

# Evolucija INMARSAT sustava

---

Žepčan, Lejla

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:830148>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-25**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I  
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**

**Stručni studij računarstva**

**EVOLUCIJA INMARSAT SUSTAVA**

**Završni rad**

**Lejla Žepčan**

**Osijek, 2024.**

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**Obrazac Z1S: Obrazac za ocjenu završnog rada na stručnom prijediplomskom studiju****Ocjena završnog rada na stručnom prijediplomskom studiju**

|   |   |
|---|---|
| Ime i prezime pristupnika:  | Lejla Žepčan  |
| Studij, smjer:  | Stručni prijediplomski studij Računarstvo   |
| Mat. br. pristupnika, god.  | AR 4704, 26.07.2018.  |
| JMBAG:  | 0165080009  |
| Mentor:   | mr. sc. Anđelko Lišnjić   |
| Sumentor:   |   |
| Sumentor iz tvrtke:   |   |
| Predsjednik Povjerenstva:   | prof. dr. sc. Krešimir Grgić  |
| Član Povjerenstva 1:  | mr. sc. Anđelko Lišnjić   |
| Član Povjerenstva 2:  | izv. prof. dr. sc. Višnja Križanović  |
| Naslov završnog rada:   | Evolucija INMARSAT sustava  |
| Znanstvena grana završnog rada:   | <b>Telekomunikacije i informatika (zn. polje elektrotehnika)</b>  |
| Zadatak završnog rada:  | Inmarsat satelitski sustav pruža telefonske i podatkovne usluge korisnicima širom svijeta putem prijenosnih ili mobilnih terminala koji komuniciraju sa zemaljskim postajama putem geostacionarnih telekomunikacijskih satelita. Sustav je u uporabi još od sedamdesetih godina prošlog stoljeće i stalno se tehnološko poboljšava i badograđuje kako bi zadovoljio sve veće zahtjeve korisnika. Vaš je zadatak prikazati razvojne faze INMARSAT sustava, opisati satelitsku mrežu koja ga podržava kao i usluge koji sustav nudi korisnicima. te detaljno tehnički obraditi pružanje |
| Datum ocjene pismenog dijela završnog rada od strane mentora:   | 16.09.2024.   |
| Ocjena pismenog dijela završnog rada od strane mentora:   | Izvrstan (5)  |
| Datum obrane završnog rada:   | 08.10.2024.   |
| Ocjena usmenog dijela završnog rada (obrane):   | Izvrstan (5)  |
| Ukupna ocjena završnog rada:  | Izvrstan (5)  |
| Datum potvrde mentora o predaji konačne verzije završnog rada čime je pristupnik završio stručni prijediplomski studij: | 08.10.2024.   |

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA **OSIJEK****IZJAVA O IZVORNOSTI RADA**

Osijek, 08.10.2024.

**Ime i prezime Pristupnika:**

Lejla Žepčan

**Studij:**

Stručni prijediplomski studij Računarstvo

**Mat. br. Pristupnika, godina upisa:**

AR 4704, 26.07.2018.

**Turnitin podudaranje [%]:**

11

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **Evolucija INMARSAT sustava**

izrađen pod vodstvom mentora mr. sc. Anđelko Lišnjić

i sumentora

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija.

Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis pristupnika:

# SADRŽAJ

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>1.</b>   | <b>UVOD</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>2.</b>   | <b>SATELITSKA KOMUNIKACIJA</b> .....                                | <b>2</b>  |
| <b>3.</b>   | <b>INMARSAT SUSTAV</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>3.1.</b> | <b>Struktura Inmarsat sustava</b> .....                             | <b>6</b>  |
| <b>3.2.</b> | <b>Inmarsat sustavi i usluge</b> .....                              | <b>9</b>  |
| <b>3.3.</b> | <b>Inmarsat EGC</b> .....   | <b>13</b> |
| <b>3.4.</b> | <b>Podatkovni prijenos informacija</b> .....                        | <b>15</b> |
| <b>3.5.</b> | <b>Poruke tipa „pogibelj“ (<i>Disaster</i>)</b> .....               | <b>18</b> |
| <b>3.6.</b> | <b>Trošak Inmarsat usluga</b> .....                                 | <b>19</b> |
| <b>3.7.</b> | <b>Kronološki redoslijed pojave INMARSAT sustava i usluga</b> ..... | <b>20</b> |
| <b>4.</b>   | <b>BUDUĆNOST INMARSAT SUSTAVA</b> .....                             | <b>23</b> |
| <b>5.</b>   | <b>ZAKLJUČAK</b> .....  | <b>24</b> |
|             | <b>LITERATURA</b> .....   | <b>25</b> |
|             | <b>POPIS KRATICA</b> .....  | <b>28</b> |
|             | <b>SAŽETAK</b> .....  | <b>29</b> |
|             | <b>ABSTRACT</b> .....   | <b>30</b> |
|             | <b>ŽIVOTOPIS</b> .....  | <b>31</b> |

## 1. UVOD

Inmarsat satelitski sustav pruža telefonske i podatkovne usluge korisnicima širom svijeta putem prijenosnih ili mobilnih terminala koji komuniciraju sa zemaljskim postajama putem geostacionarnih telekomunikacijskih satelita. Sustav je u uporabi još od sedamdesetih godina prošlog stoljeća te se stalno tehnološki poboljšava i nadograđuje kako bi zadovoljio sve veće zahtjeve korisnika.

Kroz rad su opisane tri tehnološke komponente Inmarsat sustava: svemirski dio, zemaljski te korisnički dio. Navedene su i opisane sve usluge koje nudi Inmarsat, prema verzijama sustava. Opisan je *Enhanced Group Call* koji šalje poruke na više brodova te su spomenute i opisane usluge kojim je omogućen: SafetyNET, SafetyNETII i RescueNET. Obraden je prijenos informacija teleksom, faksom, elektroničkom poštom, kratkim izvještavanjem te binarnim prijenosom. Detaljno je obrađeno slanje poruka putem teleksa ili telefonskog poziva. U četvrtom poglavlju opisana je budućnost Inmarsat sustava.

### 1.1. Zadatak završnog rada

Zadatak završnog rada je prikazati razvojne faze INMARSAT sustava, opisati satelitsku mrežu koja ga podržava kao i usluge koji sustav nudi korisnicima, te detaljno tehnički obraditi pružanje govornih usluga u sustavu.

## 2. SATELITSKA KOMUNIKACIJA

Satelit je objekt koji se kreće oko drugoga tijela koje ima znatno veću masu i čije je kretanje određeno stalnom privlačnom silom drugoga tijela, i mogu se podijeliti na aktivne i reflektirajuće. Razlika između aktivnog i reflektirajućeg satelita je ta da aktivni satelit u sebi sadrži radio stanicu koja služi prijenosu i predaji signala, a reflektirajući satelit ima zadaću da reflektira radio signal. Pošto su umjetni sateliti složeni konstrukcijski sklopovi, oni sadrže posebne sustave i cjeline koje su prilagođene radu u svemiru. Tako postoji komunikacijski sustav, sustav napajanja, pogonski sustav, toplinski sustav, upravljački sustav te sustav za orijentaciju. [1][2]

Komunikacijski sustav ostvaruje komunikaciju satelita sa upravljačkim središtem na Zemlji, a sastoji se od prijammika, odašiljača, antene i uređaja koji prilagođava prijenos informacija. Sustav napajanja se sastoji od solarnih ploča te baterija za napajanje kada Sunčeve zrake ne dopiru do ploča. Baterije se pune viškom struje od solarnih ploča. Pogonski sustav se sastoji od raketa koje pokreću satelit. Životni vijek satelita određuje se količinom goriva koje satelit ima za pogon potisnika. Nakon što se gorivo potroši, satelit postaje svemirskim otpadom jer slobodno lebdi svemirom te prestaje raditi. Sateliti moraju biti u funkciji raditi na ekstremnim temperaturama koje se kreću od  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  te moraju biti u stanju izdržati svemirska zračenja. Kako bi satelit duže izdržao zračenje te tako duže trajao, satelitske komponente se štite aluminijem i drugim materijalima otpornim na zračenje. Toplinski sustav štiti osjetljive komponente te ih održava na temperaturi idealnoj za kontinuirani rad. Osim toga, zadatak toplinskog sustava je da štiti letjelicu od naglih promjena temperature tako da aktivira sustav za hlađenje ili grijanje kada je to potrebno. Upravljački sustav sastoji se od računala koji sakuplja podatke o stanju satelita te upravlja njegovim radom u skladu sa naredbama koji se šalju sa Zemlje. Sustav za orijentaciju uz pomoć različitih senzora prikuplja podatke o položaju satelita. Za održavanje i promjenu položaja koriste se raketni motori te se provode proračuni tako da se izvede promjena sa najmanjom potrošnjom goriva. [2][3]

Prvi umjetni satelit bio je SPUTNIK I. koji je lansirao Sovjetski Savez 1957. godine. Upotreba satelita je postala sve češća nakon što je 1960. lansiran prvi komunikacijski reflektirajući satelit ECHO te nedugo zatim geostacionarni satelit SYNCOM 3 1963. godine. Sateliti u svojim orbitama imaju različite putanje, visinu te oblik putanje koja može biti kružna ili eliptična. Gledajući udaljenost satelita i zemljine površine satelite možemo podijeliti u tri kategorije: GEO (*Geostationary Earth Orbit*), MEO (*Medium Earth Orbit*) i LEO (*Low Earth Orbit*). [1] Na slici 2.1. prikazane su sve tri vrste satelita sa svojim orbitama.



