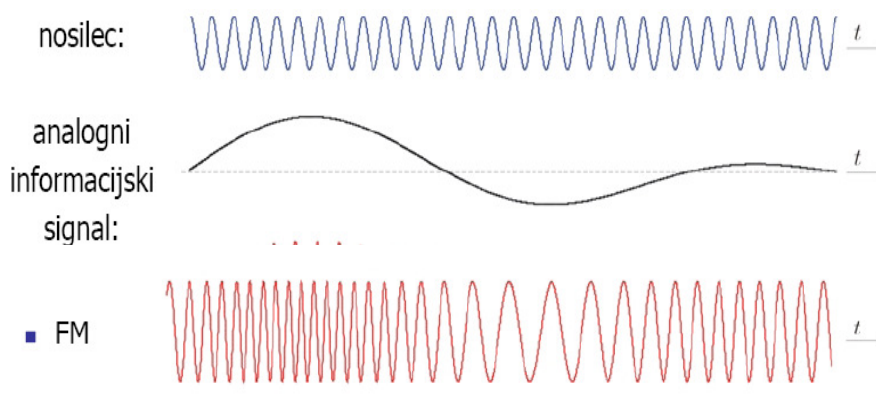
Pri frekvenčni modulaciji nosilnemu signalu spreminjamo spremembo trenutne frekvence sorazmerno s (časovnim) potekom amplitude modulatorskega signala, kot je razvidno iz spodnje slike.

Ozkopasovno frekvenčna modulacija zasede 16 kHz spektralnega prostora. Zaradi tega je ne moremo uporabljati na območju Evrope pri nadzoru zračnega promet, pri katerem je razmak med kanali 8,33 kHz.

Frekvenčno modulatorski sistem priskrbi boljše razmerje signal/šum kot AM sistem, preprosto povedano, manj šuma. Med oddajanjem je FM signal dovzeten za šumne in motilne napetosti. Učinek teh neželenih napetosti je spreminjanje amplitude in faze frekvenčno modulatorskega vala. Šumna odstopanja napetosti nimajo učinka na učinkovitost sistema. Informacija se ne prenaša v amplitude FM vala. Amplitudna odstopanja se odstranijo v FM sprejemniku, točneje v stopnji limiterja (omejevalnika).

Fazna deviacija, povzročena zaradi šuma, pomeni, da je nosilec učinkovito frekvenčno moduliran in se bo tudi nekaj šuma pojavilo na izhodu sprejemnika [5].

Slika 4: Prikaz frekvenčne modulacije

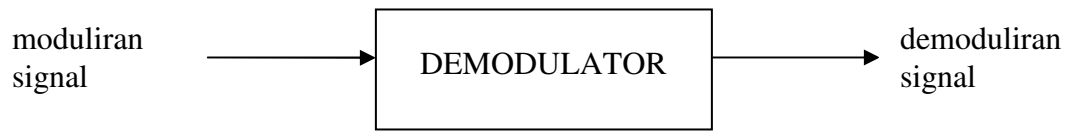


Vir: Anton Umek, Osnove analognih modulacij, (2005, str. 7)

4.4 DEMODULACIJA

Demodulacija je obratni postopek modulaciji. Demodulator je gradnik oz. elektronsko vezje, katero iz moduliranega signala na vhodu loči nosilni signal in informacijo, katero je nosilni signal prenašal. Demodulirani signal v sprejemniku je v idealnem primeru enak modulatorskemu signalu v oddajniku [5].

Slika 5: Shematski prikaz demodulacije



Vir: Anton Umek, Osnove analognih modulacij, (2005, str. 10)

5 RADIJSKA POSTAJA AN/ARC 210 V/UHF

Na helikopterju slovenske vojske Cougar AS 532 AL sta vgrajeni dve radijski postaji tip AN/ARC 210 V/UHF, proizvajalca Rockwell Collins, in sicer po ena za pilota ter kopilota. Pilotova radijska naprava se nahaja v nosu samega helikopterja, medtem ko se radijska naprava kopilot nahaja v repnem predelu helikopterja (slika 6).

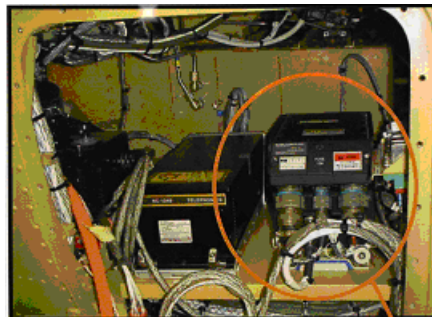
Vsaka postaja ima svojo EDU (electronic display unit) enoto tip 4095F. Z EDU enoto preko MPU (multifunctional processor unit) vmesnika nadzoruje radijsko postajo.

Posadka helikopterja ima možnost izbrisa vseh frekvenc, katere so shranjene v radijski postaji v primeru izgube helikopterja, preko varovanega stikala ERASE, kateri se nahaja na zgornji kontrolni plošči helikopterja. S tem preprečimo, da bi se nasprotnik oz. sovražna vojska dokopala do frekvenc, kanalov in kod, ki uporablja naša vojska.

Slika 6: Lokacija radijskih naprav na helikopterju Cougar



AN/ARC 210 V/UHF - kopilot



AN/ARC 210 V/UHF - Pilot

Vir: Eurocopter training services – Instruction manual, (2004, str. 51)

5.1 LASTNOSTI RADIJSKE POSTAJE AN/ARC 210 V/UHF

Radijska postaja AN/ARC 210 V/UHF (slika 7) zagotavlja simpleksno, dvosmerno komunikacijo, v normalnem in varovanem načinu delovanja v frekvenčnem spektru od 30 MHz do 400 MHz. Z radijsko postajo lahko oddajamo amplitudno moduliran signal (AM), kakor tudi frekvenčno moduliran signal (FM).

Radijska postaja AN/ARC 210 V/UHF ima digitalno zasnovo, kar omogoča dokaj enostavno reprogramiranje samega sistema z različnimi oblikami signala in različnimi načini delovanja, z uporabo digitalnega signalnega procesorja.

Sistem AN/ARC 210 V/UHF je bil razvit s primarnim ciljem, da mednarodni skupnosti nudi najboljši sistem zvez, v smislu uporabnosti naprave, tehnologije ter možnosti nadaljnjega razvoja. Radijska postaja zadovoljuje visoke komunikacijske zahteve v modernem in hitro razvijajočem taktičnem okolju. Sistem zagotavlja učinkovito, zanesljivo in varovano komunikacijo. Dandanašnji komunikacijski sistemi morajo zagotoviti oz. biti sposobni komunicirati z drugimi sistemi in sistemi drugih držav, kar radijska postaja AN/ARC 210 V/UHF zagotavlja. Za zagotovitev popolne komunikacije in vse splošne uporabnosti v vojskah po svetu mora biti sistem, kot je ARC 210 V/UHF sposoben komunicirati z vsemi obstoječimi komunikacijskimi sistemi v oboroženih silah, kot so:

- bombniška letala,
- lovska letala,
- transportna letala,
- helikopterji,
- zemeljskimi vozili,
- ladjami oz. vsemi plovili,
- vojaki na bojnih položajih.

Slika 7: Radijska postaja AN/ARC 210V/UHF



Vir: <http://www.rockwellcollins.com>

5.1.1 Tehnični podatki radijske postaje AN/ARC 210 V/UHF

- izhodna moč radijske postaje znaša pri amplitudni modulaciji 10-15W, pri frekvenčni modulaciji pa 15-23W z možnostjo povečanja moči z ojačevalnikom tudi do 125W,
- širina kanala znaša 25 kHz v vseh frekvenčnih območjih ter 8,33 kHz v območju Evrope za nadzor zračnega prostora (ATC),
- frekvenčno območje, na katerem naprava deluje, se razteza od 30MHz do 400MHz,
- možnost nastavitve 30 kanalov po izbiri uporabnika, in sicer kanali od 1 – 25 delujejo v simpleksnem načinu delovanja kanali 26 – 30 pa delujejo v pol duplexnem načinu,
- skenira lahko 4 štiri kanale hkrati, in sicer od 22 do 25 kanala,
- možnost prenosa glasu in podatkov,
- možnost avtomatskega iskanja smeri radijskega signala (ADF),
- kontrolni vmesnik po standardu MIL-STD-1553B in/ali RS 485,
- nastavitev frekvence v maksimalno 85 μ sekundah,

- zaznavanje napak v postaji,
- sprejemanje guard frekvenc (frekvence za klic v sili) na frekvencah 121.5MHz in 243MHz,
- temperaturno območje v katerem deluje naprava je zelo razširjeno in se razteza od -54⁰C do +71⁰C, pri 100% vlažnosti,
- najvišja višina, na kateri lahko radijska postaja deluje, je 21336m (70000 ft),
- napajalna napetost postaje znaša 28V DC, 10A (enosmerna napetost),
- največja obremenitev, pod katero postaja AN/ARC 210 V/UHF še deluje, je 20g ali 20-kratni sili teže ter trenutna obremenitev pri nesrečah do 40g,
- gabariti radijske naprave: širina 127 mm, višina 142.2 mm, globina 222.9 mm, teža 5.5kg.

5.1.2 Frekvenčna območja

Frekvenčna območja, v katerem lahko radijska postaja oddaja in prejema signal so naslednja:

- **30.000 MHz – 87.9875 MHz v FM načinu moduliranja** (V tem frekvenčnem območju lahko radijska postaja deluje v normalnem načinu, varovanem načinu prenosa glasu in prenos podatkov. Uporablja se za letalsko podporo na bojišču oz. taktično podporo.)
- **118.000 MHz – 135.9975 MHz v AM načinu moduliranja** (V tem frekvenčnem območju lahko radijska postaja deluje v normalnem načinu, varovanem načinu prenosa glasu in prenos podatkov. Razmik med posameznimi kanali zanaša 8.33 MHz. Uporablja se za komunikacijo s kontrolo letalskega prometa.),
- **136.000 MHz – 155.9975 MHz v AM in FM načinu moduliranja** (V tem frekvenčnem območju lahko radijska postaja deluje v normalnem načinu, varovanem načinu prenosa glasu in prenos podatkov. Uporablja se za komunikacijo z enotami na tleh: vojaška policija, civilne agencije.),
- **156.000MHz – 173.9875 MHz v FM načinu moduliranja** (V tem frekvenčnem območju lahko radijska postaja deluje v normalnem načinu, varovanem načinu prenosa glasu in prenos podatkov. Uporablja se za komunikacijo s plovili - maritime.),
- **225.000 MHz – 399.9875 MHz v AM in FM načinu moduliranja** (V tem frekvenčnem območju lahko radijska postaja deluje v normalnem načinu, varovanem načinu prenosa glasu in prenos podatkov. Uporablja se za vojaško komunikacijo – NATO.),

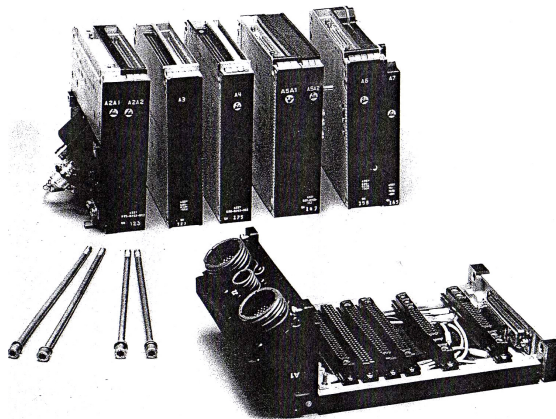
Frekvenčna območja, v katerem radijska postaja samo prejema signal:

- **108.000 MHz – 117.9975 MHz v AM načinu moduliranja** (To frekvenčno območje se uporablja za letalsko navigacijo.).

5.2 ZGRADBA RADIJSKE POSTAJE AN/ARC 210 V/UHF

Radijska naprava AN/ARC 210 V/UHF je modularno zgrajen sistem. Sestavljen je lahko iz sedmih posameznih modulov ali osmih posameznih modulov, kot je zgrajena radijska postaja na helikopterjih slovenske vojske AS 532 AL Cougar. Modularno zgradbo radijske postaje prikazuje slika 8.

Slika 8: Modularna zgradba radijske postaje AN/ARC 210 V/UHF

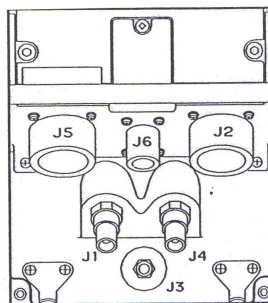


Vir: Rockwell Collins AN/ARC-210 V/UHF RADIO, (2004, str. 10)

5.2.1 Priključki na radijski postaji AN/ARC 210 V/UHF

Na sami napravi je šest priključkov (slika 9), kateri služijo za napajanje postaje (priključek J6), kontroliranje naprave in integracija v sistem (priključek J2), upravljanje naprave in programiranje (priključek J5), priključek za komunikacijsko anteno (priključek J1), quad anteno (priključek J4) in anteno za avtomatsko iskanje smeri (priključek J3).

Slika 9: Priključki na radijski postaji AN/ARC 210 V/UHF



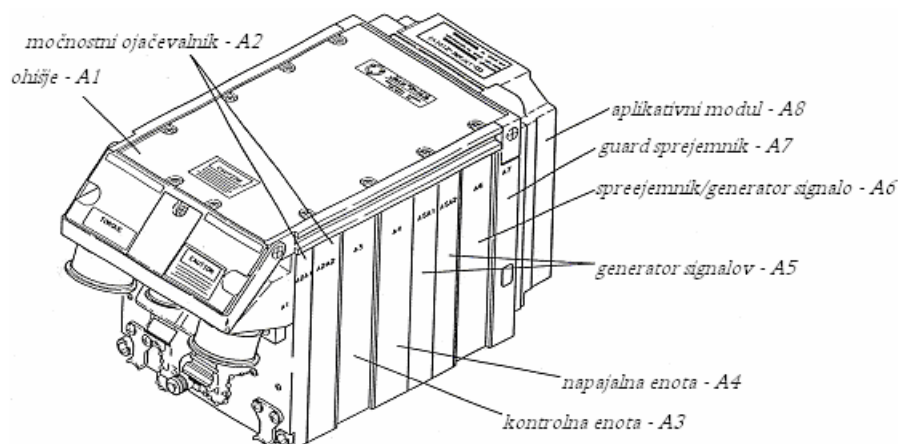
Vir: Rockwell Collins AN/ARC-210 V/UHF RADIO, (2004, str 25)

5.2.2 Moduli radijske postaje AN/ARC 210 V/UHF

Moduli iz katerih se radijska postaja sestoji so (slika 10):

1. ohišje - A1,
2. močnostni ojačevalnik - A2,
3. kontrolna enota - A3,
4. napajalna enota - A4,
5. generator frekvenc (syntesizer) - A5,
6. sprejemnik/generator signalov - A6,
7. guard sprejemnik - A7,
8. aplikativni modul - A8.

Slika 10: Moduli radijske postaje AN/ARC 210 V/UHF



Vir: Rockwell Collins AN/ARC-210 V/UHF RADIO, 2004

5.2.2.1 Ohišje – A1

Ohišje radijske postaje zagotavlja medsebojno povezavo med posameznimi moduli radijske postaje z dvostranskimi električnimi priključki.