**Slika 2.1.** Sateliti i njihove udaljenosti [4]

GEO sustavi nalaze se na udaljenosti 35 768 km iznad zemljine površine i orbita im se nalazi na ekvatorijalnoj liniji. Rotacija satelita ove vrste traje jedan dan što znači da je usklađena sa Zemljinom rotacijom. Pokrivaju 34% Zemljine površine sa slabom pokrivenošću na širini većoj od 60 stupnjeva dok područja iznad 82 stupnja nisu nikako pokrivena. Geostacionarnom satelitu se obično pristupa pomoću antene koja se usmjeri na mjesto gdje se čini da se satelit nalazi. Prednost GEO satelita je činjenica da nije potrebno dodatno podešavanje antene nakon usmjeravanja. Iduća velika prednost je da su smetnje drugih satelita i raznih drugih površinskih izvora minimalne jer se mogu koristiti visoko usmjerene antene. GEO sustavi se ne koriste za globalnu pokrivenost mobilnih uređaja i prijenos podataka nego se koriste za radio i TV prijenos zbog većeg kašnjenja radi velike udaljenosti. [1][5]

MEO sustavi nalaze se na udaljenosti 5000 – 12000 kn iznad Zemljine površine. MEO sateliti su sporiji, ali je potrebno puno manje satelita za globalnu pokrivenost za razliku od LEO satelita. MEO sateliti imaju orbitu u Van Halenovom pojasu zračenja što znači da su sateliti načinjeni od visoko zaštićenim materijalima. Sateliti ove vrste naprave 1 – 2 orbite dnevno. Dizajn cijelog sustava je znatno jednostavniji i nije potrebno ručno navođenje za mnoga povezivanja. MEO satelite koristi GNSS (Globalni Navigacijski Satelitski Sustav) za komunikaciju i navigaciju. Primjeri GNSS satelita su GPS, GLONASS Ruske Federacije te europski navigacijski sustav Galileo. [1][6]

LEO sustavi nalaze se na udaljenosti 500 – 1500 km iznad Zemljine površine. Pružaju manju pokrivenost što znači da je potrebno puno satelita za globalnu pokrivenost. Potrebno je



ručno prosljeđivati poruke između satelita te su ovakvi sustavi najkompliciraniji upravo zbog pokretnih satelita. Najčešće se koriste za satelitsko snimanje jer zbog blizine mogu snimati fotografije visoke rezolucije. Jedan od primjera satelita ovog sustava je Međunarodna svemirska postaja (ISS) koji se kreće brzinom od 7,8 km u sekundi, što znači da je satelitu potrebno 90 minuta za jednu rotaciju oko Zemlje.[1][7]

### 3. INMARSAT SUSTAV

Međunarodna pomorska organizacija (IMO - *International Maritime Satellite*) je 1973. godine uvidjela sve veću važnost satelita u pomorskoj komunikaciji. U skladu s tim radna skupina IMO-a iznijela je dvije rezolucije koje su poslije postale temelj budućeg rada organizacije na području satelitskih komunikacija. Međunarodna pomorska organizacija je tijekom 1975. i 1976. godine održala tri konvencije na kojima je prihvaćena odluka o osnivanju međunarodne pomorske satelitske organizacije (Inmarsat) kao međunarodne organizacije čiji rad financiraju zemlje koje su potpisale konvenciju. Konvenciju o osnivanju Inmarsat organizacije potpisalo je 28 država međunarodne pomorske organizacije 1976. godine. Konvencija je stupila na snagu 1979. godine, a sam Inmarsat je počeo s radom u veljači 1982. godine, a kao sjedište je odabran London. Zgrada sjedišta u Londonu prikazana je na slici 3.1. Cilj Inmarsat organizacije bio je razvijanje, održavanje i unaprjeđivanje sustava koji će brodovima omogućiti slanje i primanje poruka sigurnosti, hitnosti te poruka pogibelji neovisno o lokaciji broda na kojoj se nalazi. [8]



**Slika 3.1.** Zgrada Inmarsat-a u Londonu [9]

Do problema u radu Inmarsat organizacije je došlo sredinom 1990-ih kada su države konvencije odbijale financirati rad i napredak organizacije zbog velike konkurencije u industriji satelitskih komunikacije te je na kraju donesena odluka o privatizaciji Inmarsat organizacije. Glavni uvjet privatizacije je bio da novi vlasnik mora u skladu sa SOLAS konvencijom nastaviti s

radom i razvijanjem tehnologije za hitnu i sigurnosnu komunikaciju. Inmarsat privatizacijom prelazi iz međunarodne organizacije u privatno dioničko društvo u travnju 1999. [8]

Inmarsat sustav donio je mnoge prednosti u odnosu na prijašnji radio-telefonski sustav komunikacije. Omogućio je brodskim kompanijama izravno komuniciranje s brodovima putem telefona, telefaksa, teleksa te interneta i to uz potpunu privatnost dok je prije toga komunikaciju brodova mogao prislušivati bilo tko uz pomoć odgovarajuće opreme za prijem radio signala. Glavna prednost Inmarsat-a sa stajališta IMO-a je znatno poboljšavanje sustava uzbunjivanja i slanja poruka s aspekta sigurnosti. Inmarsat sustav omogućava automatsko prepoznavanje poruka u hitnim slučajevima te im daje prioritet nad ostalim porukama i prosljeđuje ih u koordinacijski centar za traganje i spašavanje (RCC). Sustav je omogućio primanje upozorenja za plovidbu, primanje medicinskih savjeta i pomoći, meteoroloških upozorenja i vremenskih prognoza te omogućava komunikaciju između brodova i RCC-a tijekom operacija traganja i spašavanja na moru uz veliku sigurnost i pouzdanost [8]

Hrvatska je pri raspadu Jugoslavije 1991. godine nabavila 7 Inmarsat uređaja za komunikaciju. Uređaji su služili telefonskoj komunikaciji u slučaju prekida svih ostalih komunikacijskih veza. Tijekom Domovinskog rata dva od sedam Inmarsat uređaja nalazila su se u Osječko-baranjskoj županiji. Jedan uređaj je bio u neboderu u Županijskoj ulici, a drugi u Hrvatskom telekomu na odjelu AXE sustava. Svi uređaji su komunicirali putem zemaljske stanice koja se nalazila u Italiji. Cijena jedne minute razgovora je bila približno 12 dolara.

### **3.1. Struktura Inmarsat sustava**

Satelitski komunikacijski sustav Inmarsat čine tri tehnološke komponente:

1. Svemirski dio (sateliti)
2. Zemaljski dio (obalne stanice)
3. Korisnički dio

Svemirski dio Inmarsat sustava posjeduje i upravlja sa 14 satelita koji se nalaze u geostacionarnoj orbiti na visini od 35,786 km. Sateliti se sastoje od Inmarsat-4 (I-4) generacije satelita koji su poznati po tome što su stvorili prvu 3G mrežu. Sateliti trenutno pružaju usluge za FleetBroadband uređaje u L-band području. U razdoblju od 2005. do 2008. u geostacionarnu orbitu lansirana su prva tri satelita Inmarsat-4, a 2013. lansiran je Alphastat sa zadatkom da se nadopuni

područje koje se proteže preko Afrike, Europe i Bliskog Istoka. Lansiranjem Alphastat-a omogućen je lakši pristup L-band frekvencijskom području i povećanju mobilnih komunikacija. [10][11]