5.2.2.2 Močnostni ojačevalnik – A2

Močnostni ojačevalnik zagotavlja minimalno 10W izhodne moči pri amplitudni modulaciji (AM) in minimalno 15W izhodne moči pri frekvenčni modulaciji (FM). Modul ima v vezju vgrajeno tako imenovano senzorsko vezje, katero nadzoruje in varuje močnostni ojačevalnik v primeru naraščanja temperature. Avtomatsko zmanjšanje moči na izhodu ojačevalnika omogoča neprekinjeno delovanje v ekstremnih pogojih. Amplitudna modulacija je izvedena v močnostnem modulu med oddajanjem z uporabo avdio in podatkovnega signala, katerega je zgenerirala kontrolna enota – A3.

5.2.2.3 Kontrolna enota – A3

Kontrolna enota izvaja procesiranje signalov in podatkov. Vzdržuje zunanjo povezavo z uporabo MIL-STD-1553B vodilom in serijsko povezavo z oddaljeno kontrolno napravo (RCU). Kontrolira operacije, delovanje različnih modulov z dvostransko komunikacijo z moduli. Prav tako izvaja filtriranje signalov, izloči podatke nosilnega signala iz sprejetega radijskega signala. Kontrolira frekvenco v generatorju signalov.

5.2.2.4 Napajalna enota – A4

Zagotavlja regulirano konstantno napetost vsem modulov v radijski postaji (28 V DC - enosmerna napetost). Izvaja filtriranje motenj na +28VDC enosmerni liniji, kateri nastanejo zaradi elektromagnetnih motenj in tako zagotavlja konstantno napetost.

Vhod enosmerne napetosti 28VDC na radijski postaji je zaščiten z varovalko, da zaščiti radijsko postajo pred prevelikimi tokovi, prav tako filtrira visoko frekvenčne motnje, šele nato pride napetost na sam modul – A4.

V napajalni enoti – A4 je zagotovljeno varovanje pred obratno polariteto, katero varuje radijsko postajo pred poškodbami zaradi napačne priključitve napajalne napetosti na postajo. Prav tako ima zaščito pred elektromagnetnimi impulzi, kateri lahko nastanejo na primer pri eksploziji jedrskega orožja.

Napetost, katera je filtrirana in je prešla vse zaščitne sisteme, kateri so v napajalnem modulu – A4, je konvertirana v različne enosmerne napetosti, katere potrebujejo moduli na sami radijski postaji s pulzno širinskimi modulatorji, kateri nadzorujejo porabo električnega toka ter zagotavljajo konstantno in regulirano napetost.

5.2.2.5 Generator frekvenc (Syntesizer) – A5

Ta modul vključuje direktno digitalno sintezo (direct digital synthesis – DDS) z namenom doseganja zelo hitrega nastavitvenega časa želene frekvence (manj kot 100 ms), skozi cel frekvenčni spekter radijske postaje, kateri znaša 30 MHz – 400 MHz.

Izhod generatorja frekvenc so tri frekvence, in sicer dve nastavljivi in ena fiksna frekvenca, katere so pripeljan na vhod sprejemnika – A5, z namenom nastavitve sprejemne frekvence.

Generator frekvenc (Synatesizer) oskrbuje napajalni modul – A4, kontrolni modul – A3 in močnostni ojačevalnik – A2, z različnimi urinimi signali, katere potrebujejo ti moduli za pravilno in nemoteno delovanje.

Frekvenčna modulacija je izvedena v generatorju frekvenc med oddajanjem, z uporabo avdio in podatkovnega signala, katerega je generirala kontrolna enota – A3.

5.2.2.6 Sprejemnik/generator signalov – A6

Radijski signal, katerega radijska postaja sprejema preko antene, je speljan preko močnostnega ojačevalnika – A2, ohišja – A1 v sprejemnik/generator signalov – A6. V sprejemniku so štirje preselektorji, v katerem se nahajajo razni filtri in ojačevalniki, katerih naloga je izbrati oziroma izluščiti uporabno informacijo ter odstraniti motnje, katere so v samem signalu.

V fazi oddajanja radijskega signala sprejemnik/generator signalov – A6 izbira med skupino avdio signalov ter jih usmeri na kontrolni modul – A3, kateri spremeni te signale in jih pripravi za oddajanje preko močnostnega ojačevalnika – A2.

5.2.2.7 Guard sprejemnik – A7

Guard sprejemnik – A7 sprejema in nadzoruje frekvence, katere so v letalstvu rezervirane za klic v sili. Na teh frekvencah delujejo naprave, kot so ELT za javljanje lokacije ponesrečenega zrakoplova. Frekvenci, kateri nadzoruje guard sprejemnik, sta 121.5 MHz in 243.0MHz. Frekvenco 121.5 MHz guard sprejemnik nadzoruje, ko je radijska naprava nastavljena oziroma deluje v frekvenčnem območju od 108.000 MHz do 155.9975 MHz. V vseh drugih frekvenčnih področjih Guard sprejemnik spremlja frekvenco 243.0 MHz.

5.2.2.8 Aplikativni modul – A8

Modul vsebuje podatkovni vmesnik DPI in podatkovni vmesnik DFD, kateri deluje po RS 232 standardu in se uporablja za nalaganje oziroma programiranje radijske postaje.

V ta modul lahko priključimo različne module in s tem razširimo uporabnost radijske postaje AN/ARC 210 V/UHF. Eden izmed teh modulov je modul za »frekvenčno protidejavost«.

6 ANTENA

6.1 OSNOVE ANTEN

Antena je element, kateri pretvarja električno moč iz oddajnika v elektromagnetne valove in jih seva v prostor. Velja tudi obratno: elektromagnetni valovi, ki zadenejo anteno, povzročijo nihanje elektronov v anteni, pojavita se električni tok in napetost, ki ju zazna naš sprejemnik kot koristen signal ali motnjo. V zvezi z antenami sta zelo pomembna pojma valovna dolžin in frekvenca. Da lahko antena svoje delo dobro opravi, mora biti ravno prav dolga, da bi sprejemala signal določene frekvence oziroma valovne dolžine. Tipične dolžine, katere more imeti antena, da bi sprejela signal določene frekvence oziroma valovne dolžine, so $1/4 \lambda, 1/2 \lambda, 3/4 \lambda$ in 1λ .

Ker pa na radijskih napravah nimamo možnosti spreminjanja dolžine radijske antene oziroma je to izredno nepraktično, imajo vse moderne radijske postaje, katere lahko sprejemajo signale v širokem frekvenčnem spektru kot AN/ARC 210 V/UHF, vgrajene prilagoditvena elektronska vezja, ki umetno spreminjajo dolžino antene, tako da je ta fiksne dolžine.

Poznamo več vrst anten. Najpogostejši tipi anten, katere uporabljamo v vojski, so:

- **Paličasta antena** seva v vse smeri enakomerno in je zato tudi najbolj uporabna antena za vojaške radijske zveze, še posebej tam, kjer imamo več udeležencev na različnih lokacijah,
- **Dipol antena** je uporabna za radijske zveze na KV področju, pri delu z določenega fiksnega mesta, z udeleženci, ki se nahajajo v približno znani smeri,
- **Log-periodic antena** je namenjena za radijske in radiorelejne z zveze z enim udeležencem, ki se nahaja na natančno znani lokaciji ali natančno znani smeri. Je usmerjena antena in omogoča delo na več različnih frekvencah,
- **YAGI antena** ima enak namen in usmerjenost kot log-periodic antena, od nje pa se razlikuje v tem, da deluje na natančno določeni frekvenci.

6.2 LASTNOSTI LETALSKIH ANTEN

Antene, katere so vgrajene na letala, morajo neprekinjeno, zanesljivo delovati v zelo neprijaznem okolju. Podvržene so ekstremnim vremenskim pogojem, saj so montirane na trupih letal in helikopterjev. Prenesti morajo velike spremembe temperatur, saj se lahko zunanja temperatura v kratkem času spremeni tudi za 90 C^0 (od $+ 30 \text{ C}^0$ na letališču, do $- 60 \text{ C}^0$ na 10000m).

Antene na letalih so prav tako podvržene tudi ekstremnim mehanskim obremenitvam, saj letala potujejo z veliko hitrostjo in so podvržene zračnemu uporu. Te obremenitve skušajo zmanjšati z aerodinamično obliko anten.

Drug velik problem, ki so ga morali upoštevati pri izdelavi anten, je zaledenitev anten, ko letalo leti skozi oblak pri temperaturi blizu ledišča. S tem, ko se nabere led na antenah, se poveča teža

le-te, poveča se mehanska obremenitev, posledica tega je deformacija oblike antene, obstaja pa tudi možnost, da anteno v skrajnih primerih odtrga od trupa letala.

V civilnem letalstvu so antene narejena za delovanje na frekvencah od 118 MHz do 137 MHz (tako imenovane VHF COM frekvence), na katerih deluje nadzor zračnega prometa (ATC), v vojaškem letalstvu pa morajo antene delovati v širokem frekvenčnem spektru od 30 MHz do 400 MHz, saj mora biti vojaški pilot sposoben komunicirati z vsemi drugimi rodovi vojske, kateri delujejo na različnih frekvencah. Letalske komunikacijske antene imajo lastnosti paličastih anten, se pravi, da oddajajo v vse smeri enakomerno močan signal s to razliko, da so manjše in da morajo imeti elektronsko prilagoditveno vezje za »navidezno« spreminjanje dolžine antene, saj morajo sprejemati signal v velikem frekvenčnem spektru z različnimi valovnimi dolžinami signala.

6.3 ANTENA ZA RADIJSKO POSTAJO AN/RC 210 V/UHF

COM antena za radijsko postajo AN/ARC 210 V/UHF mora biti sposobna za sprejem signalov v frekvenčnem razponu od 30 MHz pa vse do 400 MHz. Zaradi tega velikega frekvenčne razpona, v katerem radijska postaja sprejema in oddaja, ima antena posebno prilagoditveno elektronsko vezje, katero na elektronski način spreminja dolžino antene in s tem omogoči najboljši mogoč sprejem in oddajo radijskega signala skozi cel frekvenčni spekter, v katerem radijska postaja deluje.

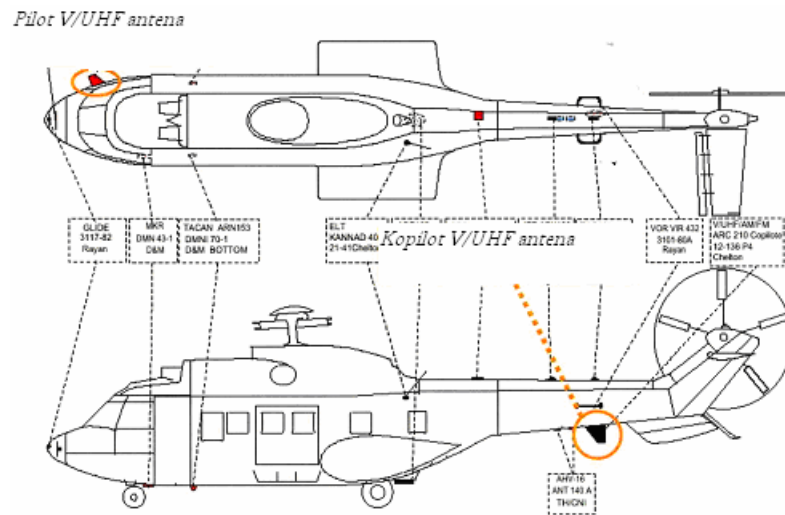
Ta antena se uporablja za normalno komunikacijo, za sprejemanje radijskega signala in za oddajanje le-tega.

Priključki za anteno (COM conector) se na radijski postaji AN/ARC 210 V/UHF nahajajo na močnostnem ojačevalniku – A2. Preko tega modula in ohišja – A1 se signali pri sprejemanju pripeljejo v sprejemni modul – A5, kjer se nadalje obdelujejo.

Impedanca antena kot kabla, na katerega je antena priključena, znaša 50 Ohm-ov, katera je standardna vednost za letalstvo. Na radijsko postajo je priključena preko BNC priključka, kateri je standard za koaksialne kable. Ti se uporabljajo za priključitev le-te.

Antena za pilotovo radijsko postajo se na helikopterju AS 532 AL Cougar nahaja spredaj na desni strani helikopterja, antena za drugo radijsko postajo pa se nahaja na samem repu helikopterja, kot je prikazano na sliki 11.

Slika 11: Lokacija anten na helikopterju Cougar, za radijski postaji ARC 210



Vir: Eurocopter training services – Instruction manual, (2004, str. 55)

7 ETC 4095F SISTEM

ETC 4095 sistem zagotavlja kontrolo in upravljanje nad komunikacijskim sistemom in radijsko navigacijskim sistemom. Sistem ETC 4095F je sestavljen iz dveh elektronskih prikazovalnikov EDU 4095F in enega MPU 4095F vmesnika.

7.1 EDU 4095F ENOTA

Lokacijo EDU 4095F enot na sredinskem kontrolni plošči (kontrolna plošča med pilotom in kopilotom) na helikopterju v pilotski kabini prikazuje slika 12. S tem sistemom lahko nastavljamo različne načine delovanja radijske postaje ter nastavljamo frekvence in kanale.

Slika 12: Lokacija EDU enot v pilotski kabini



Vir: Eurocopter training services – Instruction manual, (2004, str. 60)

Vsaka EDU enota ima preko MPU vmesnika dostop do dveh radijskih postaj AN/ARC 210 V/UHF, IFF sistema (APX – 153), TACAN sistema (ARN – 153), ter preko ARINC-429 vodila do dveh VOR/LOC sistemov (VIR – 432) in ADF sistema (ADF- 462).

Da zagotovimo zanesljivost radijskega sistema, EDU enoti v določenih intervalih pošiljata preko ARINC-429 vodila ukaze vsem priključenim napravam oziroma napravam katere preko EDU kontroliramo in upravljamo.

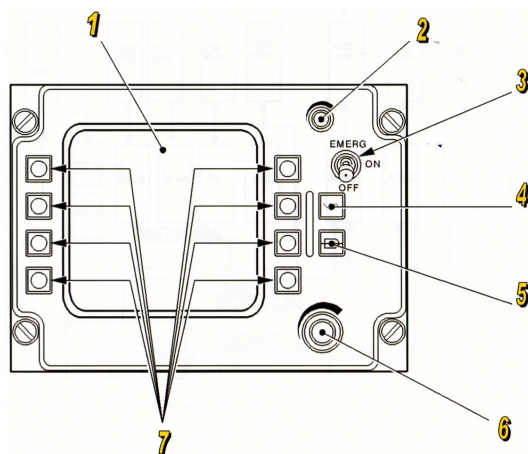
Katera izmed EDU naprav je primarna in katera sekundarna, je določeno z vrstnim redom vklopov naprav. EDU enota, katera je bila vklopljena prva, dobi status primarne enote in vodilo na katero je priklopljena postane PRI-BUS, naprava, katera je bila vklopljena druga dobi status sekundarne in vodilo, na katero je naprava priklopljena dobi status SEK-BUS. Ni nujno, da je pilotova EDU naprava primarna, kopilotova pa sekundarna EDU naprava, lahko je tudi obratno. Da EDU sistema med seboj zaznata, kateri je primaren oziroma sekundaren, je v MPU na katerega sta priključeni obe EDU enoti, pripeljan signal, s pomočjo katerega se določi status posamezne naprave. Če je ta signal v stanju visoke impedance, je primarna enota na pilotovi strani, če je ta signal ozemljen, pa je primarna naprava na kopilotovi strani.