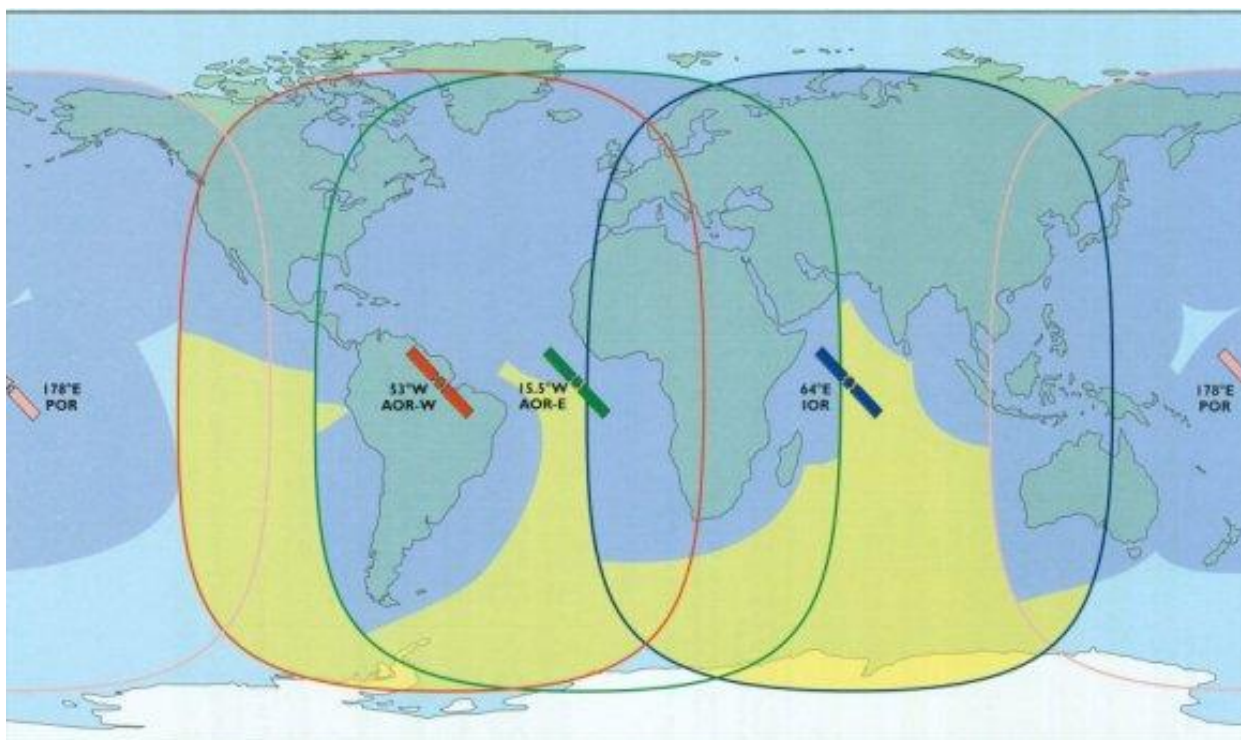
Osim Inmarsat-4 satelita, sustav u orbiti posjeduje noviju generaciju satelita, Inmarsat-5 (I-5) koja, za razliku od četvrte generacije, radi u Ka-band području od 26.5 do 40 GHz što im omogućava veću propusnost komunikacije. Satelite je proizveo američki proizvođač Boeing, a u razdoblju između 2013. i 2015. lansirana su prva tri satelita pa je komercijalna upotreba počela krajem 2015. godine. Kako bi se zbog veće potražnje povećao kapacitet, 2017. godine je lansiran četvrti satelit, dok je peti satelit lansiran 2019. godine. [11]

Inmarsat je u zadnjih nekoliko godina lansirao najveće komercijalne komunikacijske satelite. Tako je krajem 2021. godine lansiran prvi I-6 satelit iz svemirskog centra u Japanu. Drugi satelit lansiran je iz svemirske postaje na Floridi SpaceX raketom u veljači 2023. godine. [10]

Svi navedeni sateliti se kreću tako da prate kutnu brzinu zemlje što opažaču sa zemlje izgleda kao da se uvijek nalaze na istom mjestu pružajući tako neprekidnu pokrivenost antenama na zemlji. Kako bi što bolje pružili pokrivenost plovnih puteva, sateliti su postavljeni u ravnini s ekvatorom, a raspored im je takav da pokrivaju četiri regije:

1. Atlantski ocean Istok – AOR-East
2. Atlantski ocean Zapad – AOR-West
3. Indijski ocean – IOR
4. Tih ocean – POR

Na Slici 3.2. su prikazane sve četiri regije.



**Slika 3.2.** Četiri regije te položaj Inmarsat satelita [12]

Frekvencijski pojas uzlazne veze kreće se od 1626.5 do 1660.5 MHz, a silazne veze od 1525 do 1559 MHz. U Inmarsat-ovom sjedištu u Londonu mrežni operacijski centar (*Network operation center* – NOC) upravlja i koordinira radom Inmarsat satelita te brodskim i zemaljskim stanicama. [8][13]

Zemaljski dio sastoji se od mrežnog operacijskog centra (NOC), mrežnih koordinacijskih stanica (*Network Coordination Station* – NCS) i obalnih zemaljskih stanica (*Coast Earth Station* – CES). Obalne zemaljske stanice su pod nadzorom država u kojima se nalaze zato što ne pripadaju Inmarsat-u, a za održavanje i rad brinu se telekomunikacijske kompanije koje se nalaze u toj državi. Iako obalne zemaljske stanice nisu dio Inmarsat organizacije, države koje žele posjedovati takvu stanicu moraju prvo zatražiti suglasnost Inmarsat-a. Glavni uvjet koji je postavio sam Inmarsat je taj da CES mora biti povezan sa koordinacijskim centrom za spašavanje na moru (RCC) koji će hitne pozive koji su upućeni s brodske stanice preusmjeriti u obalnu zemaljsku stanicu. Glavna uloga tih stanica je da se javna telekomunikacijska mreža poveže sa pomorskim satelitskim komunikacijskim sustavom. [8]

Mrežne koordinacijske stanice (NCS) upravljaju i nadgledaju satelitske komunikacije na prostoru na kojem se nalaze. Svaki Inmarsat satelit ima mrežnu koordinacijsku stanicu koja se

nalazi na području koji taj satelit pokriva, a u zadaću upravljanja ubraja se povezivanje poziva od i prema brodskim stanicama. Mrežne koordinacijske stanice moraju održavati komunikaciju sa drugim mrežnim koordinacijskim stanicama, svim obalnim zemaljskim stanicama te sa mrežnim operacijskim centrom koji se nalazi u Londonu. Takvim načinom komunikacije između stanica omogućava se prijenos informacija kroz cijeli sustav. Mrežne koordinacijske stanice nisu dio Inmarsat organizacije, poput obalnih zemaljskih stanica. [8]

Korisnički dio Inmarsat-a podrazumijeva avionske, brodske, osobne i druge stanice te objedinjuje sve Inmarsat terminale. Brodske zemaljske stanice (*Ship Earth Stations – SES*) su uređaji na brodovima koji svim korisnicima omogućavaju komunikaciju na kopnu uz pomoć Inmarsat sustava te obalnih zemaljskih stanica. Prije korištenja Brodskih zemaljskih stanica potrebno je instalirati i obaviti registraciju u Inmarsat sustav. Postoje dvije vrste SES-a, a to su *Single-channel SES* i *multi-channel SES*. Kod *single-channel SES*-a ne mogu se koristiti dvije usluge odjednom jer se upotrebljava samo jedan kanal tijekom komunikacije sa satelitom, a kod *multi-channel SES*-a se upotrebljava više kanala za komunikaciju. SES uređaje proizvode Inmarsat-ovi ovlaštteni proizvođači, a uređaji moraju zadovoljavati uvjete koje je postavio Inmarsat. [14][8]

### **3.2. Inmarsat sustavi i usluge**

Sustav Inmarsat je preko 30 godina vodeći u satelitskim komunikacijama. Danas nudi razne usluge, od glasovnih i podatkovnih ponuda koji su bili pioniri komunikacije, do originala koji su testirani i isprobani te su doprinijeli današnjoj globalnoj komunikaciji u svijetu. [15]

- Inmarsat-C je standard koji je započeo s radom 1991. godine kao dopuna Inmarsat-A standardu koji je tehnološki zaostao. Prednost ovoga sustava je da nudi jeftine usluge komunikacija u cijelom svijetu. Može primiti EGC (*Enhanced Group Call*) poruke te je dio globalnog pomorskog sustava za pomoć i sigurnost. Preko Inmarsat-C sustava moguće je slati i primiti tekstualne poruke te je moguće vršiti komunikacije preko e-maila, ali zato nije moguće vršiti glasovnu komunikaciju, tj. koristiti telefon. Sustav omogućava prijenos podataka koji se može prebaciti u digitalni format, kao što je digitalni video, digitalna slika, tekst itd. Primanje i slanje podataka Inmarsat-C sustava temelji se na principu na „*store and forward*“ tehnologiji što znači da se poruke koje se šalju sa broda ili na brod prvo spremaju u memoriju obalnih zemaljskih stanica, a nakon toga se prosljeđuje na brod ili na

adresu primatelja. Opremu Inmarsat-C sustava čini antena koja zrači jednako u svim smjerovima. Na antenu ne utječe kiša ili oblaci zato što nema nikakve mobilne dijelove. Unutarnju opremu čini PC, ekran, tipkovnica i printer. Noviji modeli imaju ugrađen GPS prijemnik i računalo je ugrađeno u kućište ekrana. Najmanji model Inmarsat-C sustava je Inmarsat Mini C. Ovisno o modelu neki od uređaja podržavaju iste komunikacijske usluge kao i Inmarsat-C terminali. Na slici 3.3. prikazan je terminal sustava s antenom. Uređaji prenose informacije preko SafetyNET sustava.[14][11]