V primeru, da sta vklopljena oba EDU sistema, se vsaka spremenjena informacija na enem EDU prenese na drug EDU preko XEDU vodila s katerim sta sistema prav tako povezana. S tem je zagotovljeno, da imata oba EDU sistema enake podatke in enako bazo podatkov radijskih frekvenc in kanalov.

Fizični prikaz enote in prikaz kako so razporejene tipke ter stikala za upravljanje EDU enote prikazuje slika 13:

1. osnova komponenta EDU enote - barvni katodni prikazovalnik (1),
2. vrtljivi gumb za nastavitev osvetljenosti ekrana (2),
3. tri pozicijsko preklopno stikalo, katere pozicije so OFF, ON in EMERG. EMERG – v tem načinu je naprava v delovanju za klic v sili. EDU enota generira kode in frekvence za naslednje naprave (3):
 - VHF frekvenco v sili: 121.5MHz,
 - V/UHF frekvenco v sili: 243.00MHz,
 - IFF kodo v sili,
4. dve tipki za zaslon na dotik (4,5),
5. selektor za frekvence in kanale (6),
6. osem večnamenskih funkcijskih tipk (7).

Slika 13: ETC 4095



Vir: Eurocopter training services – Instruction manual (2004, str.62)

Zaslon (zaslon je katoden), na katerem se prikazujejo podatki, prikazuje te v različnih barvah za lažje prepoznavanje prikaznih podatkov. Podatki so prikazani v naslednjih barvah:

- aktivni kanal in frekvenca - MODRA,
- pred nastavljena frekvenca – BELA,
- ILS frekvenca – ŠKRLATNA,
- avtomatsko kontrolirani podatki – ZELENO,
- ne nominalno operacijsko delovanje – JANTARNA,
- nepravilno delovanje opreme – RDEČA,
- simboli za listanje med stranmi na napravi - RUMENA.

Različna oprema, katero lahko kontroliramo z ETC 4095 sistemom, je kontrolirano s tremi tipi strani, in sicer:

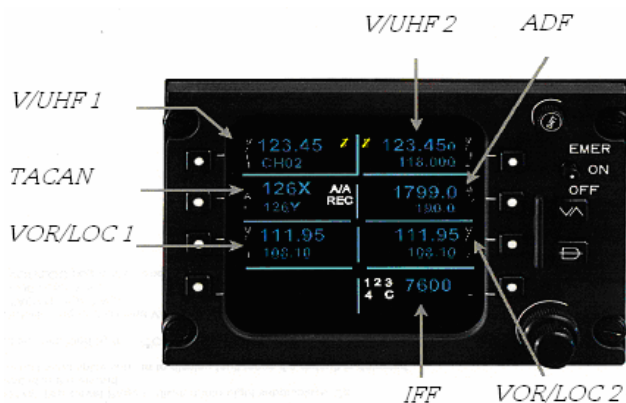
- TPL - stran na najvišjem nivoju,
- MDP - stran, katera je specifična za vsako napravo, katero lahko nadzorujemo in upravljamo,
- NPP - stran za shranjevanje frekvenc in kanalov.

7.1.2 TPL – STRAN, NA NAJVIŠJEM NIVOJU

TPL stran je razdeljena na osem delov (slika 14). Sedem delov se uporablja za kontroliranje radijske opreme, katera je instalirana na zrakoplov. Zadnji osmi del prikazovalnika se uporablja za prikazovanje statusa naprave in prikaz napak, alarmov na napravi. Naprave, katere kontroliramo s TPL stranmi so naslednje:

- 2x V/UHF napravo ARC 210,
- 1x TACAN sistem,
- 1x ADF sistem,
- 2x VOR/LOC sistema,
- 1x IFF sistem.

Slika 14: TPL stran



Vir: Eurocopter training services – Instruction manual (2004, str 64)

7.1.3 MDP – STRAN, SPECIFIČNA ZA VSAKO NAPRAVO

Na MDP strani so prikazani kontrolni podatki za enoto oziroma sistem, katerega hočemo kontrolirati in nastavljati. Vsi operativni načini za posamezno napravo so dosegljivi iz MDP strani. Če kontrolnik podatkov za nek sistem ne moremo prikazati na eni MDP strani, lahko imamo za ta sistem več MDP strani. V tem primeru je prikazan na zaslonu simbol (2), kot prikazuje slika 15. Z večfunkcijsko tipko (1) preklapljamemo med MDP stranmi. Na sliki 15 je razvidno, da imamo za to napravo dve MDP strani (simbol (2)). Plavi trikotnik prikazuje, katera MDP stran je trenutno aktivna. Iz MDP strani lahko dostopimo do NPP strani, na katerih lahko nastavimo frekvenco in kanal, na katerem naj radijska naprava deluje. Na sami MDP strani ne moremo nastavljati frekvence.

Slika 15: MDP stran



Vir: Eurocopter training services – Instruction manual (2004, str 66)

7.1.4 NPP – STRAN ZA SHRANJEVANJE FREKVENC IN KANALOV

Stran za nastavljanje in shranjevanje frekvenc ter kanalov. Na NPP straneh so razvidne frekvence (1) in kanali (2) (slika 16). Maksimalno število shranjenih frekvenc in kanalov je 15. Na dveh NPP straneh je lahko prikazano po šest frekvenc in kanalov, na eni strani pa 3 frekvence in kanale.

Kot pri MDP straneh imamo tudi pri NPP straneh simbol (3), kateri prikazuje, koliko NPP strani je na razpolago. Z večfunkcijsko tipko (4) preklapljamemo med stranmi za posamezno napravo. Plavi simbol (5) prikazuje, katera od NPP strani je trenutno dejavna. Posadka helikopterja ima možnost izbrisa vseh vnaprej programiranih kanalov in frekvenc z ERASE tipko, katera se nahaja na nadglavni kontrolni plošči v helikopterju.

Slika 16: NPP stran



Vir: Eurocopter training services – Instruction manual (2004, str. 68)

7.1.5 ALARMI ETC 4095F SISTEMA

V primeru napake na ETC 4095F sistemu se prikaže eden ali več simbolov rdeče barve, za napako v osmem segmentu na prikazovalniku v levem spodnjem kotu. Z funkcijsko tipko potrdimo te napake katere se zbršejo, vendar je segment na TPL strani obarvan rdeče.

Najpogostejše napake na ETC 4095F sistemu so:

- **odpoved ventilatorja** – vrtljaji na ventilatorju za hlajenje so prenizki (prikaže se simbol - ventilator),
- **prevelika temperatura** – interna temperatura je dosegla stopnjo, pri kateri se lahko sistem sesuje (prikaže se simbol – termometer),
- **odpoved XEDU vodila** – vodilo med obema EDU je neoperativno (prikaže se napis XEDU),
- **odpoved MPU** – odpoved komunikacije med EDU in MPU ali napaka na MPU napajalnem modulu (prikaže se napis MPU),
- **odpoved EDU** – odkrita notranja napaka v EDU enoti.

7.1.6 MPU 4095F ENOTA

MPU 4095F naprava spada v sistem ETC 4095F. Je vmesnik med ostalimi napravami, ki niso povezane z ARINC 429 vodilom, kot so EDU1 in EDU2, radijska naprava AN/ARC 210 V/UHF, IFF sistem, TACAN sistem. Sistem MPU 4095F je prav tako opremljen z »prilagoditvenim« elektronskim vezjem, katerega naloga je, da transformira oziroma pretvori podatke z ARINC 429 vodila v format, ki je specifičen za priključeno radijsko napravo.

8 VZDRŽEVANJE KOMUNIKACIJ NA HELIKOPTERJU COUGAR

8.1 DEFINICIJA VZDRŽEVANJA

Vzdrževanje v letalstvu v grobem opišemo kot obnovo, popravilo, pregled, nadomestitev, modifikacija ali odpravo okvare zrakoplova ali komponente.

V praksi uporabljamo več stopenj vzdrževanja: osnovno, plansko, vzdrževanje po zaustavitvi celotnega sistema, vzdrževanje po zaustavitvi zaradi okvare in nujno vzdrževanje, ki ga zahteva okvara ali nadzor sistema.

Vzdrževanje je proces, ki se stalno spreminja. Koliko in v kakšni meri se vzdrževanje kot proces res spreminja v posameznem podjetju, je odvisno predvsem od vodstva podjetja in vodstva vzdrževalne službe.

Za razliko od večine ostalih področij industrije ima vzdrževanje zrakoplovov to prednost, da je podvrženo strogim letalskim predpisom. Zato za upravičevanje stroškov za zahtevano planirano vzdrževanje ni bilo treba posebej skrbeti. Vendar se danes zaradi močne konkurence na področju komercialnega letalstva poskuša privarčevati tudi določen del finančnih sredstev na račun preventivnega vzdrževanja, kar je lahko usodnega pomena.

V Slovenski vojski v letalsko tehnični enoti se vzdrževanje opravlja točno po navodilih proizvajalca in v točno določenih časovnih intervalih.

8.2 VZDRŽEVANJE RADIJSKE POSTAJE AN/ARC 210 V/UHF

Na radijski postaji AN/ARC 210 V/UHF se opravi redni pregled delovanja enkrat letno. V primeru napake oziroma prenehanja delovanja postaje se ta pošlje proizvajalcu, da napako odpravi ali pošlje drugo radijsko napravo. V letalsko tehnični enoti lahko posegajo v napravo samo do določene stopnje, kot je vizualni pregled radijske postaje, menjava varovalke, merjenje karakteristik naprave ter druga manjša popravila, na podlagi katerih se ugotavlja pravilnost delovanja radijske naprave.

Na letnem pregledu, kateri se mora opraviti vsako leto, se merijo naslednje karakteristike skozi ves frekvenčni spekter radijske postaje:

- FWD POWER
- REW POWER
- VSWR

Vsi dobljeni rezultati se nato zapišejo v protokol meritev (priloga 1), kateri se arhivirajo za kasnejše analiziranje delovanja postaje skozi ves čas delovanja. Meritve se opravijo za obe

vgrajeni radijski napravi. V primeru odstopanja meritev na radijski postaji od specificiranih , se to zamenja z drugo, zamenjana radijska postaja pa se pošlje proizvajalcu.

8.2.1 Testna postaja TG-8302

Za ugotavljanje napak oziroma preverjanja delovanja radijske postaje se lahko uporabi tudi testna postaja TG-8302. S to postajo lahko preverjamo delovanje modulov, priključkov na radijski postaji, pravilnost sprejemanja signalov preko različnih vodil. Rokovanje s to testno postajo je zelo kompleksno in zahteva poglobljeno znanje tako o radijskih zvezah, kot o delovanju same radijske naprave.

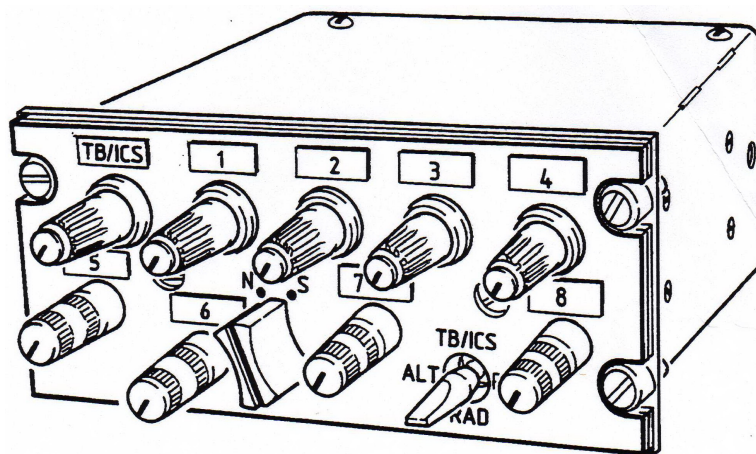
9 KABINSKI KOMUNIKACIJSKI SISTEM - INTERCOMM

9.1 KABINSKA KOMUNIKACIJA ZA POSADKO

Kabinska komunikacijski sistem (v nadaljevanje intercomm), kateri je vgrajen v helikopter, omogoča uporabo radijske postaje, radijske navigacijske opreme in komunikacijo med posadko helikopterja (pilot, kopilot, tehnik letalec) ter potniki.

Intercomm sistem TB 31 vključuje tri kontrolne plošče CP 1977A (po ena za pilota, kopilota in tehnik letalca), katere so povezane z radijskim sistemom (AN/ARC 210 V/UHF) in radijsko navigacijskim sistemom (ADF, TACAN, VOR) preko priključne doze BJ 1976. Slika 18 prikazuje razpored stikal in gumbov na kontrolni plošči CP 1977A. Kontrolne plošče CP 1977A se nahajajo na sredinski kontrolni plošči v helikopterju Cougar.

Slika 17: CP 1977 A naprava



Vir: Eurocopter Cougar AS 532 AL Maintenance Manual (2002, str. 21)

Opis gumbov in stikal na kontrolni plošči CP 1977 A:

- TB/ICS - vrtljivi gumb, kateri opravlja dva načina delovanja. Z vrtenjem tega gumba nastavljam glasnost ICS sistema v slušalkah, s pritiskom gumba pa aktiviramo klicno funkcijo,
- 1, 4 – nastavljanje kanalov za prejemanje in oddajanje ter nastavitev glasnosti,
- 2, 3 – rezerva,
- 5, 6, 7, 8 – nastavitev radio navigacije, nastavitev sprejema signala (5, 7 - VOR, 6 – ADF, 8 - TACAN),
- N.S preklopno stikalo – nastavitev načina delovanja (normalno, zasilno delovanje),
- TB/ICS stikalo – s tem stikalom ročno vklopimo intercomm sistem.

Tipka za aktiviranje intrecomm sistema (PTT tipka) se prav tako nahaja na kontrolni palici pilota in kopilota (obarvano rdeče na sliki 18). Ta tipka združuje dve funkciji oziroma dve stopnji delovanja. Prva stopnja omogoča komuniciranje preko intercomm sistema, druga stopnja pa omogoča komuniciranje preko radijske postaje. Podobne kontrole se nahajajo na kontrolni plošči CP 1977A.

Slika 18: CP 1977 A naprava



Vir: Eurocopter training services – Instruction manual (2004, str. 68)

Komunikacija z intercomm sistemom je lahko aktivirana s PTT tipko na pilotovi palici, s stikalom na kontrolni plošči CP1977 in z glasom (V.O.S.).

S pritiskom PTT tipke do prve stopnje je sklenjeno stikalo za intercomm sistem, stikalo za radijski sistem pa je razkrojeno. Avdio signal, katerega mikrofonski sprejem, nadaljuje pot do razdelitvene doze, kjer se signal razdeli.