**Slika 3.3.** Terminal Inmarsat C sustava s antenom [16]

- Inmarsat D+ je prethodnik IsatM2M. Ovaj sustav koristi jako malu opremu koja u sebi ima ugrađen GPS. Omogućuje dvosmjernu podatkovnu komunikaciju i najčešće se koristi za prijenos podataka, daljinski nadzor i praćenje. Izvorni terminal Inmarsat D+ je bio jednosmjerni i bio je samo prijamni. [15][17]
- Širokopolasna globalna mreža (*Broadband Global Area Network (BGAN)*) uz pomoć uređaja veličine prijenosnog računala omogućava istodobnu glasovnu i širokopolasnu podatkovnu komunikaciju. Sateliti ovoga sustava omogućavaju veliku mrežnu pokrivenost kopna. BGAN omogućava prijenos podataka na brzini do 492 Kb/s te streaming do 256 Kb/s. BGAN HDR (*High Data Rate*) podržava velike brzine prijenosa podataka do 800 Kb/s te je idealan za razne televizijske kuće i medijske organizacije te vlade. Za veće brzine do 1 Mbps potrebno je spojiti terminale. BGAN PTT (*Push To Talk*) je usluga koja u

stvarnom vremenu omogućava pristup komunikacijama u svrhu praćenja udaljenih radnika te imovine na kojoj se nalaze. Usluga sadrži glasovnu komponentu u stilu voki-tokija te se može koristiti u razne svrhe. [15][18]

- Inmarsat – Aero-C ima ulogu prijenosa malih količina podataka. Sustav je jeftiniji jer ne podržava glasovnu komunikaciju te se prijenos podataka odvija relativno malom brzinom. Najčešće se koristi za prenošenje kratkih poruka, planova leta, meteoroloških informacija te izvješća o lokaciji na kojoj se nalazi. [19]
- Inmarsat – Aero-L je sustav koji koristi antene s niskim pojačanjem. Pruža usluge prijenosa podataka pri maloj brzini od 600 bit/s, a sama oprema se nalazi na manjim zrakoplovima i helikopterima. Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva odobrava norme Aero-L sustava za sigurnost i upravljanje zračnim prijevozom. [19]
- IsatPhone Pro je usluga koja omogućuje uspostavljanje poziva bilo gdje u svijetu. Satelitski telefon sadržava glasovnu poštu, tekstualne i e-poruke te podatke o lokaciji koje se čitaju s GPS-a. Iako je usluga još u upotrebi, od 1. listopada 2019. godine IsatPhone Pro uređaj se više neće moći nabaviti od strane Inmarsat-a. Osim toga, Inmarsat je prekinuo sva jamstva i popravke za IsatPhone Pro uređaje, korisničku podršku i nadogradnju programa za uređaj. [20]
- IsatPhone 2 usluga nudi 2 modela uređaja. Prvi model je u upotrebi od 2014. godine, a drugi model je predstavljen 2018. godine. Jedan takav model prikazan je na slici 3.4. Uređaji omogućuju povezivanje na najudaljenijim i najekstremnijim lokacijama. IsatPhone 2 usluga radi preko I-4 Inmarsat-ovih globalnih geostacionarnih satelita. [21][22]





**Slika 3.4.** IsatPhone 2 [23]

Obzirom da je treća generacija Inmarsat satelita zastarjela jer trenutno u orbiti postoji petnaest i šesta generacija satelita, Inmarsat je prestao podržavati određene usluge. [24]

Sustavi i usluge koje više nisu u funkciji od strane Inmarsat-a su:

- Inmarsat A je usluga uspostavljena 1982. godine i bila je izvorna usluga Inmarsat sustava. Ukinuta je krajem 2007. godine, a omogućavala je analogne telefonske i teleks usluge te Internet usluge pri brzinama 56 do 64Kbit/s. [25]
- Inmarsat- E je usluga koja se koristila u slučaju raznih opasnosti na moru. Oprema ovog sustava uključivala je plutače koje su imale dimenziju do 70 cm te su bile težine oko 1.2 kg. Plutače počinju odašiljati SOS signal na satelit sa svim informacijama o lokaciji broda u nevolji dvije minute nakon ulaska u vodu. Ova usluga je ukinuta zbog Cospas-Sarsat sustava. [19][25]
- Inmarsat Fleet 77 je sustav koji je pružao glasovnu komunikaciju. U početku je radio preko treće generacije satelita, a poslije je prebačen na četvrtu generaciju. Usluga se ugasila tijekom 2020. godine. [11]
- Inmarsat – Aero-H / H + je sustav koji koristi antene s visokim pojačanjem. Standard koristi tehnologiju snopa područja te radi preko treće generacije satelita. Pruža usluge

velike brzine koje se kreću do 10 Kbit/s što uključuje prijenos faksa, više kanalnu telefonsku komunikaciju te prijenos podataka za svu posadu i putnike zrakoplova. [19]

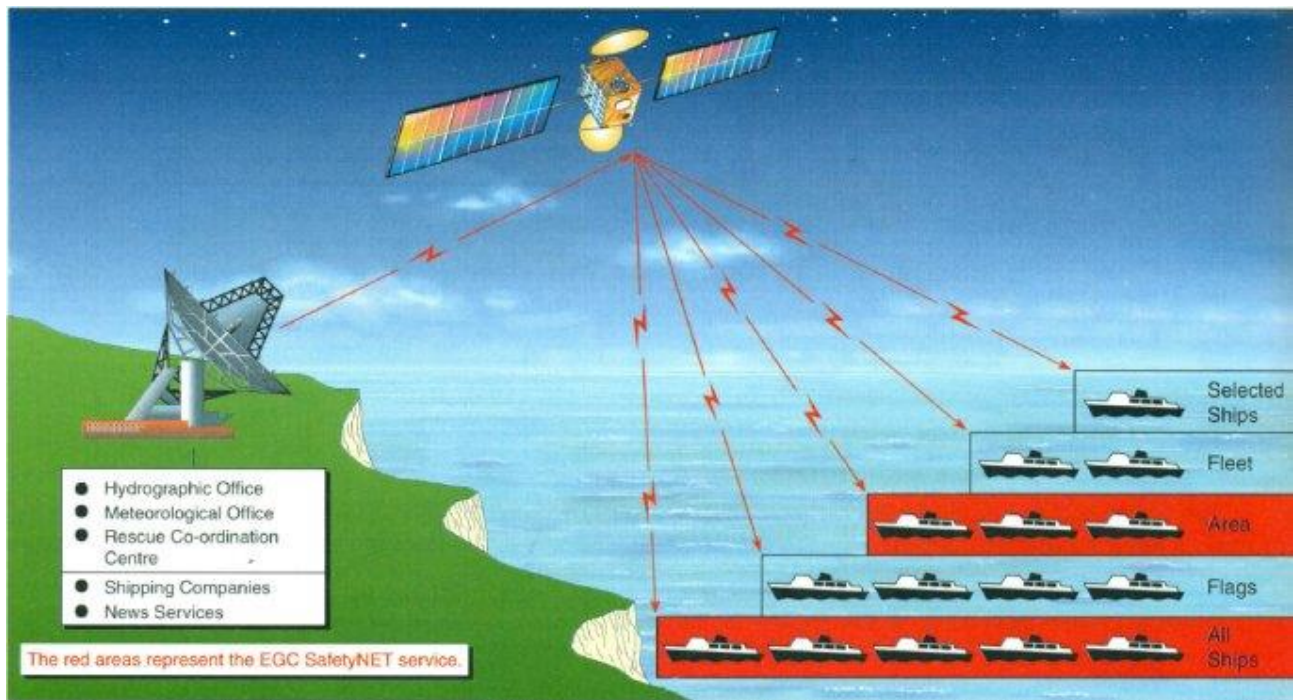
- Inmarsat – Aero-I je standard koji koriste manji i srednji zrakoplovi, a Uprava za civilno zrakoplovstvo mu je dodijelila certifikat za sigurnost zrakoplova i kontrolu zračnog prometa. Ovaj standard omogućava posadi zrakoplova i putnicima da koriste telefon i faks te da koriste paketni prijenos podataka u brzinama od 600 bit/s do 4.8 bit/s. [19]

### 3.3. Inmarsat EGC

EGC (*Enhanced Group Call*) dio je Inmarsat sustava koji ima ulogu slanja određenih poruka na više brodova, bilo kada i bilo gdje na zemlji te je u sklopu Inmarsat-C sustava, kako je prikazano na slici 3.5. Zahvaljujući specifičnoj izradi EGC-a, brodovi mogu primiti različite vrste poruka kao npr. uzbuna o pogibelji, razna meteorološka i navigacijska upozorenja, vremenska prognoza te ostale razne novosti. Prednost ovoga sustava je da omogućava slanje poruka brodovima koji se nalaze na određenom geografskom području. EGC funkcionira tako da prijemnik uvijek prati kanal na kojem se emitiraju poruke. Postoje tri različita prijemnika:

- Class 0 je samostojeći prijemnik koji nema mogućnost primanja poruka
- Class 2 je prijemnik koji dijeli liniju sa postojećim sustavom što znači da ne može primiti EGC poruke dok traje prijenos unutar sustava. Ovakva vrsta prijemnika je najčešće ugrađena u sustav.
- Class 3 je vrsta prijemnika koja je ugrađena u sustav koji ima dva satelitska prijemnika te može istovremeno primiti EGC poruke te koristiti neku drugu uslugu, npr. Internet.