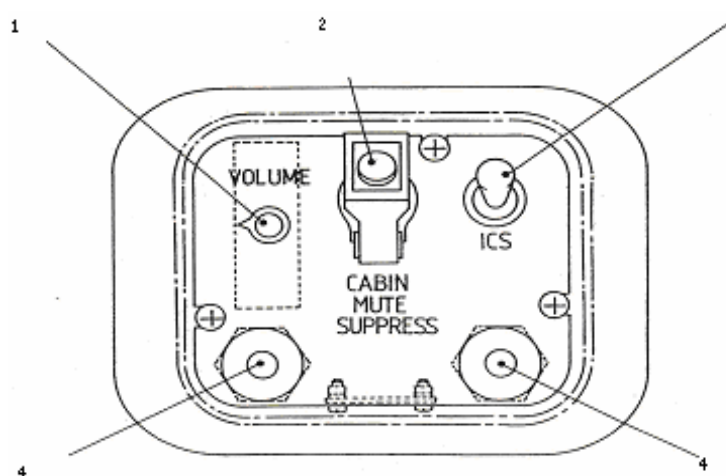
Drug način aktiviranja intercomm sistema je z glasom, z V.O.S. sistemom. V.O.S. Sistem zagotovi avtomatsko aktiviranje intercomm sistema v trenutku, ko član posadke spregovori. Po ojačitvi glasovnega signala v mikrofonski cevi je del tega signala filtriran in spremenjen v enosmerni signal. Ta enosmerni signal je nato uporabljen za sklenitev stikala intercomm sistema. Filter, skozi katerega gre glasovni signal, je konfiguriran tako, da prepušča frekvence nižje od 500 Hz. S tem se prepreči, da bi drugi zvoki v helikopterju aktivirali intercomm sistem.

V primeru, če ima eden od članov posadke intercomm sistem nastavljen na minimalno glasnost, ne more sprejemati oziroma ne sledi pogovoru med ostalimi člani posadke. Zaradi tega ima intercomm sistem vgrajeno CALL funkcijo. Ko je funkcija aktivirana, omogoči spremljanje pogovora, če je nivo glasnosti nastavljen na minimum. Nivo glasnosti se pri aktiviranju funkcije CALL nastavi na polovico maksimalne vrednosti. Gumb, na katerem se nastavlja nivo glasnosti in s pritiskom aktivira funkcija CALL, je razviden na sliki 17 (TB/ICS gumb).

9.2 KABINSKA KOMUNIKCIJA ZA POTNIKE

Helikopter Cougar AS 532 AL ima za potnike v kabini svoj sistem kabinske komunikacij, ki je povezan s kabinsko komunikacijo v pilotski kabini. Ta sistem sestavlja pomožen sistem BA 1920 (slika19) in priključna doza, na katero so pomožni sistemi priključeni. Sistem kabinske komunikacije v potniški kabini zagotavlja komunikacijo za osem potnikov s člani posadke, kakor tudi med potniki samimi. Pilot v pilotski kabini ima možnost izklopa komuniciranja s potniki s stikalom CABIN MUTE, kateri se nahaja na centralni kontrolni plošči. Potniki v kabini imajo možnost, da v izrednih primeri zaobidejo prekinitev komunikacije s posadko s stikalom CABINE MUTE SUPPRESS (2) in tako navežejo stik s posadko. To stikalo je varovano. Pomožen sistem BA 1920 prav tako omogoča nastavitve glasnosti v slušalkah (1), nima pa CALL funkcije, katero imajo člani posadke. Stikalo ICS (3) omogoči ročni vklop kabinske komunikacije, podobno kot PTT tipka. V BA 1920 se lahko priključita dva potnika, za kar sta pripravljena dva priključka (4).

Slika 19: BA 1920 pomožni sistem



Vir: Description and operation Manual AS 532 AL Vol. 1 (2002, str. 12)

Komunikacijski sistem v kabini s potniki je lahko ročno aktiviran s tipko ali avtomatsko aktiviran z glasom (V.O.S).

10 ZAPISOVALNIK GLASU V PILOTSKI KABINI (CVR)

Med komunikacijske naprave na zrakoplovih se uvrščajo tudi zapisovalniki glasu v pilotski kabini. Zapisovalnik pogovora – COCKPIT VOICE RECORDER - je sistem, ki je vgrajen v letalo in beleži vse glasove v pilotski kabini, sistem najav v potniški kabini in radio-telefonske komunikacije v letalu ter komuniciranje letala z zunanjim svetom.

Sistem sodi med tako imenovane zapisovalce leta (flight recorder), ki v civilnem letalstvu sestoji še iz zapisovalca podatkov o letu (flight data recorder), ki beleži vse podatke o letalu in smeri leta letala.

Zakaj pravzaprav snemati pogovor v pilotski kabini? Podatki koristijo pri preiskavi letalske nesreče ali incidenta, saj lahko iz pogovor med posadko ter kontrolo letenja izvemo, kaj se je v zadnjih trenutkih pred nesrečo dogajalo v letalu.

V helikopterju Cogar se snemajo vsi pogovori med posadko, pogovori posadke preko radijske postaje in pogovori v potniški kabini. V pilotski kabini je na nadglavni kontrolni plošči instaliran mikrofoni, ki beleži tudi druge zvoke, ki se lahko pojavijo v pilotski kabini.

10.1 LASTNOSTI ZAPISOVALNIKOV GLASOV

Naprave, zapisovalniki leta, med katere sodi zapisovalnik govora v pilotski kabini (v nadaljevanju CDR), morajo zadostiti najstrožjim letalskim predpisom. V nadaljevanju so predstavljeni samo nekateri od teh predpisov.

Standardna CDR naprava je sposobna snemanja štirih kanalov v časovnem razmaku dveh ur. Čeprav predpis za CDR naprave določa snemanje govora 30 minut, je bilo iz izkušenj ugotovljeno, da so se določeni pomembni dogodki, ki bi pomembno pomagali pri preiskavi letalske nesreče ali incidenta, izgubljeni.

Prve CDR naprave so zapisovale podatke na jekleni trak, katerega je kasneje nadomestil magnetni trak, vendar se je kasneje izkazalo, da je razbiranje podatkov z magnetnega traka zelo oteženo, če se je CDR naprava nahajala v vodi s poškodovanim ohišjem. Najnovejše CDR naprave uporabljajo digitalne spominske enote, ki so odpornejše na vibracije, šoke ter vlago.

Projektirane morajo biti na način, da »preživijo« letalsko nesrečo, saj lahko le z njihovo pomočjo lahko ugotovimo vzrok letalske nesreče ali incidenta. CDR naprave morajo vzdržati 6,5 ms zelo velike sile: do 3600 g in temperature do 1000 C⁰.

Prav tako morajo biti CDR naprave opremljene z napravo, katera pomaga pri iskanju naprave pod vodo.

Naprave morajo pričeti snemati pogovor v trenutku, ko so motorji zrakoplova vklopljeni. Snemati morajo vse do trenutku, dokler se motorji ne izklopijo. Moderne snemalne naprave imajo svoje vire napajanja, tako da lahko že začnejo s snemanjem pogovora v času, ko se zrakoplov pripravlja na polet.

11 ZAKLJUČEK

Komunikacijski sistemi so v sodobnih vojskah eden najbolj pomembnih sistemov. V času visoke tehnologije in interneta je postala informacija, ki jo prenašajo komunikacijske naprave, veliko vredna.

Star vojaški pregovor pravi, da je informacija koristna le, če je resnična, natančna in pravočasna. Pregovor lahko razširimo s trditvijo, da je boljša informacija tista, ki vsebuje več podatkov, saj je na ta način bolj prilagodljiva za nadaljnjo obdelavo in je praktično bolj uporabna. Na bojišču bo torej v prednosti tista bojujoča stran, ki bo pravočasno pridobila najbolj natančne informacije z največ podatki, seveda pod pogojem, da jih bo tudi najbolje obdelala in pravočasno ter pravilno uporabila oziroma izkoristila.