Ukoliko Inmarsat C sustav ne posjeduje GPS potrebno je ručno unositi poziciju broda. Kako bi uređaj mogao slati poruke koje su namijenjene određenom području, potrebno je unositi poziciju svaka 4 sata, a najmanje 12 sati. Ukoliko se ne unese pozicija 12 sati ili više, primat će se sve poruke koje su namijenjene zoni pokrivenosti satelita. Prilikom primanja hitnih poruka uređaj daje zvučni alarm. Važno je napomenuti da se sve hitne poruke moraju ispisati na papir i čuvati, dok se ostale poruke čuvaju do njihova isteka. *Enhanced group call* omogućen je na uslugama SafetyNET, SafetyNETII i RescueNET. [14][25][26]



**Slika 3.5.** Princip rada EGC [27]

SafetyNET je standardni dio Inmarsat-a te služi kao pomoć pomorcima na otvorenom moru i oceanu. Poruke koje sastavlja Nacionalna organizacija, a koje se odašilju preko ovoga sustava, su u standardiziranom formatu prema IMO organizaciji. Poruka koja se odašilje preko ovoga sustava moraju sadržavati zaglavlje i željeni tekst poruke. U zaglavlju se navodi prioritet poruke koji može biti rutinska poruka, poruka sigurnosti, poruka pogibelji ili hitnosti. poruke mogu sadržavati beskonačan i konačan broj ponavljanja. Kod poruka koje imaju konačan broj ponavljanja poruke se ponavljaju u određenim vremenskim intervalima određen broj puta, a kod poruka s beskonačnim ponavljanjem poruke se ponavljaju u vremenskim intervalima dok se poruka ne stavi izvan optičaja. Iako pruža korisniku proizvoljni izbor poruke što se tiče sadržaja, ne uklanja upozorenja kao što su navigacijska, meteorološka i upozorenja o traganju i spašavanju. [14]

SafetyNET II je usluga koja omogućava emitiranje i prijem različitih informacija povezanih sa potragama i spašavanjem te informacija o pomorskoj sigurnosti. SafetyNET II je poboljšana verzija SafetyNET sustava. Korisniku je preko interaktivnog web sučelja omogućeno pružanje informacija o pomorskoj sigurnosti, kreiranje vlastitih poruka sigurnosti te njihova isporuka preko raznih Inmarsat servisa. Koriste ga koordinatori navigacijskog područja, nacionalni koordinatori i koordinatori meteoroloških područja. [28]

RescueNET je potpuno nova sigurnosna usluga koja je u potpunosti prilagođena pomorskim spasilačkim koordinacijskim centrima. Usluga pruža brzu komunikaciju između pomorskih spasilačkih centara te potragu i spašavanje osoba u smjeru brod-obala te obala-brod. Najnovije funkcije razgovora u pogibelji te ostale mogućnosti koje su dostupne na RescueNet-u omogućavaju pomorskim koordinacijskim spasilačkim centrima da u potpunosti kontroliraju traganje i spašavanje. Jedna od najvećih novosti je činjenica da koordinacijski centri mogu u stvarnom vremenu komunicirati s više plovila. [29]

### **3.4. Podatkovni prijenos informacija**

#### **3.4.1. Teleks**

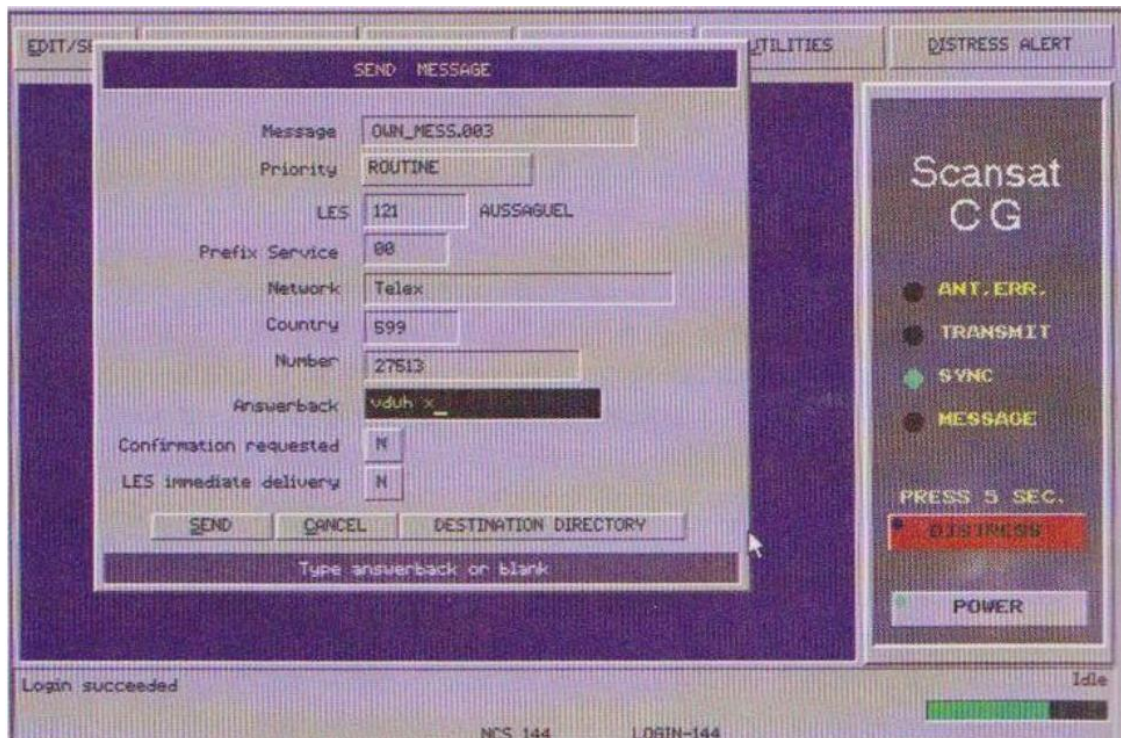
Donedavno je teleks bio osnovna usluga koja se ostvarivala pomoću Inmarsat sustava. Na satelitskom linku koristeći Inmarsat-C sustav prijenos informacija se odvija na brzinama od 600 bit/s, a prijenos na kopnenom dijelu je sporiji te iznosi 100 bit/s. Usporenja nisu važna s obzirom da se komunicira neizravnim načinom. Usluga se zadržala samo iz razloga što su svi tradicionalno u pomorstvu imali teleks-terminale, a danas se koriste brži načini slanja informacija, kao npr. e-mail. Nakon što se pripremi terminal za ostvarivanje usluga te se unesu potrebni podaci, potrebno je obaviti adresiranje tj. odrediti krajnjeg korisnika. Način na koji se odrađuje postupak adresiranja se razlikuje te sve ovisi kojoj mreži pripada korisnik. Način ostvarenja i naplate usluge te komunikacijske mogućnosti određuju smjerovi komunikacije. [14]

Biranje počinje tako da se unese dvoznamenkasti prefiks, slično kao i u bivšem Inmarsat-A sustavu. Unošenjem prefiks 00 radi se preusmjeravanje izvan Inmarsat-sustava. Nakon toga se unose oznake države, npr. za Hrvatsku se unosi 599 te broj teleks-terminala koji se poziva što je prikazano na slici 3.6. Potrebno je navođenje naslovnice iz razloga što ga svaki teleks-terminal mora sadržavati. [14]

Sve je veća potreba za komunikacijom *mobile-to-mobile*. Inmarsat-C sustav omogućava da se preko teleksa može komunicirati s drugim korisnikom Inmarsat mreže, nebitno je li u pitanju brod ili neki drugi terminal koji je smješten na kopnu. Nakon što se odabere status veze, unese se željena poruka te odabere postaja koja može ostvariti uslugu, unese se prefiks 00. [14]

Ključan je odabir satelita na kojem radi pozvana stanica. Unosi se prefiks koji označava određeno satelitsko područje. Nakon unosa prefiksa, unosi se broj satelitske postaje. Velika

prednost neizravne veze je taj da stanica može poslati poruku na vlastiti uređaj te ga na taj način testirati. Predaja poruke s teleks-terminala javne mreže prema Inmarsat-C sustavu može se ostvariti izravno i posredno. [14]



Slika 3.6. Prikaz adresiranja teleks korisnika [30]

### 3.4.2. Faks

S obzirom da Inmarsat-C sustav radi na principu neizravne mreže, automatska faks usluga ostvariva je samo u smjeru brod – kopno, a omogućeno je samo slanje teksta, bez mogućnosti slanja crteža i grafike. Od satelita do zemaljske stanice poruke se prenose brzinom 600 bit/s, a od zemaljske stanice do krajnjeg faks- korisnika poruka se prosljeđuje automatski. Faks je vrlo zastupljen u komunikaciji prema kopnu jer postižu znatno veće brzine nego klasični teleks prijenos. Pri slanju faksa s broda najprije se treba odabrati poruka koja se želi poslati, preko koje kopnene stanice se šalje, određuje se način komuniciranja, a zatim se određuje krajnji korisnik tj. izvršava se adresiranje. [14]

### 3.4.3 Elektronička pošta

U velikom izboru usluga koje nudi Inmarsat-C posebno valja istaknuti elektroničku poštu i njezine mogućnosti, i to u oba smjera: brod-kopno i kopno-brod. Prednosti elektroničke pošte su u nižoj cijeni te dostupnost raznih mreža kroz Internet velikom broju korisnika. Sustav je utemeljen na neizravnoj komunikaciji (*store and forward*) što je prema pravilima elektroničke pošte. Prednost ove vrste komunikacije je u tome što nije potrebna nikakva dodatna oprema. Satelitski Inmarsat-C terminal ne može pristupiti mail-u te preuzeti poruku zato što je za to potreban dvosmjerni kanal te umjesto njega to obavlja prespojni centar na kopnenoj stanici. Oni sve pristigle poruke prosljeđuju krajnjem korisniku na brodu. Elektronička pošta je najčešće korišten način prijenosa informacija prema brodovima, a da bi se mogao koristiti e-mail na brodovima potrebno je sklopiti ugovor sa operatorom usluga. [14]

### 3.4.4. Kratko izvještavanje

Usluga nudi mogućnost slanja kratkih paketa informacija automatski po predviđenom razgovoru ili kao posljedica prethodnog povezivanja. Usluga je važna brodovima kojima se nadgleda položaj, a Inmarsat-C je najpogodniji za ostvarivanje usluge kratkog izvještavanja. Podaci iz GPS uređaja o poziciji broda se unose automatski te se emitiraju. Važno je napomenuti da ovu uslugu mogu koristiti samo oni korisnici koji su se registrirali sa DNID (*Data Network Identification Number*) brojem. Svaki broj će omogućiti slanje samo prema jednom odredištu. Sa istim DNID brojem mogu se slati poruke s različitih terminala prema jednom korisniku na kopnu. Poruke se razlikuju po dužini te su ograničene na samo 32 bajta. Male poruke sadrže od 1 do 8 bajta, srednje 9 do 20 te velike 21 do 32 bajta. [14]

### 3.4.5. Prijenos binarnih informacija

Prijenos binarnih datoteka je ograničen jer se mogu prenijeti datoteke veličine do 32 kilobajta s mobilnog Inmarsat-C terminala prema kopnu. Zbog toga je nužno obaviti kompresiju datoteke sa alatima predviđenim za to. Datoteku može sačinjavati bilo kakav sadržaj koji je nastao na različitim programima. Za ovakav prijenos datoteka preporučuje se korištenje x-modema. [14]

### 3.5. Poruke tipa „pogibelj“ (*Disaster*)

Svi Inmarsat terminali koji su dio Globalnog pomorskog sustava za pomoć imaju crveni „Distress button“. Iako svi rade na sličan način, izvedba i način upotrebe gumba ovisi o proizvođaču i tipu terminala. Potrebno je podignuti zaštitnu kapicu te pritisnuti tipku 5 do 10 sekundi ili držati pritisak na dvije razmaknute tipke 5 do 10 sekundi. Nakon što se pritisne tipka potrebno je sačekati da se uspostavi teleks veza sa najbližim centrom za koordinaciju spašavanja na moru. Kada se veza uspješno uspostavi, potrebno je napisati poruku pogibelji u idućem formatu: [25]

- MAYDAY
- Naziv broda, pozivni znak
- Inmarsat-ov pretplatnički broj broda
- Pozicija broda (koordinate)
- Vrsta pogibelji (brod tone, požar, sudar, nasukavanje itd.)
- Vrsta pomoći koja je potrebna
- Ostale važne obavijesti koje mogu biti korisne u traganju i spašavanju (broj osoba na brodu, opis broda itd.)

Procedura je slična ukoliko se poruka pogibelji šalje preko telefona, potrebno je: [25]

- Podignuti slušalicu te sačekati telefonski signal
- Pritisnuti „Distress“ gumb 5 do 10 sekundi
- Pritisnuti tipku # za poziv
- Nakon što se javi službenik iz centra za spašavanja, potrebno je jasno izgovoriti poruku pogibelji
- Poruka koja se govori službeniku slična je teleks poruci

Ukoliko se poruka pogibelji šalje određenom koordinacijskom centru za spašavanje, procedura slanja poruka je ista kao kada se šalje obična poruka, a razlika je u tome što se za prioritet poruke odabere pogibelj. [25]

### 3.6. Trošak Inmarsat usluga

Inmarsat IsatPhone 2 uređaj moguće je nabaviti po različitim cijenama. Cijena standardnog paketa je 845 dolara. Slika 3.7. prikazuje standardni paket satelitskog telefona koji uključuje IsatPhone 2 slušalicu, bateriju, 2 punjača, USB kabel, žičane slušalice, kratke upute za korištenje i futrolu. Baterija od litija omogućava vrijeme razgovora do 8 sati, a u vremenu pripravnosti baterija izdrži do 160 sati. Mjesečna pretplata varira od 45.95 dolara do 259 dolara, ovisno o ponudi koju korisnik želi. Ukoliko korisnik izabere najjeftiniju tarifu, odlazne i dolazne pozive platit će 0.99 dolara po minuti, a za ostale tarife za odlazne pozive morat će izdvojiti 0.79 dolara po minuti, dok je cijena dolaznih poziva besplatna. Odlazne tekstualne poruke se plaćaju 0.50 dolara po poruci, neovisno o tarifi koja se uzme dok su dolazne tekstualne poruke besplatne. Valja napomenuti da se naknada za aktivaciju plaća dodatnih 50 dolara. Godišnja pretplata iznosi od 540 dolara do 3108 dolara. Cijene odlaznih i dolaznih poziva te odlaznih i dolaznih tekstualnih poruka su iste kao i kod mjesečne pretplate. [31]



Slika 3.7. Standardni paket IsatPhone2 [31]



Kod Inmarsat BGAN mjesečna pretplata se kreće od 39 do 750 dolara, ovisno o usluzi koju korisnik odabere. Ukoliko korisnik odabere najjeftiniju tarifu, dobit će 0 megabajta mjesečno, dok će za one skuplje tarife varirati od 7.2 megabajta do 500 megabajta. Glasovni pozivi se plaćaju između 0.70 i 0.80 dolara po minuti, a cijena sms poruka varira između 0.45 i 0.50 dolara po poruci, ovisno o tarifi koju korisnik uzme. Kao što je slučaj sa IsatPhone 2, i ovdje je potrebno platiti naknadu za aktivaciju u iznosu od 50 dolara. [32]

U Republici Hrvatskoj cijena satelitskog IsatPhone2 telefona je 1095 eura te se unaprijed plati željeni broj jedinica za razgovor. Najmanje se može kupiti 50 jedinica što je dovoljno za 33 minute razgovora te će korisnik uslugu platiti 80 eura, a najviše se može kupiti 1000 jedinica za 1180 eura što je dovoljno za 666 minuta razgovora. Za satelitski BGAN promet potrebno je unaprijed kupiti vaučer od 50, 500 ili 1000 jedinica. Korisnik će vaučer od 50 jedinica u trajanju od 90 dana platiti 175 eura, vaučer od 500 jedinica u trajanju od 180 dana platiti 610 eura te će vaučer od 1000 jedinica u trajanju od 365 dana platiti 1180 eura. Sve cijene su izražene bez PDV-a. [33][34]

### 3.7. Kronološki redoslijed pojave INMARSAT sustava i usluga

Inmarsat je godinama pružao niz usluga satelitske komunikacije koje su se razvijale kako bi zadovoljile potrebe korisnika. U tablici 1. kronološki su prikazani Inmarsat sustavi. Tablica odražava napredak u satelitskoj tehnologiji, od ranih analognih sustava do modernih širokopojasnih usluga velike brzine.