Sodobne radijske postaje morajo prenesti ogromno količino podatkov hitro ter varno od oddajnika do sprejemnika. Zelo velik poudarek je na varnosti informacij, saj nasprotnik na bojišču nenehno preži za novimi informacijami, ki bi jih lahko izkoristil v svojo korist. Posledica je, da se je tehnološka kompleksnost sodobnih radijskih sistemom močno povečala. V zaključni nalogi poskušam to zapleteno tehnologijo predstaviti na razumljiv in preprost način.

LITERATURA IN VIRI

1. EUROCOPTER Training services, Instruction Manual, Eurocopter Helicopters, 2004
2. Rockwell Collins, VHF/UHF Communicatins System, Rockwell Collins, Inc., 2004
3. Radom Aviation System Ltd., Talon for Slovenian Air Force I level Maintenance Course, 2004
4. Radom Aviation System Ltd., Talon for Slovenian Air Force O level Maintenance Course, 2004
5. Anton Umek, Osnove analognih operacija, Ljubljana, 2005
6. Gregor Požar, Telekomunikacijski sistemi v letalstvu, Ljubljana, 2002
7. Brane Lučovnik, Varnost v letalstvu, predavanja, Ljubljana, 2003
8. Peter Vukovič, Frekvenčna modulacija, Seminarska naloga, Kranj, 2005
9. Gregor Bezjak, Klasični radio, Maribor, 2006
10. EUROCOPTER, Description and opertion manual AS 532 AL Vol. 1, 2002
11. <http://www.rockwellcollins.com>
12. <http://www.eurocopter.com>
13. <http://www.wikipedia.com>

SEZNAM SLIK IN TABEL

SLIKA 1: PRIKAZ RAZVOJA LETALSKIH KOMUNIKACIJSKI NAPRAV V PODJETJU ROCKWELL COLLINS	7
SLIKA 2: HELIKOPTER COUGAR AS 532 AL.....	9
TABELA 1: FREKVENCE IN VALOVNE DOLŽINE RADIJSKIH SIGNALOV	11
SLIKA 2: SHEMATSKI PRIKAZ MODULCIJE.....	12
SLIKA 3: PRIKAZ AMPLITUDNE MODULACIJE.....	12
SLIKA 4: PRIKAZ FREKVENČNE MODULACIJE	13
SLIKA 5: SHEMATSKI PRIKAZ DEMODULACIJE	14
SLIKA 6: LOKACIJA RADIJSKIH NAPRAV NA HELIKOPTERJU COUGAR	15
SLIKA 7: RADIJSKA POSTAJA AN/ARC 210V/UHF	16
SLIKA 8: MODULARNA ZGRADBA RADIJSKE POSTAJE AN/ARC 210 V/UHF	18
SLIKA 9: PRIKLJUČKI NA RADIJSKI POSTAJI AN/ARC 210 V/UHF.....	18
SLIKA 10: MODULI RADIJSKE POSTAJE AN/ARC 210 V/UHF	19
SLIKA 11: LOKACIJA ANTEN NA HELIKOPTERJU COUGAR, ZA RADIJSKI POSTAJI ARC 210	24
SLIKA 12: LOKACIJA EDU ENOT V PILOTSKI KABINI.....	25
SLIKA 13: ETC 4095.....	26
SLIKA 14: TPL STRAN.....	27
SLIKA 15: MDP STRAN	28
SLIKA 16: NPP STRAN.....	29
SLIKA 17: CP 1977 A NAPRAVA	32
SLIKA 18: CP 1977 A NAPRAVA	33
SLIKA 19: BA 1920 POMOŽNI SISTEM	34

SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC

BBC – British Broadcasting Company
PICAO – Provisional Organization International Civil Aviation
ICAO – Organization International Civil Aviation
FCI – Flight Control Instruments
VLF – Very Low Frequency
LF – Low Frequency
MF – Medium Frequency
HF – High Frequency
VHF – Very High Frequency
UHF – Ultra High Frequency
SHF – Super High Frequency
EHF – Extremely High Frequency
FM – Frequency Modulation
AM – Amplitude Modulation
EDU – Electronic Display Unit
MPU – Multifunctional Processor Unit
ATC – Air Traffic Control
ADF – Automatic Direction Finder
ELT – Emergency Locator Transmitter
NATO – North Atlantic Treaty Organization
DPI – Data Port Device
DFD – Data Fill Device
DDS – Direct digital synthesis
RS 232 – Recommended Standard 232
TPL – Top Level Page
MDP – Main Display Page
NPP – Frequency/Channel Memorizations Pages
TACAN – Tactical Air Navigation
VOR/LOC – Very high frequency Omni directional Radio Localizer
IFF – Identification Friend or Foe
SEK-BUS – Secondary Bus
PRI-BUS- Primary Bus
ICS – Inter Communication System
PTT – Push to Talk
CVR – Cockpit Voice Recorder
VSWR – Voltage standing wave ratio
V.O.S. – Voice activated switch
FVD. Power – Forward Power
REW. Power – Reverse Power
RCU – remote control unit
DC – direct current

SLOVAR TUJIH IZRAZOV

British broadcasting company – Britanska televizijska korporacija

Provisional Organization International Civil Aviation – začasna mednarodna organizacija za civilno letalstvo

Organization International Civil Aviation – Mednarodna organizacija za civilno letalstvo

Flight control instruments – letalski instrumenti

Very low frequency – zelo nizke frekvence

Low frequency – nizke frekvence

Medium frequency – srednje frekvence

High frequency – visoke frekvence

Very high frequency – zelo visoke frekvence

Ultra high frequency – ultra visoke frekvence

Super high frequency – super visoke frekvence

Extremely high frequency – ekstremno visoke frekvence

Frequency modulation – frekvenčna modulacija

Amplitude modulation – amplitudna modulacija

Electronic display unit – elektronska prikazovalna enota

Multifunctional processor unit – multifunkcijska procesna enota

Air traffic control – nadzor zračnega aprometa

Automatic direction finder – avtomatski iskalec smeri

Emergency locator transmitter – oddajnik lokacije v sili

North Atlantic Treaty Organisation - Organizacija severnoatlantskega sporazuma

Data Port Device – priključek za prenos podatkov

Data Fill Device – naprava za vnos podatkov

Direct digital synthesis – direktna digitalna sinteza

Recommended Standard 232 – priporočen standard 232

Top level page – Stran najvišjega nivoja

Main misplay page – Glavna prikazovalna stran

Frequency/Channel memorisation pages – stran za programiranje frekvenc in kanalov

Tactical air navigation – taktična navigacija v zraku

Very high frequency Omni directional Radio Localizer – Visoko frekvenčni vse stranski radijski lokalizator

Identification Friend or Foe – identifikacija prijatelj ali sovražnik

Secondary bus – sekundarno vodilo

Primary bus – primarno vodilo

Inter communication system – interkomunikacijski sistem

Push to Talk – tipka; pritisni in govori

Voice-Data Recorder – zapisovalnik glasu

Synthesizer – generator signalov

Sub display – pod prikazovalnik

Power supply – napajalnik

Comm. antenna – komunikacijska antenna

Voltage standing wave ratio - razmerje stojnega vala med anteno in radijsko postajo

Forward power – moč oddajnega vala

Rewerse power – moč odbitega vala

Voice activated switch – glasovno aktivirani stikalo

Cockpit voice recorder – zapisovalec pogovora v kabini

Cabine mute – izklop komunikacijskega sistema v potniški kabini

Direct current - enosmerna napetost

PRILOGE

Priloga: Protokol meritev za radijsko postajo AN/ARC 210 V/UHF

IZJAVA O AVTORSTVU

Andrej Kavnik, rojen 28.11.1976, v Mariboru, kandidat Šole za častnike, izjavljam, da sem avtor zaključne naloge Komunikacijski sistem na helikopterju Cougar AS 532 AL.

Andrej Kavnik