**Tablica 3.1** Kronološki redoslijed Inmarsat sustava i usluga

| NAZIV SUSTAVA     | POČETAK (godina) | USLUGE  | UPLINK (MHz)    | DOWNLINK (MHz) | GAŠENJE (godina) |
|-------------------|------------------|---|-----------------|----------------|------------------|
| <b>Inmarsat A</b> | 1982             | Telefonski pozivi, teleks te Internetske usluge | 1626.5 – 1660.5 | 1525 - 1559    | 2007             |
| <b>Inmarsat C</b> | 1991             | Tekstualne poruke, slanje                       | 1626.5 – 1645.5 | 1530 - 1545    | -                |

|                              |      |  |                    |             |      |
|------------------------------|------|--|--------------------|-------------|------|
|                              |      | e-maila,<br>digitalna<br>komunikacija                        |                    |             |      |
| <b>SafetyNet</b>             | 1991 | Poruke u<br>slučaju<br>opasnosti                             | 1626.5 –<br>1660.5 | 1525 - 1559 | -    |
| <b>Inmarsat B</b>            | 1993 | Glasovna i<br>podatkovna<br>komunikacija,<br>faks, teleks    | 1626.5 –<br>1660.5 | 1525 - 1559 | 2016 |
| <b>Inmarsat D</b>            | 1996 | Prijenos<br>podataka,<br>daljinski<br>nadzor i<br>praćenje   | 1626.5 –<br>1660.5 | 1525 - 1559 | -    |
| <b>Aero-H/H+</b>             | 1996 | Faks,<br>telefonska<br>komunikacija                          |                    |             | 2023 |
| <b>Aero-I</b>                | 1996 | Faks,<br>telefonska<br>komunikacija,<br>prijenos<br>podataka |                    |             | 2023 |
| <b>Aero-L</b>                | 1996 | Prijenos<br>podataka   | 1625.5 –<br>1660.5 | 1545 - 1547 | -    |
| <b>Inmarsat E</b>            | 1997 | Pomorske<br>komunikacije                                     | 1626.5 –<br>1660.5 | 1525 - 1559 | 2006 |
| <b>Inmarsat<br/>Fleet 77</b> | 2001 | Glasovne<br>komunikacije                                     | 1626.5 –<br>1660.5 | 1525 - 1559 | 2020 |
| <b>BGAN</b>                  | 2005 | Glasovna<br>komunikacija<br>i prijenos<br>podataka           | 1626.5 –<br>1660.5 | 1525 - 1559 | -    |

|                     |      |   |                    |             |   |
|---------------------|------|---|--------------------|-------------|---|
| <b>IsatPhonePro</b> | 2013 | Pozivi,<br>tekstualne<br>poruke, GPS                          | 1626.5 –<br>1660.5 | 1525 - 1559 | - |
| <b>IsatPhone2</b>   | 2014 | Pozivi,<br>tekstualne<br>poruke, GPS                          | 1626.5 –<br>1660.5 | 1525 - 1559 | - |
| <b>SafetyNet2</b>   | 2017 | Pružanje<br>informacija te<br>slanje poruka<br>preko web-a    | 1626.5 –<br>1660.5 | 1525 - 1559 | - |
| <b>RescueNet</b>    | 2018 | Komunikacija<br>između<br>pomorskih<br>spasilačkih<br>centara | 1626.5 –<br>1660.5 | 1525 - 1559 | - |

Inmarsat B i C predstavljeni su iste godine, ali je Inmarsat C prešao prije u produkciju. Većina Inmarsat-ovih usluga koristi frekvenciju L-pojasa, koji se definira u rasponu između 1 GHz i 2 GHz, što je najniži frekvencijski spektar za satelitske komunikacije. Frekvencijska mreža L-pojasa najčešće se koristi za globalne pomorske i zrakoplovne sigurnosne usluge, kao i za navigaciju, uključujući GPS i druge satelitske radio sustave. U tablici 1 vidljivo je da *uplink* (komunikacija od Zemlje prema satelitu) koristi frekvencijski raspon od 1626,5 MHz do 1660,5 MHz, dok *downlink* (komunikacija od satelita prema Zemlji) koristi frekvencijski raspon od 1525 MHz do 1559 MHz. Frekvencijska mreža L-pojasa najčešće se koristi za globalne pomorske i zrakoplovne sigurnosne usluge. Osim toga, može se koristiti za navigaciju, što uključuje GPS i ostale satelitske radio sustave. [35]

Neke usluge su prestale s radom zbog zastarjele tehnologije ili više nisu podržane od strane Inmarsat-a, kao što su: Inmarsat A, Inmarsat B, Aero-H/H+, Aero-I, Inmarsat E te Inmarsat Fleet77.

## 4. BUDUĆNOST INMARSAT SUSTAVA

Inmarsat je najavio nove planove za poboljšanje svojih satelitskih sustava opravdavajući tako vodeću ulogu svjetskog pružatelja satelitskih mobilnih komunikacija. Trenutno se fokus stavlja na poboljšanje postojećih obilježja i povećanja učinkovitosti sustava. Inmarsat veliku pažnju stavlja na istraživanje novih načina uporabe satelita u svrhu poboljšanja svojih usluga, kao što je primjerice, istraživanje kako uz pomoć svojih satelita pružiti pristup internetu za sve korisnike. Takva inovacija bi uvelike pomogla ljudima te bi im se otvorilo znatno više mogućnosti. Inmarsat vrši velika ulaganja na poboljšavanju kvalitete satelita kako bi bili otporniji na razne prirodne nepogode te ostale poremećaje. Kako bi satelite zaštitili od sunčevog solarnog vjetrova i drugih nepogoda koje bi se mogle naći u svemiru, Inmarsat radi na ugrađivanju najnaprednije tehnologije. [36]

Najavljena je osma generacija Inmarsat satelita, za čiji je razvoj zadužena kompanija SWISS. Tri nova Inmarsat-8 satelita će osigurati budućnost globalnih sigurnosnih usluga. Razvoj i proizvodnja nove generacije geostacionarnih satelita koristiti svoju satelitsku platformu HummingSat. Planirano je da će sustav Inmarsat 8 biti u funkciji do 2026. godine. Tri nova satelita trebala bi biti nadopuna postojećem sustavu Inmarsat-6 što će dodatno pružiti veću sigurnost sustava. [37]

## 5. ZAKLJUČAK

Međunarodna pomorska organizacija je održala tri konvencije na kojima je prihvaćena odluka o osnivanju međunarodne pomorske satelitske organizacije (Inmarsat) kao međunarodne organizacije čiji rad financiraju zemlje koje su potpisale konvenciju. Cilj Inmarsat organizacije je razvijanje, održavanje i unaprjeđivanje sustava koji će brodovima omogućiti slanje i primanje poruka sigurnosti, hitnosti te poruka pogibelji neovisno o lokaciji broda na kojoj se nalazi. Satelitski komunikacijski sustav Inmarsat čine tri tehnološke komponente: svemirski, zemaljski i korisnički dio. Svemirski dio Inmarsat sustava posjeduje i upravlja sa 14 satelita koji se nalaze u geostacionarnoj orbiti na visini od 35,786 km. Zemaljski dio sastoji se od mrežnog operacijskog centra, mrežnih koordinacijskih stanica i obalnih zemaljskih stanica. Korisnički dio Inmarsat-a podrazumijeva avionske, brodske, osobne i druge stanice te objedinjuje sve Inmarsat terminale. Inmarsat danas nudi razne usluge, od glasovnih i podatkovnih koji su bili pioniri komunikacije, do najnovijih usluga koje su testirane i isprobane te su doprinijele današnjoj globalnoj komunikaciji u svijetu. *Enhanced group call* je u sklopu Inmarsat C sustava i ima ulogu slanja određenih poruka na više terminala istovremeno, a omogućen je uslugama SafetyNET, SafetyNETII i RescueNET. Prijenos informacija moguć je preko teleksa, faksa, elektroničke pošte i kratkog izvještavanja. Poruke „pogibelji“ moguće je poslati preko teleksa i telefonskog poziva. Međunarodna pomorska organizacija najavila je osmu generaciju satelita za koju se očekuje da će biti lansirana u orbitu do 2026. godine.

## LITERATURA

- [1] I. Gelo, I. Musić, Komunikacija putem satelita [online], DOCUMENT.TIPS, 2009., dostupno na: <https://dokumen.tips/documents/komunikacija-putem-satelita.html?page=1> [14.4.2023.]
- [2] Sateliti, umjetni, Hrvatska enciklopedija [online], Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021., dostupno na: <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=54684> [14.4.2023.]
- [3] V. Labrador, Satellite communication [online], Britannica, 2023., dostupno na: <https://www.britannica.com/technology/satellite-communication> [15.4.2023.]
- [4] [https://www.researchgate.net/figure/GEO-MEO-and-LEO-orbits\\_fig5\\_357699323](https://www.researchgate.net/figure/GEO-MEO-and-LEO-orbits_fig5_357699323)
- [5] Geostationary satellite [online], TechTarget, 2008., dostupno na: <https://www.techtarget.com/searchmobilecomputing/definition/geostationary-satellite> [15.4.2023.]
- [6] What do you mean by Medium Earth Orbit (MEO)? [online], SatNow, 2022., dostupno na: <https://www.satnow.com/community/what-do-you-mean-by-medium-earth-orbit-meo> [16.4.2023.]
- [7] Low Earth orbit [online], European Space Agency, 2020., dostupno na: [https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2020/03/Low\\_Earth\\_orbit](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2020/03/Low_Earth_orbit) [16.4.2023.]
- [8] I.M. Šimović, Satelitski sustavi u službi traganja i spašavanja na moru [online], Dabar, 2017., dostupno na: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/unizd:1299/preview> [16.4.2023.]
- [9] [https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2010/10/Inmarsat\\_HQ](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2010/10/Inmarsat_HQ)
- [10] Satellites [online], Inmarsat, 2023., dostupno na: <https://www.inmarsat.com/en/about/technology/satellites.html> [16.4.2023.]
- [11] K. Župić, Satelitski komunikacijski sustav Iridium [online], Dabar, 2022., dostupno na: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/vus:2207/datastream/PDF/view> [16.4.2023.]
- [12] <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2287>
- [13] Inmarsat Antennas [online], Wireless Design Online, dostupno na: <https://www.wirelessdesignonline.com/doc/inmarsat-antennas-0001> [8.9.2024.]

- [14] D. Pavela, Izvještavanje brodova u plovidbi [online], Dabar, 2017., dostupno na: <https://repositorij.unizd.hr/islandora/object/unizd%3A1786/datastream/PDF/view> [20.4.2023.]
- [15] Our services: At a glance [online], Wayback Machine, 2007., dostupno na: [https://web.archive.org/web/20110713040234/http://www.inmarsat.com/Services/A-Z\\_of\\_our\\_services.aspx?language=EN&textonly=False](https://web.archive.org/web/20110713040234/http://www.inmarsat.com/Services/A-Z_of_our_services.aspx?language=EN&textonly=False) [25.4.2023.]
- [16] <https://www.psicompany.com/furuno-felcom15-satc/>
- [17] Inmarsat [online], Telecom ABC, dostupno na: <https://www.telecomabc.com/i/inmarsat.html> [25.4.2023.]
- [18] BGAN [online], Inmarsat, 2023., dostupno na: <https://www.inmarsat.com/en/solutions-services/enterprise/services/bgan.html> [26.4.2023.]
- [19] Međunarodni satelitski sustav za pomorske komunikacije Inmarsat. Brodska zemaljska stanica INMARSAT-S [online], Wisemotors, dostupno na: <https://wisemotors.ru/hr/wrote/international-inmarsat-satellite-communication-system-ship-earth-station-inmarsats/> [26.4.2023.]
- [20] ISATPHONE PRO [online], Inmarsat, 2023., dostupno na: <https://www.inmarsat.com/en/support-and-info/support/isatphone-pro-support.html> [29.4.2023.]
- [21] IsatPhone 2 Support [online], Inmarsat, 2023., dostupno na: <https://www.inmarsat.com/en/support-and-info/support/isatphone-2-support.html> [3.5.2023.]
- [22] Inmarsat IsatPhone 2 [online], SatPhoneStore, 2023., dostupno na: <https://www.satphonestore.com/tech-browsing/satellite-phones/isatphone-2.html> [3.5.2023.]
- [23] <https://earth2ocean.com.au/product/isatphone-2/>
- [24] Inmarsat Services „End of Life“ Dates and Recommended Replacements [online], Electrotech Australia, 2010., dostupno na: <https://www.electrotech.net.au/products/marine-communications/satellite-2/inmarsat-services-end-of-life-dates-and-recommended-replacements-2> [3.5.2023.]
- [25] I. Bižaca, Osnove GMDSS-a [online], 2011., dostupno na: <http://www.ss-aharacica-malilosinj.com.hr/wp-content/uploads/2011/11/GMDSS-teorija.pdf> [6.5.2023.]
- [26] Inmarsat C [online], Inmarsat, 2023., dostupno na: <https://www.inmarsat.com/en/solutions-services/maritime/services/inmarsat-c.html> [10.5.2023.]

- [27] <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2330>
- [28] SafetyNET I and SafetyNET II [online], Inmarsat, 2023., dostupno na: <https://www.inmarsat.com/en/solutions-services/maritime/solutions/safety/safetynet.html> [15.5.2023.]
- [29] RescueNET [online], Inmarsat, 2023., dostupno na: <https://www.inmarsat.com/en/solutions-services/maritime/solutions/safety/rescuenet.html> [20.5.2023.]
- [30] <https://repozitorij.pfst.unist.hr/islandora/object/pfst%3A78/datastream/PDF/view>
- [31] Inmarsat IsatPhone 2 Standard Package [online], SatPhoneStore, 2023., dostupno na: <https://www.satphonestore.com/inmarsat-isatphone-2-satellite-phone-standard-package.html> [22.5.2023.]
- [32] BGAN Airtime [online], SatPhoneStore, 2023., dostupno na: <https://www.satphonestore.com/airtime/bgan-airtime.html> [22.5.2023.]
- [33] Deltamedia [online], Deltamedia, 2023., dostupno na: <https://deltamedia.hr/wp-content/uploads/2023/05/Cijene-satelitski-telefoni-i-tarife.pdf> [12.9.2024.]
- [34] Deltamedia [online], Deltamedia, 2023., dostupno na: <https://deltamedia.hr/wp-content/uploads/2023/04/Cjenik-satelitske-komunikacije-BGAN.pdf> [12.9.2024.]
- [35] A. Lacono, Space explained: What is the satellite spectrum used for? [online], Inmarsat, 2024., dostupno na: <https://www.inmarsat.com/en/insights/corporate/2023/what-is-satellite-spectrum-used-for.html> [12.9.2024.]
- [36] M. Frackiewicz, Inmarsat Satellites: An Overview of Their Development and Evolution [online], TS2 Space, 2023., dostupno na: <https://ts2.space/en/inmarsat-satellites-an-overview-of-their-development-and-evolution/> [22.5.2023.]
- [37] Latest news: Inmarsat to Launch I-8 satellites to power L-Band network [online], Inmarsat, 2023., dostupno na: <https://www.inmarsat.com/en/news/latest-news/corporate/2023/inmarsat-to-launch-i-8-satellites.html> [22.5.2023.]



## **POPIS KRATICA**

GEO - Geostationary Earth Orbit

MEO - Medium Earth Orbit

LEO - Low Earth Orbit

IMO - International Maritime Organization

SOLAS - Safety Of Life At Sea

RCC - Rescue Coordination Centre

NOC - Network Operation Center

NCS - Network Coordination Station

CES - Coast Earth Station

SES - Ship Earth Stations

EGC - Enhanced Group Call

BGAN - Broadband Global Area Network

HDR - High Data Rate

PPT - Push To Talk

DNID - Data Network Identification Number

## SAŽETAK

**Naslov:** Evolucija Inmarsat sustava

U ovom radu prikazan je nastanak Inmarsat organizacije. Detaljno su opisane tri tehnološke komponente koje čine Inmarsat sustav. Predstavljene su standardi koji su trenutno u upotrebi te standardi koji više nisu podržani od Inmarsat-a zbog zastarjele tehnologije. Navedeni su načini prijenosa podataka te slanja poruka pogibelji. Ukratko je opisana budućnost Inmarsat sustava.

**Ključne riječi:** satelitski sustav; Međunarodna pomorska organizacija; Inmarsat

## **ABSTRACT**

**Title:** Evolution of Inmarsat system

This paper presents the origin of the Inmarsat organization. The three technological components that make up the Inmarsat system are described in detail. The standards that are currently in use and the standards that are no longer supported by Inmarsat due to outdated technology are presented. The methods of transferring data and sending messages in distress are listed. The future of the Inmarsat system is briefly described.

**Keywords:** satellite system; International maritime organization; Inmarsat

## **ŽIVOTOPIS**

Lejla Žepčan rođena je 25. veljače 2000. godine u Slavonskom Brodu. U razdoblju od 2006. do 2014. godine pohađala je osnovnu školu Bogoslava Šuleka u Slavonskom Brodu nakon koje je upisala program opće gimnazije u gimnaziji Matija Mesić u Slavonskom Brodu. Maturirala je 2018. godine te upisuje preddiplomski stručni studij računarstva na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek.