

57998

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UYDU - MOBİL HABERLEŞME SİSTEMLERİ
İNARSAT -A, -B, -C, -M UYDULARININ
HABERLEŞME TEKNİKLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mahmut HEKİM

Elektronik Ana Bilim Dalı

(Elektronik Programı)

Danışman : Prof. Dr. Sıddık YARMAN

HAZİRAN - 1996

ÖNSÖZ

Bu tezde Uydu-mobil Haberleşme Sistemleri genel olarak ele alınmış ve özellikle INMARSAT uydularının haberleşme teknikleri üzerine yoğunlaşarak, bu uyduların kullanımı, frekans paylaşımı, teknik özellikleri, uygulama alanları ve gelecekteki sağlayacağı faydaları incelenmiştir.

Çalışmalarım süresince; bilgi ve tavsiyelerini esirgemeyen, göstermiş olduğu hoşgörü ve anlayışla bana destek olan ve yön veren danışmanım Sayın Prof. Dr. Sıddık YARMAN'a, konu hakkında kaynak kitap ve bilgi toplamamda bana yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Mine Kalkan'a, yine konu hakkında her türlü yardımı sağlayan Comsat İletişim Hizmetleri Satış Mühendisi Atalay Taşkoparan'a, Özsay Deniz Nakliyatı A.Ş. Genel Müdürü Recep Kalkavan'a ve tez yazımı sırasında bilgisayar çalışmalarımda bana yardımcı olan arkadaşım İnşaat Mühendisi Naci Ağaoğlu'na ve tüm eğitimim boyunca her türlü yardım ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

İstanbul, Haziran 1996

Mahmut HEKİM

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZ	iv
ABSTRACT	iv
I. GİRİŞ	1
II. UYDU İLETİŞİM SİSTEMLERİNİN TEMELLERİ	4
2.1 Uydu İletişiminde Çoklayıcı Yöntemler	4
2.1.1 Frekans Paylaşmalı Çoklayıcı Yöntem (FDM)	5
2.1.2 Zaman Paylaşmalı Çoklayıcı Yöntem (TDM)	10
2.2 Uydu Yer İstasyonunun Sayısal İletişim Donanımı	12
2.3 Uydu Optik İletişim Yöntemi	13
2.4 Uydu-mobil İletişim Sistemi	14
2.5 Uydunun Elektrik Enerjisi	15
2.6 Uydu Yörüngeleri	15
2.7 Uydunun Hızı ve Dünyadan Uzaklığı	18
2.8 Eliptik Yörüngeli Uydular	19
III. UYDU-MOBİL İLETİŞİM SİSTEMLERİ	21
3.1 Günümüzdeki ve Gelecekteki Uydu-mobil İletişim Sistemleri	22
3.2 İridyum Uydu-mobil İletişim sistemleri	25
3.3 Servis Amaçları	26
3.4 Mobil Uyduların Yörüngedeki Konumları	27
3.5 Haberleşme Formatları	28
3.5.1 Uydu - Abone Haberleşme Linki	28
3.5.2 Uydu - Kros Haberleşme Linki	28
3.5.3 Uydu - Geçiş İstasyonu Haberleşme Linki	29
IV. INMARSAT HABERLEŞME SİSTEMLERİ	30
4.1 Inmarsat -A, -B, -C ve -M	30
4.2 Sayısal Gelişim	36
4.3 Daha Küçük Gereksinimler	38

4.4 Genel İşaretleme Sistemi	39
4.5 Gemi Yer İstasyonu (SES)	41
4.6 Spektrum ve Uydular	42
4.7 Sesin Ötesinde	43
4.8 Test ve Gerçekleme	44
4.9 Endüstri Gelişimi	44
V. MOBİL, YÜKSEK HIZLI UYDU HABERLEŞMESİ İÇİN MULTİMEDYA UYGULAMALAR	46
5.1 HSD / DHSD Gemi Yer İstasyonu	46
5.2 Yeryüzeyine İlişkin Bağlantılar	47
5.3 Yüksek Hızlı Data (HSD)	47
5.4 Dupleks Yüksek Hızlı Data (DHSD)	48
5.5 Kayıt ve İleri Uygulamalar	48
5.6 Gerçek Zaman Uygulamaları	49
5.7 Marin-ABC ve Moebius	51
VI. UYGULAMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	53
6.1 İlk Inmarsat Yer İstasyonu Operatörünün Deneyimleri	53
6.2 Sistem Gelişimi Üzerine Öneriler	55
6.3 Uygulama Örneği	64
6.4 Paket Anahtarlama Yöntemi	71
6.5 CCITT X.25 Protokolü	71
KISALTMALAR	74
VII. ÖZET	76
SUMMARY	78
VIII. KAYNAKLAR	80
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZ

Bu çalışmada; uydu iletişim sistemlerinin temelleri, günümüzdeki ve gelecekteki uydu-mobil iletişim sistemleri, Inmarsat haberleşme sistemleri olan Inmarsat -A, -B, -C ve -M uyduları ele alınarak, bu alandaki sayısal gelişmeler, multimedya uygulamalar ve yeryüzeyine ilişkin bağlantılar incelenecektir.

ABSTRACT

In this study, it has been examined that basic principles of satellite communication systems, mobile satellite communication systems at the nowadays and in the future, Inmarsat -A, -B, -C ve -M which are to be Inmarsat communication systems and digital developments, applications of multimedia, terrestrial connections in this area.

I. GİRİŞ

Uydular 20. Yüzyılın son 25 yılından itibaren geniş uygulama alanı bulmuştur. Uydular yeryüzeyi etrafında 200 km ile 110000 km arasındaki yörüngelerde bulunur. Yörüngelerin dünyadan uzaklığı, uyduların kullanım amaçlarına göre değişir. Yörüngeler jeosenkron (yeryüzeyi ile eş zamanlı), yarı senkron ve alçak yörüngeli olabilir. Alçak yörüngeli uydular kutupsaldır. Uyduların kullanım amaçlarına göre sınıflandırılması :

- Askeri amaçlı uydular
- Haberleşme uyduları
- Televizyon yayın uyduları
- Yön bulma uyduları
- Meteoroloji uyduları

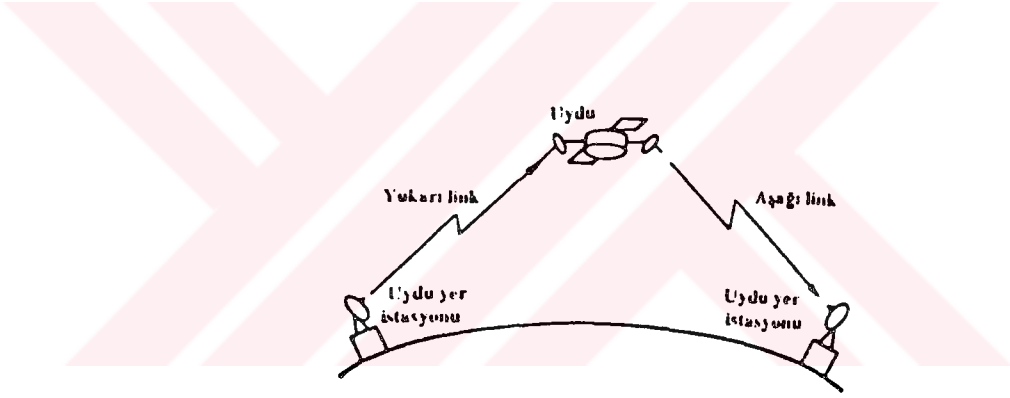
şeklinde yapılabilir. Haberleşme uydusu, yeryüzeyinde bulunan bir vericiden elektromanyetik dalga işaretlerini alan ve bu işaretlerin taşıyıcı frekanslarını değiştirip kuvvetlendirerek tekrar yeryüzeyindeki alıcıya ileten bir uzay aracıdır. Haberleşme uyduları elektromanyetik dalga işaretlerini kuvvetlendirip, tekrar yeryüzeyine gönderdiği için, bunlara aktarıcı da denilebilir. Yeryüzeyindeki bir vericiyle bir uydu arasındaki işaretlerin iletiminde, uydunun yeryüzeyine veriş yapmasında, yayın alanı yeryüzeyinin üçte birini kapsamaktadır. Uydular telefon haberleşmesini, televizyon yayınlarını, navigasyon ve hava koşulları hakkındaki bilgileri iletmektedir. Haberleşme uydu sistemi bir uydu ile en az bir uydu yer istasyonundan oluşmaktadır. Geometrik avantajı nedeniyle çok noktadan çok noktaya, çok noktadan bir noktaya (bilgi toplanması) veya bir noktadan çok noktaya (radyo televizyon yayını) uygulamalarına uygundur. Bu özellikleri nedeniyle haberleşme olanaklarına göre üstünlüğü tartışılmaz. Uydu haberleşme sistemleri tasarımında modülasyon ve çoğullama yöntemleri ile güç seviyeleri tasarımında büyük önem taşımaktadır [2].

Telefon ve veri nakli yer istasyonları ve mobil terminallerden veya uydudan yer istasyonları ve mobil terminallere analog veya sayısal iletişim daha elverişli olabilmektedir. Dünya atmosferindeki optik frekanslardaki kayıplar sebebiyle dünyadan uyduya ve uydudan yere iletişim elverişli olmamakta, fakat uydu kros-linkleri için optik iletişim

kullanılabilmektedir. 20-30 GHz frekans bandında elektromanyetik dalgalarda uydu kros-linklerinde kullanılabilmektedir.

Bugün uydu-mobil iletişim sistemi telefon, veri, kayıt ve paketleme veri iletimi sağlayabilecekleri gibi, geleceğin iridyum uydu mobil iletişim sistemi bunların yanında televizyon ile FM radyo yayın hizmetlerini de sağlayabilecektir.

İridyum uydu-mobil iletişim sistemi yörüngeleri kutupsal olmak üzere 7 ayrı yörüngede 11'er uydu bulunan toplam 77 uydu ile iletişim merkezi, ana istasyon ve mobil terminallerinden oluşmaktadır. Bu kutupsal uyduların yörünge yükseklikleri 765 km olup, yörünge periyodları 100 dakikadır. Her uydu görüş alanı içinde kendi yörüngesindeki uydularla ve komşu yörüngedeki iki uydu ile iletişim yapabilecektir. Bu sistemde uydu mobil linki 1,6-17 GHz frekans bandında ve uydu kros-linkleri ile ana istasyon ve uydu linkleri 18-30 GHz frekans bandında iletişim gerçekleştirilebilecektir.

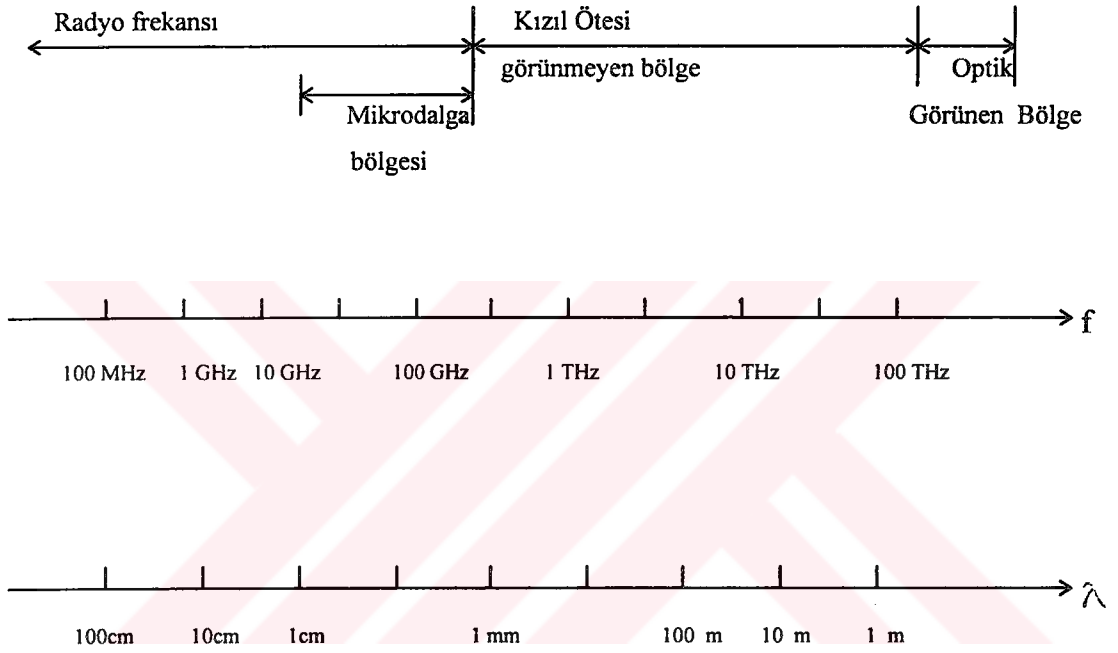


Şekil 1.1 Uydu Haberleşme Sistemi

Yeryüzeyinin etrafında 120 derece aralıklarla yerleştirilmiş ve jeosenkron yörüngeli uydularla dünyanın her tarafıyla haberleşme gerçekleştirmektedir. Uyduya haberi göndermek ve almak için yeryüzünde yer istasyonları kurulmuştur. Uydu haberleşme sisteminde haberleşme yer istasyonları ile sağlanmaktadır. Uydu yer istasyonu vericisinde temel bantta bulunan işaret bir taşıyıcı ile modüle edilip, yüksek güçlü kuvvetlendirici ile kuvvetlendirilerek sonra bu modüle edilmiş işaret yüksek kazançlı ve dar ışın demetli bir anten ile ışınlanmaktadır. Bir yer istasyonundan uyduya ışınlanan işaretin yoluna yukarı-link

adı verilmektedir. Uydu bu işaretleri kuvvetlendirip taşıyıcı frekanslarını değiştirerek tekrar yer istasyonuna aşağı-link üzerinden iletebilmektedir.

Şekil 1.2' de radyo frekans ile optik bölgeleri frkans spektrumu verilmiş; ayrıca frekanslara karşı gelen dalga boyları da belirtilmiştir. Burada radyo frekans bölgesindeki mikrodalga frekansları ile optik bölgedeki kızılötesi ve görünen bölgelerdeki frekanslar gösterilmiştir. Ayrıca frekanslara karşı gelen dalga boyları da belirtilmiştir [2].



Şekil 1.2 Radyo Frekans ve Optik Frekans Spektrumu

Tipik bir uydu haberleşme sistemi

- Bir veya daha fazla yer istasyon vericileri
- Uydu aktarıcısı
- Bir veya daha fazla yer istasyon alıcıları

birimlerinden ibarettir.

II. UYDU İLETİŞİM SİSTEMLERİNİN TEMELLERİ

2.1 Uydu İletişiminde Çoklayıcı Yöntemler

İki veya daha çok giriş işaretini tek bir birleşik işaret haline getirerek ve bu işareti bir taşıyıcı işareti ile nakletme tekniğine çoğullama denir. Çoğullama zaman veya frekans domaininde olabilir. Çoğullanmış bir işaret bir taşıyıcı ile modüle edilip nakledilir. Alıcıda demodülasyon işlemi sonucu çoğullanmış işaret tekrar elde edilmektedir. Daha sonra bu çoğullanmış işareten haber işaretlerine ulaşılabilir.

Haberleşme sistemlerinde çoğullama tekniği iki önemli avantaj sağlamaktadır. Birincisi tek bir taşıyıcı işareti ile bir transmisyon ortamında binlerce haberin nakledilebilmesi ve ikincisi hattın band genişliği etkin olarak kullanılabilmesidir.

Frekans paylaşmalı çoklayıcı yöntemde band genişliği kanallara ayrılmaktadır. Örneğin Intelsat uydularında kullanılan 500 MHz lik band genişliği 36 MHz lik 12 uydu kanalı olarak paylaştırılmıştır.

Zaman paylaşmalı çoklayıcı sistemlerde bir zaman çerçevesi oluşmaktadır. Bu çerçeve içinde her giriş işaretinin konumu belirlenmektedir. Zaman paylaşmalı çoklayıcı sisteminde giriş işaretleri seri olarak nakledilmektedir. Analog işaretler önce sayısal işarete dönüştürülerek sonra sistemin girişine uygulanmaktadır.

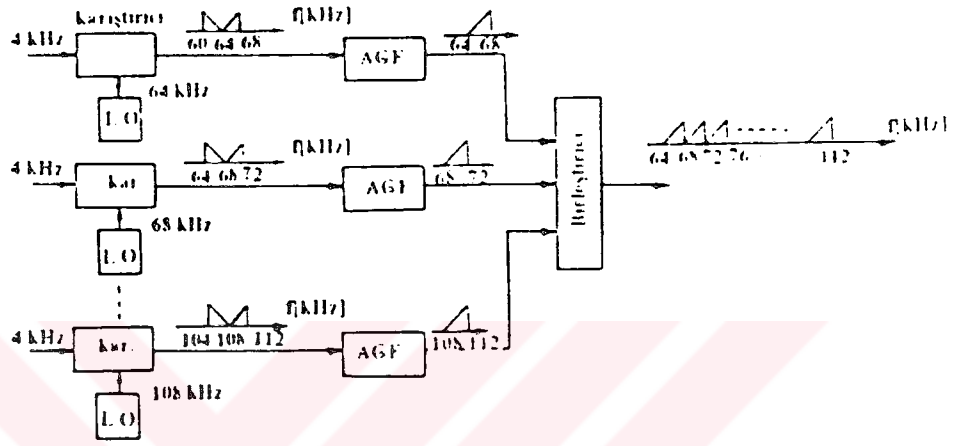
Kod paylaşmalı uydu sistemlerinde verici istasyonlarının belirli adres kodları vardır. Bu sistemde frekansı veya zamanı paylaşmak gerekmemektedir. Verici istasyonlarının taşıyıcı frekansları aynıdır. Taşıyıcıları ayırt edebilmek için her taşıyıcının belirli bir kodu mevcuttur. Bu adresler ikili dizi şeklinde taşıyıcıya modüle edilmektedir [1], [2].

2.1.1 Frekans Paylaşmalı Çoklayıcı Yöntem (FDM)

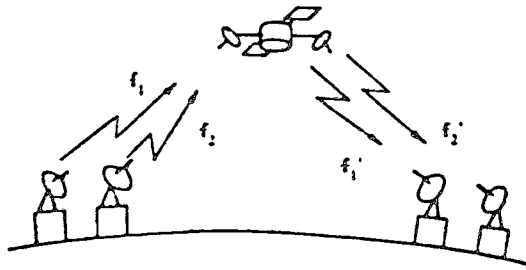
İki veya daha çok giriş işaretini tek bir birleşik işaret haline getirerek ve bu işareti bir taşıyıcı ile nakletmek tekniğine çoğullama denir. Çoğullama zaman veya frekans domeninde olabilir. Haberleşme sistemlerinde çoğullama tekniği iki önemli avantaj sağlamaktadır. Birincisi tek bir taşıyıcı işareti ile, tek bir hat üzerinden binlerce telefon konuşması yapılabilir. Diğeri hattın band genişliği etkin olarak kullanılabilir. Örneğin 12 telefon konuşması işaretleri çoğullanarak tek bir işaret elde edilebilir. Her ses işaretinin band genişliği 3 KHz olarak alınabilir.

Çoğullayıcıda, her giriş işareti farklı frekansta taşıyıcıların genlikleri modüle edilmektedir. Modülasyon işlemi dengeli modülatörlerde gerçekleştirilmektedir. Dengeli modülatörün çıkışında taşıyıcısı bastırılmış çift yan band genlik modülasyonlu işaret elde edilmektedir. Her modüle edilmiş işaret filtreden geçirilmektedir. Böylece üst yan bandlar kırılmaktadır. Elde edilen işaretler tek yan band işaretleridir. Bundan sonra tüm 12 tek yan band işaret toplanmaktadır. Şekil 2.1'de karıştırıcının çıkışında telefon taşıyıcısı bastırılmış çift yan band işareti elde edilmektedir.

Bu çoklayıcı sistemde her ses işareti 4 KHz lik band genişliğine sahiptir. Çoklanmış çıkış işaretinin toplam band genişliği 48 KHz olmaktadır (60 KHz - 108 KHz). Bu çoklama tekniğinde frekans paylaşmada çoklayıcı giriş işaretleri farklı frekansları paylaşmaktadır. Çoklanmış çıkış işareti 12 tane birbirinden bağımsız telefon işaretinden oluşmaktadır. Şekil 2.2'de uydu iletişim sisteminde frekans paylaşmalı çoklayıcı geçiştir taşıyıcı frekansları verilmiştir.

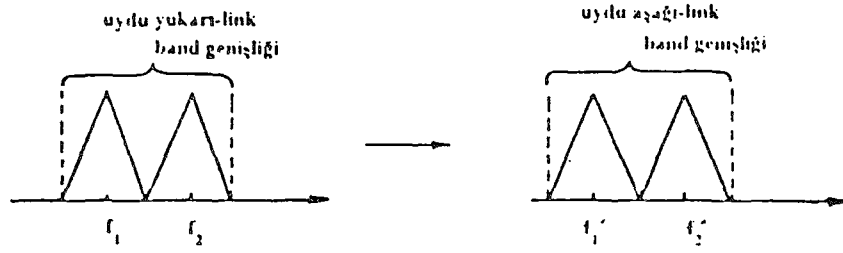


Şekil 2.1 Telefon İşaretlerinin Çoğullanmış ve Frekanslarının Birleştirilmiş Çıkışı



Şekil 2.2 Uydu İletişim Sistemi

Yukarı-link taşıyıcıları uydudan aşağı-link yer istasyonlarına aktarılmaktadır. Şekil 2.3'te frekans paylaşmalı çoklayıcı geçişte uydu sisteminde yukarı ve aşağı-linklerde taşıyıcı frekans spektrumları verilmiştir.



Şekil 2.3 Frekans Paylaşmalı Çoklayıcı Geçişte Uydu Sisteminde Yukarı ve Aşağı-link frekans spektrumları

Uydu transponderinde yukarı-link frekansı değiştirilerek aşağı-link frekansı elde edilmektedir. Her taşıyıcı birbirinden bağımsız analog veya sayısal olarak modüle edilmektedir. Sayısal modülasyonlu taşıyıcıyı gönderen verici yer istasyonu ile bu taşıyıcıyı almak isteyen alıcı yer istasyonu arasında senkronizasyon kurulması gerekmektedir. Her yukarı-link taşıyıcısı ayrı yer istasyonundan kaynaklanmakta veya birkaç taşıyıcı belirli bir istasyondan da gönderilebilmektedir. İki tür band seçimi vardır. Birinci çeşitte her taşıyıcıya, yukarı-linkte belirli bir frekans bandı ayrılır ve bu ayrılmış frekans bandı yukarı-linkteki diğer taşıyıcılar tarafından kullanılamaz. İkinci çeşit, aynı frekans bandları birkaç taşıyıcı tarafından paylaşılabilir. Bu çeşitte taşıyıcı sayısı artırılmakta ve yer istasyon iletişim donanımı genişlemektedir [2].

Bu çoğullamayı kullanan sistemlerde taşıyıcı merkez frekansları arasında belirli minimum mesafenin korunması gerekmektedir. Aksi takdirde kanallar arasında girişim meydana gelmektedir.

Radyo frekans uydu band genişliği B_{RF} ise her istasyon taşıyıcısı band genişliği B olmak üzere, FDM kullanılan bu iletişim sisteminde taşıyıcı sayısı :

$$K = \frac{B_{RF}}{B} \quad (2.1)$$

şeklinde ifade edilebilir. Uyduya gelen güç, yukarı-link taşıyıcı gücü P_{yi} ve yukarı-link gürültü gücü P_{yn} olmak üzere

$$P_y = \sum_{i=1}^K P_{yi} + KP_{yn} \quad (2.2)$$

olarak yazılabilir. Diğer taraftan lineer transponder kuvvetlendiricisi için kazanç, uydudan gönderilen güç P_T olmak üzere

$$G = \frac{P_T}{P_Y} = \frac{P_T}{\sum_{i=1}^K P_{yi} + KP_{yn}} \quad (2.3)$$

ve dB cinsinden kazanç

$$G = 10 \log G \quad (2.4)$$

olarak ifade edilebilir.

Aşağı-link alıcı gücü i 'inci taşıyıcı için

$$P_{ai} = L_u \cdot G \cdot P_{yi} = L_u P_T \frac{P_{yi}}{\sum_{i=1}^K P_{yi} + KP_{yn}} \quad (2.5)$$

yazılabilir.

Burada L_u aşağı-link uzay kayıpları ile G uydu kuvvetlendiricinin kazancını ifade etmektedir. Alıcının toplam gürültüsü, uydudan aktarılan yukarı-link gürültüsü ile alıcının gürültüsünün toplamıdır.

Aşağı-link İGO tek taşıyıcı için dB olarak

$$[\dot{I}GO_a]_{dB} = 10 \log \left[\frac{P_{ai}}{L_u G P_{yn} + N_o \cdot B} \right] \quad [dB] \quad (2.6)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Burada N_o alıcının gürültü spektral seviyesidir.

Burada tek taşıyıcı için $\dot{I}GO_y$ yukarı-link işaret gürültü oranı, dB olarak

$$[\dot{I}GO_y]_{dB} = 10 \log \left[\frac{P_{ai}}{L_u G P_{yn}} \right] = 10 \log \left[\frac{P_{yi}}{P_{yn}} \right] \quad [dB] \quad (2.7)$$

ve alıcı işaret gürültü oranı da

$$[\dot{I}GO_a]_{dB} = 10 \log \frac{P_{ai}}{N_o B} = 10 \log \left[\frac{P_T L_u}{N_o B} \left(\frac{P_{yi}}{P_{yn}} \right) \right] \quad [dB] \quad (2.8)$$

olarak ifade edilebilir.

Netice olarak frekans modülasyonlu bir taşıyıcı işaret normal olarak iletim ortamından etkilenmemektedir. Ancak frekans çoklayıcı yöntemde bir tek taşıyıcı yerine birden fazla taşıyıcı kullanıldığından, iletim ortamının genlik-frekans özelliği çok önemlidir ve bu özelliğin düzgün olması gerekmektedir. Genlik frekans özelliği düzgün olmayan bir ortamda taşıyıcıların birbirleriyle etkileşmesine, bu ise iç modülasyona yolaçmakta ve bandın gürültülenmesine neden olmaktadır. Bunu önlemek için uyduya veya yer istasyonlarında bulunan yüksek güçlü çıkış kuvvetlendiricileri normal çıkış güçlerinin altında çalıştırılmaktadır. Çıkış kuvvetlendiricisi çıkışında alınan güç birden fazla taşıyıcının aynı anda kuvvetlendirilmesi durumunda, bir taşıyıcının kuvvetlendirilmesi durumunda alınan güçten daha düşüktür. Bu sebeple bir transponderden geçirilecek toplam telefon kanalı sayısı,

transponderdeki taşıyıcı sayısı arttıkça azalmaktadır. Frekans paylaşmalı çoklayıcı kullanım yönteminin üstünlüğü iletişim donatımının basit olması ve alıcıları farklı duyarlılıkta olan yer istasyonlarından oluşan bir ağa olanak vermesidir.

2.1.2 Zaman Paylaşmalı Çoklayıcı Yöntem (TDM)

Analog işaretleri önce sayısal işarete dönüştürülerek sistemin girişine uygulanmaktadır. Zaman paylaşmalı çoklayıcı sistemlerde bir zaman çerçevesi oluşmaktadır. Bu çerçeve içinde her giriş işaretin konumu belirlenir. TDM sisteminde giriş işaretleri seri olarak nakledilmektedir.

24 analog ses işareti toplanıp bir TDM sisteme uygulanır. Çoklayıcı birinci kanaldan örnek alıp bu değeri sayısallaştırır ve 8 bitlik sayısal işarete dönüştürür. Sonra ikinci kanaldan örnek alınır ve aynı işlem yapılır, bu şekilde devam edilir. 24 kanalın hepsi örneklendikten sonra, çoklayıcı tekrar birinci kanaldan örnek alır ve sırasıyla devam eder. Her çerçeve $8 \cdot 24 = 192$ bitten oluşur. Her çerçeve sonunda bir ilave bit eklenmektedir (çerçeve biti). Her çerçevedeki toplam bit sayısı 193'tür. Çoklayıcının çıkışında seri sayısal işaret elde edilmektedir. Örnekleme frekansı maksimum bilgi işaret frekansının en az iki katı olmalıdır. Telefon kanalı 4 KHz band genişliğine sahip olup TDM nin örnekleme frekansı en az 8 KHz olmalıdır [3].

Bir saniyede nakledilen bit sayısı bit hızını vermektedir. Böylece bit hızı için

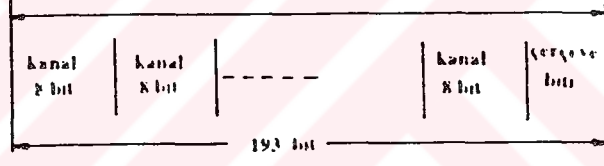
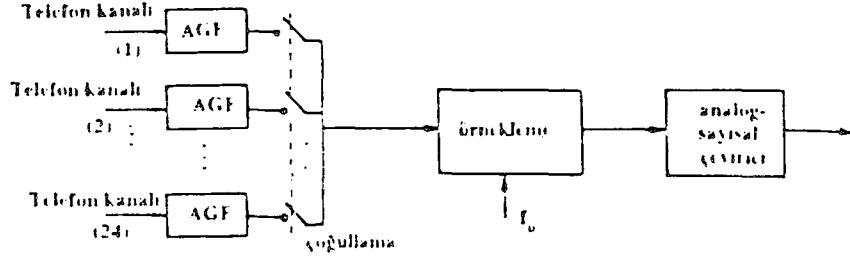
$$\text{Bit hızı} = (\text{Çerçeve hızı}) \cdot (\text{Çerçeve içindeki bit sayısı})$$

yazılabilir.

Örneğin TDM sisteminin çerçeve hızı (örnekleme frekansı) 8000 (çerçeve/saniye) olarak verilmektedir. Bir çerçeve içindeki bit sayısı 193 olduğuna göre;

$$\text{Bit hızı} = 8000 \cdot 193 = 1,5 \cdot 10^6 \text{ (bit/sn)} = 1,5 \text{ Mbit/sn}$$

olarak bulunur.



Şekil 2.4 Zaman Paylaşmalı Çoklayıcı Çıkış

Bir çok taşıyıcının aynı anda uydudan aktarılabilmesi için frekans paylaşmalı çoklayıcı yöntem yerine zaman paylaşmalı çoklayıcı yöntem taşıyıcılar da kullanılabilir. Bu yöntemde göre her taşıyıcı için ayrı bir frekans bandı ayırmak yerine, her yukarı-link taşıyıcısına belirli bir zaman aralığı ayrılmaktadır. Bu yöntemde FDM' de olan iç modülasyon sorunu olmamaktadır.

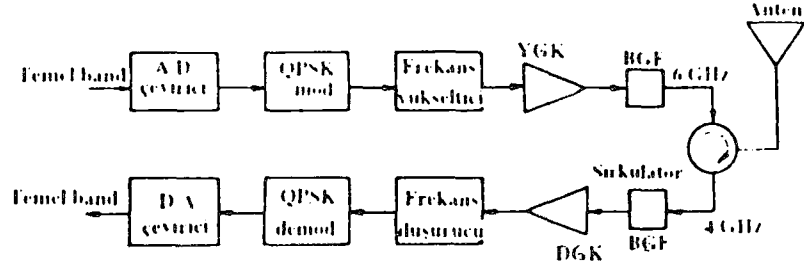
TDM sisteminde fazla taşıyıcı aktarabilmek için her taşıyıcı için belirlenen zaman aralıkları küçük olmalı ve bu zaman aralıkları arasında senkronizasyonu korumak gerekmektedir. Bu zaman aralığında uydudan, yalnız bahsedilen yer istasyonunun yukarı-link

işaretinin frekansı değiştirilerek aşağı-link işareti olarak aktarılmaktadır. Bu demektirki, her taşıyıcı , belirlenmiş zaman aralığında aynı taşıyıcı frekansını ve uydunun band genişliğini kullanabilmektedir. Bu zaman aralığında başka taşıyıcı uyduyu kullanmadığı için iç modülasyon ve işaret bastırma sorunlarıyla karşılaşmamaktadır. Diğer taraftan transponder kuvvetlendiricisi doymada çalışabil-diğinden dolayı maksimum çıkış gücü elde edilebilmektedir. Böylece, aşağı-linkler uydunun maksimum gücünü kullanabilmektedir. Ancak TDM sistemlerinde çok iyi zaman senkronizasyonu yapmak gerekmektedir. Böylece herhangi bir verici istasyonu yalnız bu istasyona ayrılmış zaman aralıklarına iletişim yapabilmektedir. Yer istasyonları arasında kurulan böyle bir senkronizasyona eş zamanlama veya şebeke senkronizasyonu denilmektedir.

TDM uydu sistemi kullanan çok sayıda yer istasyonu olduğunda sistemin toplam iletişim zamanı bu istasyonlar arasında paylaşılmaktadır.her istasyona ayrılan zaman aralığı küçüktür ve belirli aralıklarla tekrarlanmaktadır. Her bir verici yer istasyonu, kendisine ayrılmış zaman aralığında bir paket sayısal dizi göndermektedir. Ancak, sayısal iletişimi kullanan TDM sisteminde, alıcı yer istasyonlarında ilaveten kod çözücü senkronizasyonu da kurmak gerekmektedir. Bu yöntemin frekans paylaşımli çoklu kullanıma üstün bir yanı, bu yöntemle aynı transponder bir çok yer istasyonu tarafından kullanılıyor olsa bile, iç modülasyon olayının meydana gelmemesidir. Bu yöntemde kanal kapasitesini kısıtlayıcı etkenler ,yer istasyonlarına ait darbeler arasındaki boşluklar ve zaman didlimleri arasındaki emniyet boşluklarıdır. Bu yöntemin en önemli noktalarından biri de yer istasyonlarından gönderilen darbelerin belirlenen sırada dizilmelerinin sağlanabilmesidir. Bu ise her bir yer istasyonunda uygun bir eş zamanlama ve düzenleyici aygıt gerektirmektedir [2].

2.2 Uydu Yer İstasyonunun Sayısal İletişim Donanımı

Analog temel band işareti analog-sayısal dönüştürücüde sayısal işarete çevrilmektedir. Sayısal işaret, dörtlü faz kaydırmalı anahtarlama modülatörüne iletilmektedir. Bu modülatörün çıkışında elde edilen işaretin fazı, sayısal işarete göre değişmektedir ve frekansı da lokal osilatörün frekansına eşittir. QPSK modülasyonlu işaretin frekansı ikinci lokal osilatör ile yukarı-link frekansına yükseltilmektedir.



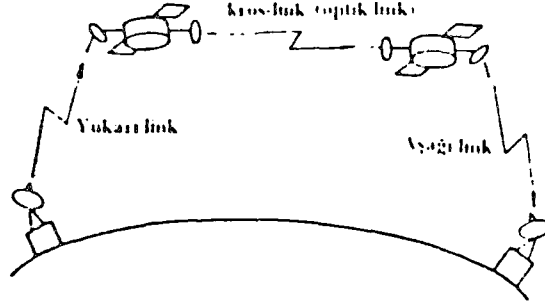
Şekil 2.5 Uydular Yer İstasyonunun sayısal iletişim donanımı

Bu frekanstaki işaret yüksek güçlü kuvvetlendirici ile kuvvetlendirilerek sirkülatörden anten aracılığı ile uyduya gönderilmektedir. Sirkülatörde verici ve alıcı taraflarda bulunan band geçiren filtreler ile verişteki 6 GHz'lik işaret alıcıya ulaşmamaktadır. Uydudan alışıta anten sirkülatöre ulaştırılan işaret düşük gürültülü kuvvetlendirici ile kuvvetlendirilerek frekans düşürücüye iletilmektedir. Burada elde edilen alt taşıyıcılı işaret QPSK demodülatöründen sayısal temel band işareti elde edilmektedir [2].

2.3 Uydular Optik İletişim Sistemi

Uydular arası linklerde dar ışındemetli antenlere gerksinim duyulmaktadır. Dar ışın demeti elde edebilmek için çok yüksek frekanslar kullanılmaktadır. Örneğin uydu kros-linklerinde frekansı 60 GHz'e çıkarmakla anten boyutlarını değiştirmeden ışımaya gücünü 20 dB artırmak mümkün olabilmektedir. Optik frekanslarda ışımaya gücü 90 dB lik bir artış göstermekte ve 10^5 MHz band genişliği elde edilebilmektedir. Optik iletişim sistemlerinde optik alıcı ve verici boyutları mikrodalga alıcı ve verici boyutlarından çok küçüktür.

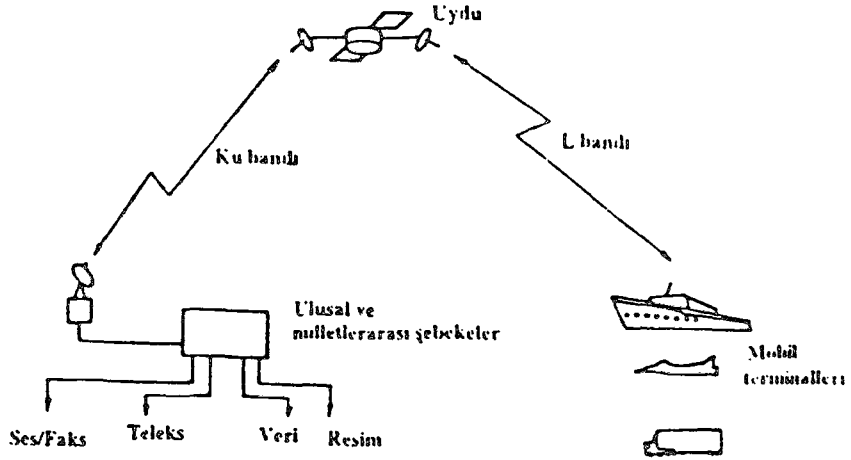
En basit optik verici ve optik alıcıda mercekle, optik filtre ve fotodedektör bulunmalıdır. Optik link, optik verici ve alıcıdan ibarettir. Optik iletişim linklerinde taşıyıcı frekans kaynağı lazerlerdir. Lazerlerin ürettiği optik dalgaların frekansları, frekans spektrumunun optik bölgesindedir. Aşağıdaki şekilde uydu kros-link sistemi verilmiştir [2].



Şekil 2.6 Uydu Kros-link İletişim Sistemi

2.4 Uydu Mobil İletişim Sistemi

Uydu mobil iletişim sistemi geniş coğrafi bölgede konuşma ve veri iletişimini çok sayıda aboneye sağlayan, işaretleri uyduyla taşıyıcı frekansını değiştirip tekrar yeryüzeyine aktaran bir iletişim sistemidir. Sistem uydu, şebeke iletişim merkezi, ana istasyon ve mobil terminallerden oluşmaktadır. Uydu ile iletişim merkezi ve ana istasyon arasındaki iletişim Ku bandında, mobil terminallerle uydu arasındaki iletişimlerde L bandındadır.



Şekil 2.7 Uydu Mobil İletişim Sistemi

2.5 Uydunun Elektrik Enerjisi

Uydunun enerji ihtiyacını karşılamak için kaynaklar güneş hücreleri, nükleer reaktörler, hücresel yakıtlar, termo-elektrik ve termo-iyonik hücrelerdir. Güneş panolarının verimi çevre koşulları yüzünden devamlı olarak düşmektedir. Bu koşullar altında parçacık radyasyonu, mor ötesi radyasyon, mikro-meteorlar ve tutulma dönemlerindeki ısı değişimleri en önemlileridir. Tutulma süresinde uydu dünyanın gölgesinden geçerken güneş panoları enerji üretmeyeceklerinden, uydunun çalışmasını devam ettirebilmesi için akü bulundurulmaktadır. Aküler genellikle Ni-Cd türündedir ve ağırlıkları solar hücrelere göre oldukça fazladır. Ni-Cd aküler -5°C ile $+10^{\circ}\text{C}$ arasında çalıştırılabilmektedir. Bu akülerin doldurulması sırasında ısının 15°C 'den küçük olması gereklidir. Akülerin niteliğini artırmak için karanlık döneme girilmeden önce aküler tümüyle boşaltılır ve tekrar doldurulur. Doldurma sırasında akünün aşırı yüklenmesini önlemek için hücre gerilimi 1.55 volt ile sınırlandırılmaktadır [2].

Uydularda bugün kullanılan solar enerji sisteminin yakın bir gelecekte yerini nükleer enerji sistemine bırakması beklenmektedir. Bu yeni enerji kaynağının solar enerjiye göre en önemli üstünlüğü dışardan bir kaynağı, güneşi gerektirmesidir. Ancak nükleer enerjinin kullanılması sırasında uyduda bulunan haberleşme donanımının radyasyon etkisine karşı son derece iyi bir şekilde korunması gerekmektedir.

2.6 Uydu Yörüngeleri

Kepler yasasına göre dünyanın etrafında dönen bir cisim dünyanın uydusu olur. Bu uydunun yörünge sayısı sonsuzdur. Genel olarak bozucu ek etkenler bulunmadığı sürece uzaydaki tüm yörüngeler daire, elips, hiperbol, parabol gibi bir konik şeklinde olabilmektedir. Uyduların sonsuz sayıdaki yörüngelerinden ancak bir tanesi yeryüzündeki herhangi bir noktaya göre üzerindeki uydu konumu sürekli olarak sabit kaldığı için çok büyük önem taşımaktadır. Bu yörünge ekvator düzlemi üzerinde dairesel ve üzerindeki uydu hızının dünyanın kendi eksenini çevre-sindeki açılal hızına eşit olduğu özel ve tek yörüngedir. Bu yörüngeye dünya ile eş zamanlı yörünge denir.

Yörüngede bulunan uydular yer çekimi ve merkezkaç kuvvetleri etkisi altında bulunmaktadır. Yerçekimi kuvveti, uyduyu dünyaya doğru çekmekte, merkezkaç kuvveti ise dünyadan uzaklaştırmaktadır. Yerçekimi kuvveti dünyanın ve uydunun ağırlığına, merkezkaç kuvveti ise uydunun ağırlığı ve hızına bağlıdır. Yerçekimi kuvveti merkezkaç kuvvetinden büyük ise uydu dünyaya düşer. Merkezkaç kuvveti yerçekimi kuvvetinden büyük ise uydu yörüngeden çıkar ve uzaya gider. Yerçekimi kuvveti merkezkaç kuvvetine eşit olduğunda uydu yörüngede sabit kalır.

Uydu yörüngesinin dünya yüzeyine olan yüksekliği uydunun hızından belirlenir. Uyduyu yörüngesinde sabit tutan hız, uydunun dünyaya olan yüksekliği azaldıkça artar. Bir uydu yörüngesine oturtulduktan sonra yerçekimi ve merkezkaç kuvvetleri arasındaki denge bozulmadığı sürece yörüngesinde değişmemektedir. Yerçekimi kuvvetinde bir değişiklik uydunun sabit konumunu bozmaktadır.

Yerçekimi kuvveti $F=mg$ ve yerçekimi ivmesi :

$$g = \frac{GM}{r^2} \quad (2.9)$$

olmak üzere

$$F = \frac{GmM}{r^2} \quad (2.10)$$

olarak ifade edilebilir.

Burada yerçekimi ivmesi dünya yüzeyinde $g=9.8 \text{ m/sn}^2$ yerçekimi sabiti $G=6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ve dünyanın kütlesi $M=5.975 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ 'dır.

Diğer taraftan merkezkaç kuvveti

$$F = \frac{mv^2}{r^2} \quad (2.11)$$

olarak ifade edilebilir.

Dairesel yörüngede bulunan bir uydu için yerçekimi kuvveti ve merkezkaç kuvveti

$$F = \frac{GmM}{r^2} = \frac{mv^2}{r^2} \quad (2.12)$$

şeklinde eşit olmalıdır.

Bu ifadeden;

$$v^2 \cdot r = 3,985 \cdot 10^{14} \quad (2.13)$$

yazılabilir.

Burada v uydunun hızı (m/sn) ve r uydunun dünya merkezine uzaklığı (m)'dir. (2.13) ifadesinde dairesel yörüngede bulunan bir uydunun hızı ve dünyaya olan uzaklığı bulunabilir. Burada uydunun dünyaya uzaklığı, uydunun dünya merkezine uzaklığı ile dünyanın yarıçapının farkıdır.

Örneğin dünyadan 6800 km yükseklikteki dairesel yörüngedeki bir uydunun hızını bulalım :

(2.13) ifadesinden;

$$v^2 \cdot 6,8 \cdot 10^6 = 3,985 \cdot 10^{14}$$

olmak üzere, uydunun hızı

$$v = 7622 \text{ m/sn}$$

olarak bulunur.

Jeosenkron Yörünge:

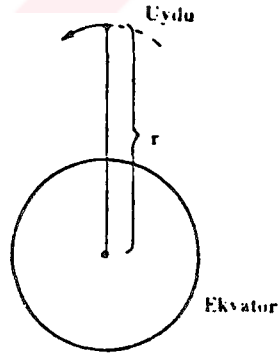
Haberleşme uydularının dünyaya göre konumunun sabit olması gerekmektedir. Bu sebeple uydular dünya ile eş zamanlı yörüngelere yerleştirilmektedir. Böyle bir yörüngede dünyaya göre sabit kalması için

- Uydu dünya ile aynı yönde dönmeli
- Ekvator enleminde bulunmalı
- Uydu 23,94 saatte tam bir dönme yapmalı

koşullarını sağlamalıdır. Bu koşullar yerine getirildiğinde uydu dünyaya göre sabit bir konumda kalır [2].

2.7 Uydunun Hızı ve Dünyadan Uzaklığı

Aşağıdaki şekilde ekvator enlemi ve jeosenkron uydu verilmiştir.



Şekil 2.7 Ekvator Enlemi ve Uydu

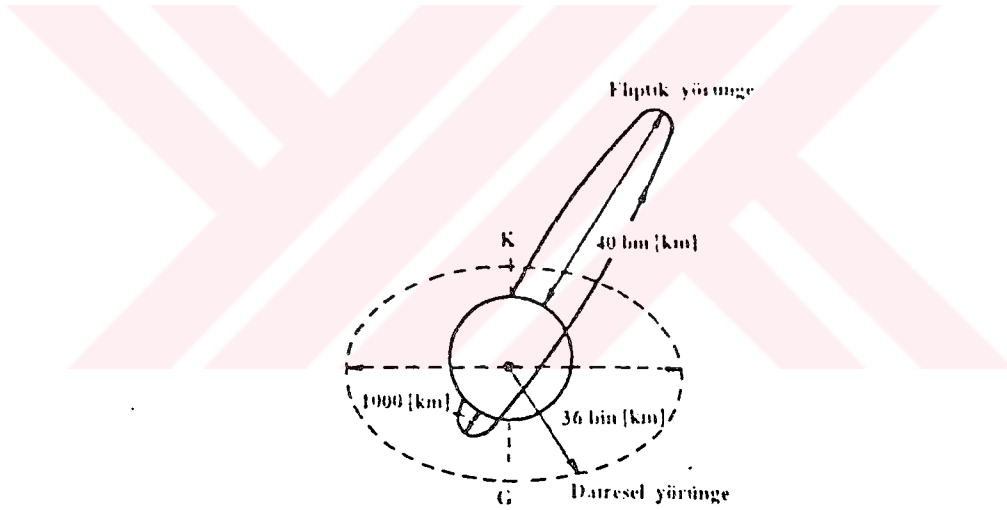
Dairesel yörüngenin uzunluğu $2\pi r$ ve dönme periyodu 23,94 saat olmak üzere uydunun hızı ile dünyanın merkezinden olan uzaklığı arasında

$$v = \frac{2\pi r}{23,94 \cdot 3600} \text{ (m/sn)}$$

bağıntısı yazılabilir. Burada r uzaklığının birimi m'dir.

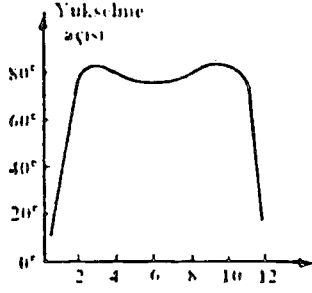
2.8 Eliptik Yörüngeli Uydular

Ekvator düzlemine yerleştirilmiş dairesel yörüngeli uydular eş zamanlıdır. Bu eş zamanlı uydulardan doğrudan televizyon yayını ekvator yakınındaki ülkeler için faydalıdır. Yüksek enlemli ülkelerde eliptik türü yörünge kullanılarak büyük yükseklik açısına ulaşılabilir. Aşağıdaki şekilde dairesel ve eliptik tipi yörüngeler verilmiştir. Elipsin büyüklüğü, uydu periyodu 12 saat olacak şekilde seçilmiştir.



Şekil 2.8 Dairesel ve Eliptik Uydu Yörüngeleri

Yukardaki şekilde eliptik yörüngenin zamana göre değişimi verilmiştir. Şekil 2.9'daki gibi 8 saatlik sürede yükselme açısı 75 derecenin üzerindedir. 20 derece doğu enlemine kadar Avrupa ülkeleri için yükselme açısı 50 dereceye kadar düşmektedir. 12 saatlik zamanda 8 saat, büyük yükseklik açısı elde edilebilmektedir.



Şekil 2.9 Eliptik Yörüngede Yükseklik Açısının Zamana Göre Değişimine Örnek

Böylece 24 saatlik doğrudan televizyon yayını için 3 uyduya gereksinim vardır. Buna karşılık dairesel yörüngeli uydu sisteminde tek bir uydu yeterlidir.

III. UYDU-MOBİL İLETİŞİM SİSTEMLERİ

Uydu-mobil iletişim sistemleri haberleşmede kolaylık ve ekonomik üstünlük getirmektedir. Taşımacılıkta ve seyahatler için binlerce mobil haberleşme sistemi kanalına gereksinim duyulmaktadır. Diğer taraftan yerleşim alanlarında mobil birimleri arasında haberleşme hücresel mobil telefon servis sistemi ile sağlanmaktadır. Yine hücresel mobil haberleşme sistemi ile de gerek bölgesel ve gerekse bölgeler arası iletişim sağlıklı bir şekilde yerine getirilebilmektedir. Çok büyük bölgelerde normal yer haberleşme sistemlerinin iyi hizmet veremedikleri için uydu-mobil haberleşme sistemleri önem kazanmıştır. Okyanus bölgeleri örnek olarak gösterilebilir. Amerika Birleşik Devletlerinde 10 milyon kişinin yaşadığı bölgelerde hücresel telefon haberleşme sistemi bulunmaktadır.

Uydu-mobil haberleşme sistemleri çok çeşitli mobil terminallerine hizmet sunabilecek verimliliğe sahiptir. Bu sistemlerde mobil terminallerine kamyon ve diğer karayolu araçlarına, gemilere ve taşınabilir terminallere haberleşme imkanı sağlamaktadır. Bu taşınabilir terminalerin büyüklükleri evrak çantası kadar olabilmektedir. Abonelerin kullandıkları haberleşme kanalları :

- Kayıt ve paketlenmiş veri kanalları
- İnteraktif paket veri kanalları
- Devre anahtarlamalı kanalları

şeklinde 3 çeşittir. Birinci tür kanalları gerçekleştirilmesi kolay olup, bu kanallar az sayıya veri nakledebilmekte ve dağıtım süresi birkaç dakika veya daha fazla olabilmektedir. Bu tür kanallardan araçların bulunduğu yerler ile ilgili raporlar nakledilmektedir. Ayrıca araçları yöneltten bilgiler, bazı acil durum bildirimleri de iletilebilir. Ancak bazı acil durumlarda birkaç dakikalık gecikme istenilmeyebilir. Bu durumlarda ikinci tür birbirini etkileyen paket veri kanalları kullanılabilir. Gerçek zaman domeninde ses transmisyonu veya büyük miktarda bilgisayar veri iletiminde devre anahtarlamalı kanallar kullanılmaktadır. Bir çok durumda mobil telefon verimliliği, hücresel telefon verimliliğine eşit, ancak mobil telefon sisteminin sunduğu hizmet daha geniş çaptadır. Bu durumlarda giriş istasyonu birleştirici rolü

oynamaktadır. Giriş istasyonunda kamu telefon anahtarlama teçhizatı bulunmaktadır. Giriş istasyonu, haberleşme uydusu aracılığıyla mobillerle iletişindedir [1], [2].

3.1 Günümüzdeki ve Gelecekteki Uydu-Mobil Sistemleri

Uydu mobil iletişim sistemleri genelde üçe ayrılmaktadır. Birinci tür sistem veri ve ses iletimi, ikinci tür sistemde sadece “kayıt ve paketlenmiş veri” iletimi sağlanmaktadır.

Tablo 3.1 Ses ve Data Servisi Sağlayan Uydu-Mobil İletişim Sistemleri

Uydu-mobil sistemi	Kuruluş/Şirket	Servis kategorileri	Kapsama Bölgesi	Terminal Çeşidi	Sistemin çalışmaya başladığı tarih
Inmarsat - A	Inmarsat	Mobil-Telefon Devre Anahtarlama veri Paketlenmiş veri	Geniş Işın Demeti	Gemiler	1976
Inmarsat Aeronautica	Inmarsat	Mobil-Telefon Devre Anahtarlama veri Paketlenmiş veri	Geniş Işın Demeti	Uçaklar	1990
Inmarsat - M	Inmarsat	Mobil-Telefon Devre Anahtarlama veri	Geniş Işın Demeti	Gemiler	1993
Inmarsat - B	Inmarsat	Mobil-Telefon Devre Anahtarlama veri Paketlenmiş veri	Geniş Işın Demeti	Gemiler	1993
Mobilesat	Aussat Pty.Ltd.	Mobil-Telefon Devre Anahtarlama veri	Avustralya	Tüm mobiller	1993
Msat	American Mobile Satellite corp. (USA) Telesat Mobile Inc. (CANADA)	Mobil-Telefon Mobil-Radyo Devre Anahtarlama veri Paket veri	Kuzey Amerika	Tüm mobiller	1994

Tablo 3.1’de verilen tüm sistemlerdeki uyduların yörüngeleri jeosenkronundur.

Üçüncü sistemde de sadece “kayıt ve paketlenmiş veri” iletimi sağlanmakta, ancak bantları farklıdır. Veri ve ses iletimini sağlayan uydu-mobil sistemlerinin bazı özellikleri Tablo 3.2 de verilmiştir.

Tablo 3.2 Ses İletim Karakteristikleri.

Uydu-mobil Sistemi	Ses kodlama hızı (kbit/sn)	Hatasız veri hızı (kbit/sn)	Modülasyon	Ses kanalının bant genişliği(KHz)
İnmarsat-A	Kullanılmıyor	Kullanılmıyor	Sayısal Modülasyon	50
İnmarsat Aeronautical	9,6	19,2	QPSK	17,5
İnmarsat-M	4,2	6,4	QPSK	10
İnmarsat-B	16	21,33	QPSK	20
Mobilesat	4,2	6,4	QPSK	7,5
Msat	4,2	6,4	QPSK	7,5

Bu bölüm içindeki tüm sistemlerde uyduların frekans paylaşmalı çoklayıcı yöntem kullanılmaktadır. Tablo 3.2 de verilen ilk dördü Inmarsat sistemidir. Bu sistemler iki adet Marecs uyduları kullanarak çalışmaktadır. Bu uyduların üçü de denizcilik haberleşme alt sistemleri ile uyumludur. İlki Inmarsat-A sistemidir. Bu sistemin terminalleri oldukça büyük ve antenin çapı bir metredir. Inmarsat-A sistemi tasarlanırken spektrum etkinliği en önemli sınırlama olarak alınmıştır.

Sonuçta 50 KHz bant genişliği kullanılmakta, Inmarsat sistemi analog olup frekans modülasyonludur. Daha sonra sayısal modülasyon tekniklerine geçilmiştir.

Inmarsat-M ve -B sistemleri paralel geliştirilmiştir. İki sistemde de aynı işaretleşme raporu kullanılmaktadır. M sisteminin ses iletimi kaliteli, ancak veri iletimi düşük hızlıdır. B sisteminde profesyonel haberleşme kalitelidir. A ve B sistemlerinin karakteristikleri özdeştir. Tipik anten kazancı 20 dB mertebesindedir.

Inmarsat-M terminallerinin antenleri daha küçük boyutlu, kazancı ise denizcilikte 14 dBi, yerel mobil terminallerinde ise 12 dBi dir. Inmarsat standart-C sistemi gemiler ile kara arasında, karada hareketli araçlar arasında veya araçtan sabit bir merkeze uydular üzerinden düşük hızla veri iletişimi sağlanmaktadır. Bu sayede, gemilerin yanısıra kara taşıtları da buldukları yerden bağımsız olarak birbirleri veya kontrol merkezleri arasında 600 bit/sn hızında çift yönlü veri ve teleks iletişimi yapılabilmektedir, milli ve milletler arası haberleşmede şebekelerle bağlanabilmektedir.

Inmarsat-C sisteminde kullanıcı terminalleri, yönden bağımsız anteni ve Inmarsat uydusu üzerinden L bandında sahil yer istasyonuna ulaşır. Aranılan yer, diğer bir uydu terminali ise sahil uydu yer istasyonu tarafından hafızaya alınan haberleşme bilgisi yine Inmarsat uydusu üzerinden aranılan uydu terminaline gönderilir. Aranılan yer karasal şebekedeki bir nokta ise, sahil uydu yer istasyonu aramayı ulusal veya milletlerarası şebekeye yönlendirilir. Inmarsat-C servisi, 600 bit/sn hızında veri iletiminin yanısıra uzaktan gözetim, kontrol ve yönetim uygulamalarında yaygın bir kullanım alanı bulabilmektedir. Bu uygulamalardan petrol ve gaz boru hatlarının kontrol, enerji kontrol sistemleri, trafik kontrol ve izleme sistemleri, çevre koruma ve erken uyarı sistemleri, uzak meteoroloji istasyonlarından bilgi toplama gibi uygulama alanları sayılabilir. Ayrıca, Inmarsat-C hizmetinin uluslar arası kara taşımacılığı sektöründeki kullanım alanı oldukça yaygındır. Bu uygulamada otobüs tren ve tır filoları gibi kara taşıma araçlarının bir merkezden kontrol ve yönetimi sağlanmaktadır. Pozisyon sistem cihazı ile filoda bulunan tüm araçların bilgisayar ekranındaki haritalar üzerinden takibi ve buldukları yerlerin hassas olarak kontrol merkezince izlenmesi, bu araçların birbirleri ile kontrol merkezleri arasında veri ve teleks iletimi yapabilmeleri, uygun arabirim cihazları ile taşıtın yakıt durumu, hızı, yükü, hatta lastik hava basınçlarının kontrol merkezince bilinmesi mümkündür.

Aussat Ltd. tarafından Mobilesat uydu-mobil sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem ilk hizmet olarak ses ve veri iletimi sağlamaktadır.

Aussat uydu antenlerinin kazançları çok yüksektir. Aynı zamanda Mobilesat terminal antenlerinin kazançları daha düşük ve boyutlarında küçüktür.

Mobil terminaline haber göndermek için, 1200 bit/sn hızda sayısal veri dizisi ilk önce kod çözücüsünden geçirilir. Sonra işaret işleme tekniği ile çip hızı 1,228 MHz yapılmaktadır. Bu işaret BPSK yöntemi ile işlendikten sonra, mobil terminaline ulaşan işaretin bant genişliği 4 GHz olmaktadır. Gelecekte planlara göre alınan bandı 2,483 – 2,5 GHz şekline düşünülmektedir.

Mobil terminali verileri 15,625 kbit/sn hızla göndermektedir. İleri yönde kodlayıcı kullanılmaktadır. Burada 8 MHz çip hızı “ direkt-dizi dağılma spektrumu” tekniği ile elde edilmektedir. Elde edilen işaret ikili faz kaydırmalı anahtarlama yöntemi ile modüle edilmekte ve uyduya 1,610 –1,625 GHz frekansında gönderilmektedir. Bugünkü uydu mobil haberleşme sistemlerinde kod paylaşmalı çoklayıcı, zaman paylaşmalı çoklayıcı ve frekans paylaşmalı çoklayıcı yöntemleri kullanılmaktadır.

3.2 İridyum Uydu-Mobil İletişim Sistemi

İridyum uydu mobil sisteminin belkemiğini oluşturan 77 adet küçük uydular alçak yörüngede dünyadan 765 km uzaklıkta bulunacaktır. Bu oldukça düşük yükseklik ile kullanıcı ile uydu arasında en çok 2315 km gibi bir iletişim mesafesi bulunacaktır. 35188 km gibi bir uzaklıkta olan jeosenkron uydulara nazaran, iridyum sistemindeki uydular daha hafif, düşük güçlü olacak ve küçük antenlere gereksinim duyulacaktır. İridyum sistemindeki uydular topluluğu, her boylamda 11 uydudan oluşmuş eşit aralıklarla yerleştirilmiş, 7 boylamda dönecektir. Her bir uydunun yörünge periyodu 100 dakika olup uydular arasındaki bağlantı mikrodalga kros-linkleri ile sağlanacaktır. Böylece uzayda büyük bir haberleşme ağı oluşturulacaktır. Bu şebekenin dünya ile bağlantısı giriş yer istasyonları aracılığı ile sağlanacaktır. Her geçiş terminali genel telefon şebekesi ile bağlantılı olacaktır. Böylece iridyum aboneleri genel telefonlar ile iletişim kurabileceklerdir.

Mobil veya hareketli kullanıcı ile uydu arasındaki radyo linkler bandı 1,6-1,7 GHz frekans aralığındadır. Bu sistemde uydular arası ve uydu geçiş terminali arası Ku bandında olup, bu band 18-30 GHz frekans aralığındadır. L Bandı uydu-mobil radyolink için, küçük dalga boylarında uzay kayıpları da küçük olacağından en uygun frekans bandıdır. Her uyduda L-bandında mikroşerit antenlerden oluşmuş diziler bulunmaktadır. Bu diziler birbirinden bağımsız 37 ışın demeti meydana getirmektedir. Burada sistemin toplam gücü ışın demetleri

arasında paylaşılmaktadır. Linkin kapasitesi açısından her demetin taşıyıcı gücü, elektronik olarak kumanda edilebilmektedir. Her ışın demet hücre modeli uyduya göre sabit yeryüzeyine göre hareketlidir. Hücreden hücreye geçiş petek telefon sistemlerindeki benzemektedir. Kullanıcıların temel band formatı sayısaldır. Bu format üstün kaliteli kodlanmış veya dekodlanmış ses işaretlerinden oluşmaktadır. Bu ses işaretleri 4800 bit/sn hızında hata düzeltme kodlamasıyla kodlanmaktadır. Radyo-linklerde osilatör kaydırmalı anahtarlama modülasyonu ile zaman paylaşmalı veya frekans paylaşmalı çoklayıcı sistem kombinasyonu kullanılmaktadır. Buna ilaveten hücresel modelde uzay paylaşmalı çoklayıcı sağlanmaktadır. Zaman paylaşmalı çoklayıcı ile uzay paylaşmalı çoklayıcı sonucu aynı taşıyıcı frekansını birkaç kez kullanım olanağı doğmaktadır. Bir tek demet hücresi aynı anda 236 aboneye hizmet edebilmektedir [2].

Söz konusu uydular dünya yüzeyini tümüyle kaplamak üzere hücre prensibini kullanarak, paket anahtarlama sayısal haberleşme sistemi şeklinde çalışmak amaçlanmaktadır. Sistem ayrıca genel anahtarlama şebeke bağlantıları için uzay yer geçiş istasyonlarını da içermektedir. Böyle bir sistemde servis kullanımı abone ülkeler tarafından kontrol edilebilecektir. Bu sistem haberleşme trafik yoğunluğunun düşük olduğu, nüfusun az olduğu bölgelerde, örneğin okyanuslarda ve özel haberleşmenin gerekli olduğu yerler için en uygun olanıdır.

3.3 Servis Amaçları

Bu sistemin amacı, dünyanın herhengi bir noktasından bir abonenin taşınabilir bir terminal ile sisteme katılan bir ülkenin genel anahtarlama devreleri (PSN) bağlantısına izin veren özel haberleşme sağlanmasıdır. Uydu-mobil sistemleri, mobil hücresel telsiz terminallerinden büyük olmayan taşınabilir terminaller ile ses ve veri haberleşmesi sağlamada kullanılır. Kutuplara yakın uydulardan yararlandığı için kutuplara yakın bölgelere sağlanan haberleşme hizmetleri kalitelidir. Taşınabilir terminallere ilave olarak mobil terminaller otomobil, kamyon ve gemi gibi araçlarda kullanılabilir. Mobil terminallerde geniş ışın demetli antenler veya anten elemanlarının fazlarını değiştirerek, ana kulaklara yönlendirilen çok elemanlı antenler kullanılabilir.

3.4 Mobil Uyduların yörüngedeki Konumları

Uyduların yörüngedeki konumları yeryüzeyinin her noktasını sürekli olarak bir veya daha fazla uydunun kaplama alanı içinde kalacak şekilde seçilmiştir. Aynı yönde ve 7 yörüngede hareket eden uydular Kuzey kutbuna doğru birlikte ilerlemesi Kuzey kutbunu geçerek dünyanın diğer tarafında bulunan Güney kutbuna ulaşmayla yeryüzeyinin her noktasını iletişim alanı içerisinde bulundurmaktadır.

Hücre:

Her uydu dünya yüzeyi üzerinde 37 bitişik hücre oluşturacak kapasiteye sahiptir. Ancak kutuplara yakın her uydu için sadece birkaç hücre yeterlidir. Kutuplara yakın bölgelerdeki hücrelerin çapı yaklaşık olarak 670 km'dir. Dünya yüzeyi üzerinde oluşturulan hücre yapısı içerisinde, 7 hücre diyagramı zaman paylaşmalı çoklayıcı erişim yoluyla üretilmektedir. Bahsedilen hücrelerin her birinde abonelere yukarı-link için frekans paylaşmalı çoklayıcı sistem, aşağı-linkte zaman paylaşmalı çoklayıcı yöntem kullanılması amaçlanmaktadır. Buna göre kanal sayısı kullanılabilir sistem band genişliğine bağlıdır.

Haberleşme Hizmetleri:

Sistem hem ses hem de veri haberleşmesi sağlayabilecek özelliktedir. Haberleşme abone terminalleri arasında veya abone terminali ile geçiş istasyonları vasıtasıyla PSN genel anahtarlamalı devreler arasında olabilmektedir. Geçiş istasyonları yağmur ve güneş etkilerine karşı haberleşmede sürekliliği sağlamak için 30-35 km aralıklarla kurulmuş 2 veya daha fazla yer istasyonundan ibarettir.

Telefon ve Radyo İletimi, Veri İletimi:

Sistemde tümüyle sayısal haberleşme kullanılır. Ses iletiminde sayısal iletişimin sağlanması için geçiş istasyonlarında ve abone ünitelerinde 4,8 kbit/sn iletim hızında çalışan ses kodlayıcıları bulunmaktadır. Sistem ses linki yerine 2,4 kbit/sn hızında bir veri link kullanımını mümkün kılacak şekilde tasarlanmıştır.

3.5 Haberleşme Formatları

Bu sistemde ;

- Uydu-abone haberleşme linki
- Uydu kros linki
- Uydu-geçiş istasyonu besleme linki

olmak üzere üç haberleşme linki gerekmektedir. Adres, kontrol ve bilgi işaretlerinden oluşan haber tüm iletişim linkleri için kullanılmaktadır.

3.5.1 Uydu-Abone Haberleşme Linki

Bu link mobil abonesiyle uydu arasındaki ilk haberleşmeyi sağlamaktadır. Bu linkler hata arama, düzeltme işlemi yapılmış ve kodlanmış faz kaydırmalı anahtarlama modülasyonlu haberleri içeren linklerdir. Bu linklerde hem frekans ve hem de zaman paylaşmalı çoklayıcı yöntem kullanılmaktadır.

Tam kapasite ile ses haberleşmesi sağlamak için tercih edilen çalışma frekansı 1 GHz'in üzerindedir. Pegasus gibi küçük uzay araçlarıyla yörüngelerine yerleştirilen uyduların tarama ışınları anten boyutları minimum frekansın 1 GHz olmasını belirlemektedir. Taşınabilir yer terminali verici gücünü düşük tutmakla beraber çalışma frekans bandının 1 GHz'in üzerinde makul seviyede tutulması tercih edilmektedir. Uyduların tasarımına göre 2,2 MHz'lik bir band genişliği idealdir. Bu band genişliği her bir hücre için 270 kanal sağlamaktadır. 40 hücre ile Amerika kıtası ve 1600 hücreyle de dünyanın her bölgesi kaplanabilir ki bu da teorik olarak Amerika için maksimum 9600, tüm dünya için ise 38400 ses ve bilgi kanalı sağlamaktadır [2].

3.5.2 Uydu Kros-Linki

Adres, kontrol ve bilgi işaretlerinden oluşan haber bir uydudan uydu rölesine transfer edilmektedir. Her uydu yüksek bilgi oranlı faz kaydırmalı anahtarlama modülasyonlu bir link kullanarak haber iletmektedir. Bu uydu kanallarında uydular arası çoklayıcı erişim

formatı olarak frekans paylaşmalı çoklayıcı yöntem kullanılmaktadır. Bu linkler için haberleşme uzaklığı 4000 km mertebesindedir. Ayrıca her bir uydu komşu yörüngedeki iki uydu ile haberleşme yapabilir ve bu uzaklıkta 4600 km'ye kadar değişebilmektedir.

Sistemdeki uydu kros-linklerinden her bir uydunun aynı yörüngedeki ve komşu yörüngedeki en yakın uydular ile bağlantısı olabilmesi için 6 geçiş linkine gereksinim vardır. Tüm uyduları içeren sistemde 7 yörünge olup, Kuzey ve Güney kutbunda linkleri beslemek için en az 7 çift frekans gereklidir. Bu frekanslar uyduların tek ve çift numaralı boylamlarındaki farklı pozisyon durumlarına göre belirlenmiştir. Sekizinci frekans çifti ise karşı kutupta aynı frekansta iki linkin çalışmasını önlemek için gereklidir. Her bir linkin band genişliği trafik modelinden elde edilen daha önceki bilgilerinden yararlanılarak belirlenmiştir. Her uydu linkinin 8 kbit/sn iletim hızında 3000 aboneye hizmet vermesi gerekmektedir ki bu da 20 Mbit/sn'dir. Gerekli toplam bilgi hızı ise $2.8.24 = 384$ Mbit/sn olmaktadır. Bu frekans bandında 200 MHz band genişliğinde 2 frekans gerekli olup söz konusu frekanslar birkaç yüz MHz aralıklarla ayrılmalıdır ki girişim olmaksızın iletişim sağlanabilsin. Uydu kros-linklerinin frekans bandınının 22 GHz ile 33 GHz frekanslarında olması düşünülmektedir.

3.5.3 Uydu-Geçiş İstasyonu Besleme Linkleri

Karasal genel anahtarlama devreleri (PSN) bağlantısı geçiş istasyonları aracılığıyla yapılmaktadır. Her uydu bu geçiş istasyonları vasıtasıyla PSN'lere bağlantı kapasitesine sahiptir. Geçiş istasyonları yaklaşık olarak 4 m çaplı yönlendirilebilir paraboloidal reflektör antenlere, anahtarlama ve devre kontrol fonksiyonlarına sahiptir.

Geçiş istasyonu gerekli link sayısı, herhangi bir uydudan en az iki yer geçiş istasyonu linkini besleyecek şekilde belirlenmelidir. Yukarıda belirtildiği gibi her yukarı ve aşağı-link için 50 MHz olmak üzere $2.2.50 \text{ MHz} = 200 \text{ MHz}$ gereksinim vardır. Frekans bandlarınının 20-30 GHz bandlarında olacağı tahmin edilmektedir [1], [2], [6].

IV. INMARSAT HABERLEŞME SİSTEMLERİ

Yeni Inmarsat sayısal haberleşme servisleri, Inmarsat-B ve Inmarsat - M gelecek yüzyıl içinde mobil uydu haberleşme kullanıcılarının ihtiyaçlarını karşılamak için dizayn edildi. Bu sistemler gelişmiş bir temel üzerine oturuldu. Fakat bunlar maliyeti yüksek teknolojilerdir. Donanım ve kullanım maliyeti minimuma düŐürölme çalışmaları devam etmektedir [8].

4.1 Inmarsat-A, -B, -C, -M

Inmarsat-A:

Bu analog FM sistemi, bir Mobil Earth Station (MES) (Mobil Yer İstasyonu) ve bir CES arasındaki telefon, teleks, faks, veya data iletişimini 56 kbit/sn'ye kadar olan data oranlarında sağlar.

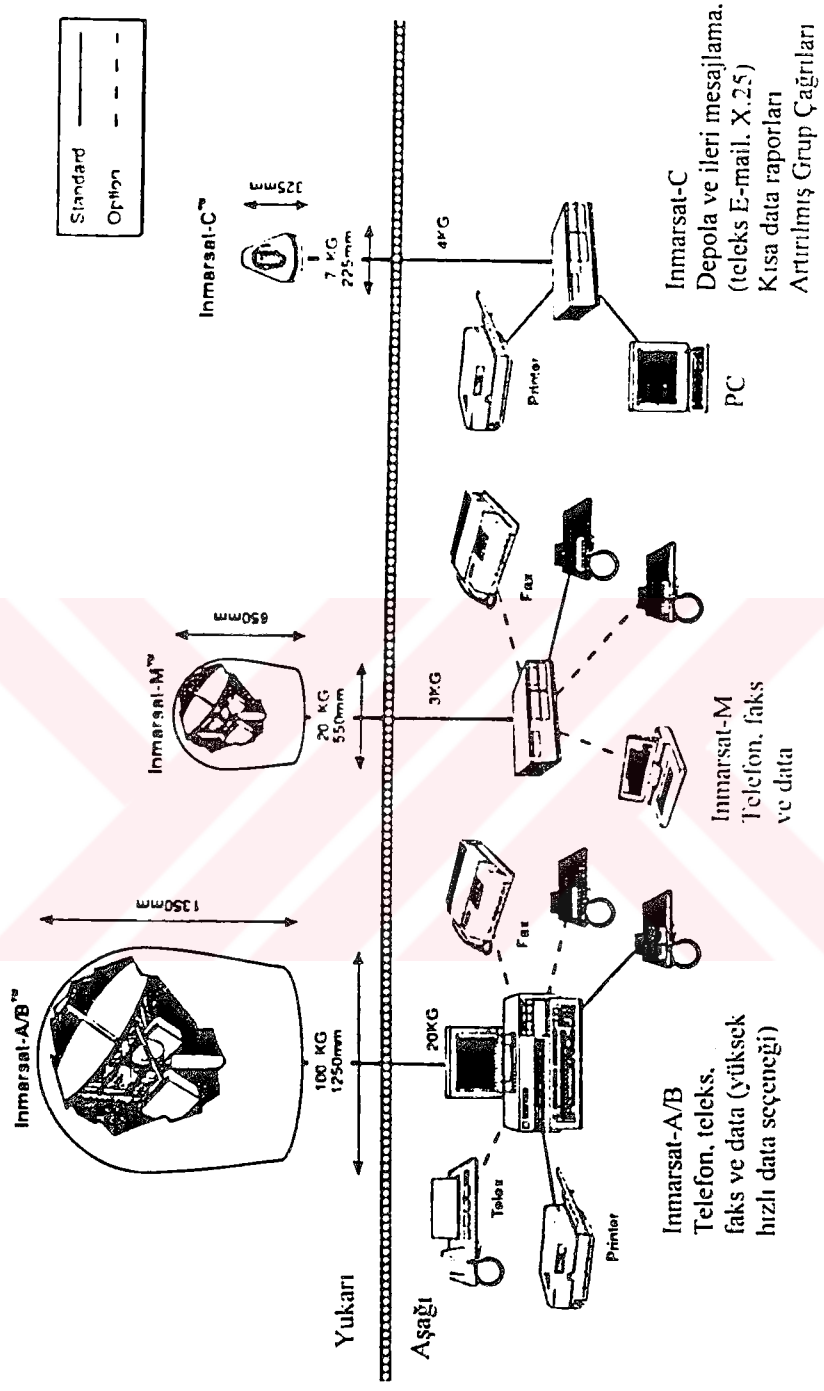
MES oldukça karışık ve pahalıdır (25 000 \$ ile 50 000 \$ arasında değişir). Genel olarak yalnızca büyük okyanus gemilerinde tercih edilmektedir. Daha çok yakın zamanlarda, açılabilir antenlerle (20 dBi'den daha büyük kazançlarda) taşınabilir Inmarsat-A terminalleri kara mobil uygulamaları için özellikle ileri sürölmüŐtür [1].

Inmarsat-A uluslararası mobil uydu haberleşme sisteminin çalışmaya baŐlamasına 10 yıldan daha fazla süre olmuştur. Başlangıçtan bu yana haberleşme sistemlerindeki gereç ve yeteneklerde sayısız gelişme olmuştur. Sistem kullanımı artmış ve kullanıcılar haberleşme ihtiyaçlarına bir hayli alıŐmıŐlardır ve günlük hayatlarının bir parçası durumuna gelmiŐtir. İlk olarak, başlıca ses ve teleks için sistem, faks kullanımını ve bilgisayar data trafiğinin artan önemini benimsemiştir. 1970'lerde iyimserler ve hayalperestler, uydu haberleşmelerinin bir gün denizde 10000 kullanıcıya yardım edebileceğini düŐündüler; bugün yüklü Inmarsat-A gemi yer istasyonu (SES) 15000 üzerinde kullanıcıya sahiptir ve bu sayı gün geçtikçe artmaktadır.

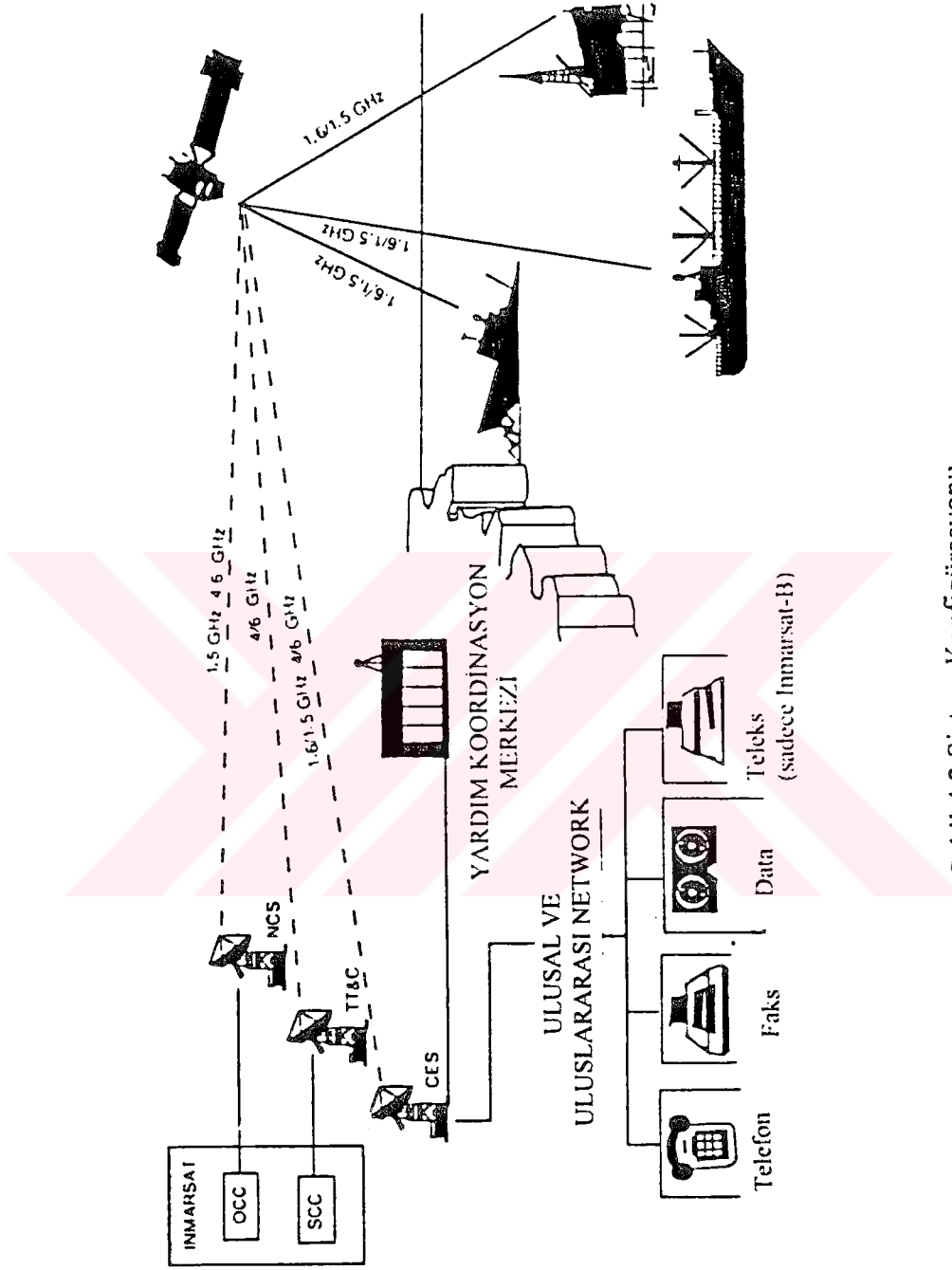
Bu zaman esnasında Inmarsat-A ses ve teleks sistemi göreve başlamıştır. Inmarsat-A kapasitesini iyileştirmek için eklentiler yapılarak düzeltildi, genişletildi ve kullanıcı kitlesi arttı. Şimdi Inmarsat-A, gelişmiş ve çok kanallı SES'ler ve yüksek hızlı datalar gibi kompleks özelliklere sahip sistemlere yardım etmektedir. O bir güvenilir işgücüdür, büyük öneme sahip gemiler arasındaki ilişkilerin güvenilirliği açısından aralarında yapılan haberleşmelerin bir dayanak noktası olarak denizleri kullanmaktadır. Tanıtımından bu yana düşük gürültülü ses kodlaması ve sayısal işaret işleme gibi yeni teknolojiler kullanılmıştır. Yeni sayısal sistemler, Inmarsat-B ve Inmarsat-M Şekil 4.1'de gösterilmektedir. Onlar bu teknolojilerin avantajlarını kullanmak için geliştirilmişlerdir ve azalan maliyet ve büyüyen uyum onların ileri sürdükleri kolaylıklar olmuştur. Bu sayısal sistemler, Inmarsat-A'ya benzer servisler içermektedir (Tablo 4.1) ve PSTN (Public Switched Telephone Network) için aynı konfigürasyon kullanımını Şekil 4.2'de gösterildiği gibidir [8].

Inmarsat-B:

1993 yılında dünya çapında kullanılmaya başlayan bu sistem, Inmarsat-A yerine geliştirilen dijital bir haberleşme sağlamaktadır. 16 kbit/sn dijital bir ses kodlaması kullanmaktadır [1].



Şekil 4.1 Inmarsat Gemi Yer İstasyonu



Şekil 4.2 Sistem Konfigurasyonu

Tablo 4.1 Inmarsat Uydularının Özellikleri

Özellikleri	Inmarsat-A	Inmarsat-B	Inmarsat-C	Inmarsat-M
Kullanımı	Küresel	Küresel	Küresel	Küresel
Ağırlığı	120 kg	100 kg	10 kg	25 kg
Anten boyutu ve yüksekliği	0,9 - 1,2 m	0,9 m	0,3 m	0,5 m
Anten tipi ve uydu izleme yolu	Yönlendirilmiş anten, mekanik olarak rotası verilen ve araç hareketine karşı sabit olarak dönen	Inmarsat-A ile aynı	Küçük, her yönlü anten, parçaların hareketi olmaksızın, sabitleştirmeye veya rota verilmeye ihtiyaç duymaz	Inmarsat-A / -B ile aynı
Haberleşme tipi	Gerçek-zaman	Gerçek-zaman	Topla-ve-ileri	Gerçek-zaman



Servisleri	Inmarsat-A	Inmarsat-B	Inmarsat-C	Inmarsat-M
Ses	Var	Var	Yok	Var
Data mesajı			Var	
Teleks	Var	Var	Var	Yok
Grup 3 faks (oranlar)	9600 bit/sn	9600 bit/sn	Yok	2400 bit/sn
Data (oranlar)	9600 bit/sn	16000 bit/sn	600 bit/sn	2400 bit/sn
X-25 (tahsis edilmiş data kanalı)	Var	Var	Var	Var
X-400 (E - mail kutusu)	Var	Var (artırmalı)	Var	Var (artırmalı)
Yüksek Hız Data	56 / 64 kbit/sn	56 / 64 kbit/sn	Yok	Yok
Depo - ve - ileri video işlemi	Var	Var	Yok	Yok
Kısa data / Bilgi durumu	Yok	Yok	Var	Yok

Grup çağrı servisleri	Inmarsat-A	Inmarsat-B	Inmarsat-C	Inmarsat-M
Güvenlik NET	Var, yüklenmiş alıcı grup çağrıları ile	Var, yüklenmiş alıcı grup çağrıları ile	Var	Var, yüklenmiş alıcı grup çağrıları ile
Donanma NET	Var, yüklenmiş alıcı grup çağrıları ile	Var, yüklenmiş alıcı grup çağrıları ile	Var	Var, yüklenmiş alıcı grup çağrıları ile

Sıkıntı ve Güvenlik	Inmarsat-A	Inmarsat-B	Inmarsat-C	Inmarsat-M
GMDSS	Var, alıcı çağrı gruplarının donanım düzeltilmesi ile	Var, alıcı çağrı gruplarının donanım düzeltilmesi ile	Var	Yok
Sıkıntı butonu	Var	Var	Var	Var

Inmarsat-C:

Bu sistem daha düşük maliyetli bir MES'e baz alınmıştır ve 1991 yılında iki yol data mesajlama servisi sağlamak için ileri sürülmüştür. Birincil amaç; terminallerin boyutu, ağırlığı ve maliyeti azaltmaktır. MES; küçük, her yöne yöneltilen, düşük kazançlı bir anteni 600 bit/sn data kanalını desteklemek için kullanmaktadır. MES'in ağırlığı yaklaşık 4 kg'dır.

Terminallerin maliyeti genellikle 5000\$ ile 8000\$ arasında değişmektedir. Bu maliyetin gelecekte azaltılması beklenmektedir [1].

Aeronautical System (Uçakla İlgili Sistem):

1991 yılında ileri sürülen bu sistem, uçak ve Kara Yer İstasyonları (CES) arasında direkt olarak dijital bir ses ve data servisi sağlamak için düzenlenmiştir. Bu, Genel Anahtarlama Telefon Network'ü (PSTN) ile bağlantı kurmakta ve ses transmisyonu (bir 9600 bit/sn ses kodlaması kullanarak) ve 9600 bit/sn'de data servisleri sağlamaktadır. Anten kazancı 12 dBi dolaylarındadır [1].

Inmarsat-M:

1992 yılı sonlarına doğru ileri sürülen bu sistem, hem denizcilik ve hem de kara mobil uygulamaları için daha düşük maliyetli dijital ses, faks ve data servisleri sağlamaktadır. Bu servis MES maliyetlerini azaltarak ve daha ucuz çağrı şarjları ileri sürerek daha büyük bir pazar için Inmarsat servislerini çoğaltmayı amaçlamaktadır. Ses transmisyonu sağlamak için, bu bir 6,4 kbit/sn'de dijital ses kodlaması kullanarak ve 2400 bit/sn'de data servisleri destekleyerek başarılmaktadır.

MES orta kazançlı 12 dBi'lik antenler kullanmaktadır. Terminaller ilk ileri sürüldüğünde, 10 000 \$ ve 15 000 \$ arasında maliyet düşünülmüştür. Taşınabilir uygulamalar için terminaller 10 kg ağırlığında bir sürümle kullanıma girmiş bulunmaktadır. Buna ek olarak, daha düşük maliyetli mobil, elle taşınabilen terminaller planlanmaktadır. Her yöne yöneltilebilen antenlerle bunların elle taşınabilen birimler olması düşünülmüştür ki; 2000 yıllarında çok uygun tarifelerde ses ve data servisleri ileri sürecektir [1].

4.2 Sayısal Gelişim

Inmarsat-B, Inmarsat-A'ya alternatiftir ve aynı servislerin ilk sürümleridir. Inmarsat-A frekans modülasyonunu baz alırken, Inmarsat-B bir ses kodlamasını kullanan ses dalga formunu dijit eder. Bu Japon denizüstü haberleşme şirketi KDD tarafından geliştirilmiş olan yeni sistem, APC (Adaptive Prediction Coding) algoritmasını kullanan ses dalga formu datasını sıkıştırır. Sonra APC sıkıştırma saniyede 16 kbit (16 kbit/sn), ses bilgisi düzenleme, işaretleme ve data düzeltme bilgisi ile kombine edilir ve daha sonra 24 kbit/sn'de Offset Quadrature Phase Shift Keying (O-QPSK) modülasyonu kullanarak taşıyıcı üzerine bindirilir. İleri Hata Düzeltme (FEC) kodlaması alıcıda doğru demodülasyon sağlar, arkasından orjinal dalga formunu yeniden kurar [1], [7], [8].

Bunun büyük avantajı, band genişliğinin sadece 20 KHz ve ileri uydu gücünü 16 dBW dolayında kullanan bir yapımla olan ses çağrısı olmasıdır. Bu, çağrı başına uydu olanaklarını sağlar, daha düşük çağrı dolmalarına izin verir. Link bütçesi Tablo 4.2'de gösterildiği gibidir.

Tablo 4.2 Link Bütçesine Örnek (SCPC ses kanalları)

İleri link		Inmarsat-B	Inmarsat-M
CES EIRP	dBW	56	57
Yukarı link kayıp	dB	201	201
Uydu G/T	dB/K	-14	-14
Yukarı-link C/N ₀	dB/Hz	69	70
Uydu C/IM	dB/Hz	61	62
Uydu EIRP	dBW	16	17
Aşağı-link kayıp	dB	189	189
SES G/T	dB/K	-4	-10
Aşağı-link C/N ₀	dB/Hz	52	47
Doğal C/N ₀	dB/Hz	51	46
İstenen C/N ₀	dB/Hz	45	41
Sistem payı	dB	6	5

Geri Link		Inmarsat-B	Inmarsat-M
SES EIRP	dBW	33	24
Yukarı-link kayıp	dB	189	189
Uydu G/T	dB/K	-12	-12
Yukarı-link C/N ₀	dB/Hz	61	51
Uydu C/IM	dB/Hz	64	55
Uydu EIRP	dBW	-5	-15
Aşağı-link kayıp	dB	197	197
CES G/T	dB/K	33	33
Aşağı-link C/N ₀	dB/Hz	58	49
Doğal C/N ₀	dB/Hz	55	46
İstenen C/N ₀	dB/Hz	45	41
Sistem payı	dB	10	5

Inmarsat-B SES'leri (her ne kadar SES'in gönderme gücü bir Inmarsat-A'ninkinin yarısı olabileceksede) Inmarsat-A SES'ler gibi aynı anten ve radomeleri (çadırları) kullanır (yaklaşık 1 m çapında). Boyut, daha büyük tekneler için problemler çıkartmazken küçük tekneler ve orta boylu yatlar ve balık tekneleri gibiler için sakıncaları vardır [1], [5].

4.3 Daha Küçük Gereksinimler

Inmarsat-B varolan müşteriler için bir "gelecek nesil" olmak için tasarımlanmışken, Inmarsat-M yeni pazarlara uzanmaktadır; başlıca daha küçük tekneler, arabalar ve bunların hepsi donanım boyutu üzerine sınırlanarak üzerine yüklenmektedir. Ama dizayn kriteri, uydu gücünü artırmaksızın anten boyutunu küçültmekti. Sistem gelişimi için istenen maliyet ve zamanı minimize etmek donanım gelişimi ve servis tanıtımı açısından Inmarsat-M dizaynı Inmarsat-B'den daha masraflıdır. Sadece işaretleme sistem formatı payı değil, aynı zamanda Network Coordination Station (NCCS) ve Coast Earth Station (CES) da kullanılmaktadır. Nitekim, Inmarsat-M ve Inmarsat-B trafiğinin her ikisini desteklemeye ihtiyaç duyulan çok küçük eklenmesi gereken birime ihtiyaç vardır. Daha küçük bir antenin kullanımına izin vermek için buna ilaveten ses kodlaması ve modülasyon üzerine bazı iyileştirmeler yapılmıştır. Massachusetts Institute of Technology'de geliştirilen Improved Multi-band Excitation (IMBE) algoritması kullanarak, ses 4.2 kbit/sn'ye çözünür ve sıkıştırılır. Sonra, bir 8 kbit/sn O-QPSK taşıyıcısı üzerine modüle edilir. Inmarsat-B ses kodlayıcısına benzemez, temel band dalga formunun sıkıştırılmasını düzenler. IMBE ses kodlaması bir ses spektrum modeli üzerine baz alınmıştır. Ses kod analizleri 20 ms'de genel dalga form spektrumunu çözümler ve temel band işaretinden, bilginin sadece sınırlı bir kısmını kodlar. Bununla beraber çok sayıda orjinal dalga formunun gerekli olmayan parametreleri kaybolmuştur.

Her ne kadar ses Inmarsat-B ile desteklenen 'süper kalite' standartından daha düşük olan sisteme girse de, IMBE algoritması konuşmanın daha iyi tanınması ve kalite standardını sağlar. Inmarsat-M ve B sistem parametrelerinin bazılarının karşılaştırması Tablo 4.3'de gösterildiği gibidir [8].

Tablo 4.3 Sistem Parametreleri

Parametre	Inmarsat-B	Inmarsat-M
Kodlama Yöntemi	APC (dalga formu kodlama)	IMBE (ses kodlaması)
Kodlayıcı standardı	geçimlik durumu	haberleşme durumu
Kodlama oranı	16 kbit/sn	4,2 kbit/sn
Kodlama çerçevesi	20 ms	20 ms
Modulasyon çerçeve uzunluğu	80 ms	60 ms
İşaretleme oranı (bir çağrı esnasında)	80 ms/ işaret birimi	240 ms/işaret birimi
Modulasyon yöntemi	O-QPSK	O-QPSK
FEC (ses)	3/4	3/4 (standart değil)
SCPC kanal oranı	24 kbit/sn	8 kbit/sn
İstek kanal tipi	Pure (temiz) Aloha	Slotted (Yiv açılmış) Aloha
İşaret birim uzunluğu	96 bit	96 bit
RF ayar etme genişliği	20 MHz	15 MHz (20 MHz - isteğe bağlı)

Bu teknolojinin önemi Inmarsat-M'in band genişliğinin sadece 10 KHz ve çağrı başına nominal ileri uydu gücünün 17 dBW dolayında bir ihtiyaç duyulmasından ileri gelmektedir. Bununla birlikte 60 cm'den daha küçük antenin dezavantajı ve ışık genişliğinin daha da artması sonucu, yakın uydular arasındaki ayırt etme daima mümkün olabilmektedir. Çünkü aynı spektrum yakın uydular üzerinde her zaman kullanılmış olması olanaksızdır, bu sistem band genişliği etkisini zayıflatır. Dakika başına çağrı şarjları Inmarsat-B'ye benzerdirler.

4.4 Genel İşaretleme Sistemi

Bir uygun dizayn, yükleme ve sonraki deneme işaretleme altyapısı çok pahalı ve zaman alıcıdır. Bu yüzden bir genel işaretleme iskeleti Inmarsat-B ve Inmarsat-M sistemlerinin her ikisinde de kullanılır. NCS'ler ve CES'ler olmak üzere her iki sistem için kanal istekleri ve yol trafiğine cevap verebilecek şekilde bir işaret seti kurulmuştur.

Yaygın kullanılan bu sistemin başka bir avantajı da donanımı yapanların her iki üretim hattından, genel yazılım modüllerini, SES ve CES işaretleme yazılımlarını onaylamak ve düzenlemek için genel işaretleme sistem test donanımlarını kullanabilmesidir.

NCS'ler tarafından yapılan işaretleme sistemi anahtarlarından birisi de 'bulletin board' iletimidir. Bu temel informasyon, tüm SES'ler tarafından devamlı olarak alınmaktadır ve SES'lere herhangi bir fiziksel değişime ihtiyaç duyulmaksızın şeklen değiştirilen M/B altyapısına olanak tanımaktadır. Bu yüzden CES'lerin sistem yapısına eklenmiş olması veya kapasitelerinin genişlemiş olması sağlanır ve tüm SES'lere otomatik olarak hemen bildirilir. Her NCS (okyanus bölgesinde) bir genel 'bulletin board' gönderir ki bu tüm CES'leri tanır. 'Bulletin board' tüm paylaşılmış erişimi ve kanal isteklerinin frekanslarını da kapsar. Bu değişmiş olması gereken genel frekansların izin vermesi ile network işlemlerini kolaylaştırır. 'Bulletin board' 4 sayfadan veya işaret birimlerinin gruplarından oluşur. Bu gruplar işaret birimlerinin belirli tiplerinden meydana gelmektedir. Bundan başka her sayfaya 'bulletin board' un parçası şeklinde gönderilen bir seri numarası verilir. Bu seri numaranın kontrol edilmesiyle, SES'ler 'bulletin board'un değiştirilmiş bir sayfasını algılayabilir ve yeni datayı eski bilgi yerine yerleştirebilir. M/B işaretleme sistemi Inmarsat-A'da başarılı olmuş benzer bir yolla yeryüzüne ilişkin networkden veya SES'lerden istenenler üzerine baz alınmış bir SCPC temeli üzerine taşıyıcıları ayırır. Bir SES bulgusu bir spesifik CES yoluyla bir taşıyıcı isteyecektir, sonra NCS uygun band genişliği SES ve CES'i ayıracaktır. SES ve CES ayrılmış frekansı düzenler. Yeryüzüne ilişkin networkte meydana gelen çağrılar için, CES ilk önce NCS'ye bir kanal isteği gönderir. Sonra NCS SES'e bir çağrı anonsu bildirir. Şayet, SES doğru uyduyu seçerse çağrı için, varsa bir cevap mesajı gönderir. Bu cevabın kabulü üzerine NCS bir kontrol ataması anons eder, bunun üzerine SES ve CES atanmış kanalı ayarlar. NCS ve CES ler işaretleme esnasında TDM kanalları yoluyla haber verirler, SES'ler Aloha TDMA ve TDMA kanalları rezervasyonunu kullanırlar. Aloha TDMA kanalları işaretleme kanallarına pay edilir ki her SES her zamanda bir verilmiş haberleşme kanalını (veya taşıyıcı (SCPC) kanalı başına işaret kanalını) istemek için kullanabilir. TDMA kanallarının rezervasyonu çağrıları almak için düzenlenen kanalları işaretler. Diğer paylaşım TDMA kanalları çeşitli SES rapor fonksiyonları için bulunmaktadır [6], [8].

Uygunluk ve örneklemenin, iki işaretleme sisteminin her ikisini de yönetmek için, tüm TDM kanalları bir uygun formata sahiptir. Aynıısı TDMA kanalları için de geçerlidir. Bu, kanallara izin verir ki kanallar farklı zaman yivleri kullanarak tek TDM taşıyıcıları (veya fiziksel kanallar) üzerine kombine edilmiş olmak için farklı fonksiyonlara (veya fonksiyon kanalları) sahiptir. Nitekim sistem dökümantasyonu "fonksiyon kanalları" ve "fiziksel

kanallar'' arasındaki farklılığı açıkça ayırt eder. Bir sistem dizaynı ve işlem kolaylaştırmanın bir diğer anlamı, işaretleme mesajlarının uzunluk ve formatının standartlaştırılmasıdır. Tüm benzer mesajlar veya "işaret birimleri" 12 bit'ten meydana gelir. İlk bit işaret biriminin amacını seçer, gelecek 4 bit orjinal istasyon ve gönderilen ya da gidilecek yer istasyonunun ID lerini kapsar; ve son 2 bit ise bir son kontrol (CRC) niteliğindedir. Diğer bit'ler mesajın daha çok detaylarını kapsar [8].

4.5 Gemi Yer İstasyonu (SES)

SES yapılan çağrıdan önce, otomatik olarak, bir kez yerleştirilmiş ve görevlendirilmiş kompleks bir başlangıç dizisi tamamlar. Bu işlem tipik olarak sadece bir kaç saniye sürer ve aşağıdaki gibi devam eder.

1-) Sahip olduğu özellikleri saptamak : Enerji verilmesi üzerine SES yüklü bulunan özellik ve seçenekleri saptar ve bir SES içindeki durum kaydedicisinde kayıt eder. Bu kayıt edici, saptanmış numaraları ve bu ses için başka bilgi boşluğunu da kapsar.

2-) Gönderici referans osilatörünü denkleştirmek : Referans osilatörü, demodülatör kullanılmış olmadan önce denkleştirilmelidir. Frekans referansı kristal osilatör kontrollü bir fırın doğal olarak olacaktır, fakat kapalı döngü kontrollü (bir alınmış taşıyıcı üzerine internal referans kilitleyerek) de olabilir. Kapalı döngü frekans kontrolü belli belirsiz bir farklı başlangıç dizisi gerektirir.

3-) Bir Inmarsat uydusu bulmak : Referans osilatör bir defa denkleştirilir, SES istenen uydu için semayı incelemelidir. En önemli durumlarda, görünümde iki veya üç Inmarsat uydusu olacaktır. O halde tercih edilerek saptanmalıdır. Inmarsat, SES'in görünümünde, L-band uydularının yegane işlemcisi olmayabilecektir. Bu yüzden SES desteklenmelidir ki o NCSC (Network Coordination Station's Common) kanalının demodülasyonu ile bir uydu bulur. Sema inceleme algoritmaları üreticilere bağlıdır. Bunlar, uydu pozisyonu gibi elde edilen bilgi üzerine SES yeri ve anten pozisyonu gibi bilgiler ve uydu yönünün son durumu üzerine baz alınarak geliştirilir.

4-) NCSC kanalını bulmak: NCSC frekansları sürekli olarak ayrılır. Her okyanus bölgesinde bir temel NCSC frekansı vardır. SES, bulunana kadar her frekansta bir NCSC taşıyıcı için inceleme yapar. Şayet, NCSC taşıyıcısı bulunamazsa bir uygun uydu üzerine kilitlenmemiş anten varsayılır, ve 3 adım tekrarlanır. NCSC bulunduğu zaman SES gelecek referans için SES durum kaydedicisinde antenin açı yüksekliğini kayıt eder.

5-) 'Bulletin board' okumak : NCSC kanalı üzerinde gönderilen sistem 'bulletin board' un tüm 4 sayfasını okur. SES bir ulusal network durum kaydedicisinde tüm bilgileri kayıt eder. Bu register SES 'bulletin board' da her sayfanın seri numarasında SES bildirimleri değişimini her zaman zamana uygun hale getirebilecektir.

6-) Spot ışını seçimi : NCS uydudan her spot ışınında , bir NCS spot taşıyıcısı (NCSS) gönderir. Network durum kaydedicisi (NSR), en az kullanılan spot ışınların düzgün olmayan izi ve tercih edilen bu spot ışınların frekansını kapsar. SES, bu NCSS taşıyıcıların her birini demodüle etmek için çalışır ve yerinde alınabilen spot ışınları saptar. Bir spot ışın seçer ve gelecek referanslar için network durum kaydedicisinde (NSR) spot ışın kimliğini kayıt eder.

Kısa bir başlangıçtan sonra SES işlem için hazırdır. Bu, çağruları yapmak veya almak için kullanılmış olabilir. Alıcı kazanç çağrı ilanı için NCSC kanallarını aralıksız olarak kontrol için izler ve yerel telefon, teleks, faks veya data çağruları için onların limanlarını kontrol için takip eder [8].

4.6 Spektrum ve Uydular

Inmarsat uydularının ilk jenerasyonu, uzun süreyle kiralanan denizcilik haberleşmesi uydusunun bir topluluğudur ve denizcilikle ilgili paketlerdir. Bilinen Marisat, Marecs ve MCS sırasıyla Comsat, ESA ve Intelsat ile elde edilir. Onların L-band transponderleri bir küçük band genişliği üzerinde çalışır. Narrowest (en darbant), sadece 4 MHz ve en fazla 8,5 MHz'i kaplar. İlk uydular gibi aynı orbital pozisyonlarda kabaca yerleştirilmiş transponderler, önceki band genişliği iki defanın üzerinde kullanıma olanak verir. Yeni Inmarsat-B ve -M SES'leri bu büyütülmüş kapasitenin avantajını spektrumun 15-20 MHz üzerinde işlem yaparak sağlar. 1990'ların ortasında Inmarsat uyduların 3. jenerasyonunu suya indirecektir. Bunlar yüksek trafik yoğunluğu olan alanlarda, yüksek spot

ışınları sağlayarak yapılan güç yeterliliği ve band genişliği yararları daha çok artıracaktır [4], [8].

4.7 Sesin Ötesinde

Sese ek olarak; yeni dijital standartlar faks ve data servisleri de hizmete sunacaktır. Bu servisler, ses kanalları kullanamayacaktır. Bu kanallar, aynı güç, band genişliği ve ses kanalları kullanarak modülasyon yapar. Inmarsat M faks çağrıları 2.4 kbit/sn'ye sınırlıyken, Inmarsat-B' deki faks 9,6 kbit/sn üzerinde işlem yapabilmektedir. Standart olarak, kendi faks makinaları desteklenir ve SES üzerinde bir özel facsimile interface unit (FIU) içerisine yerleştirilecektir. FIU, SES'e hem bilgi göndererek, faks terminalinden işareti demodüle eder. Sonra, SES taşıyıcı üzerinde, bu bilgiyi direkt olarak çözer ve modüle eder. Bu demodülasyon / remodülasyon fikrinin geniş çalışmaları, FIU'nun yapı ve değerlendirmesini içine alarak, KDD ve Comsat laboratuvarları tarafından yapılmıştır. FIU'nun dizaynında en büyük zorluklardan biri FTE (facsimile Terminal Equipment)'nin tüm varyasyonlarının yerleştirilmesidir. FIU son olarak, FTE'nin bir düzünesinin üzerinde kullanılarak, FTE kullanımının tipine bakmayarak uygun işlemi sağlamak için test edilmiştir.

Bu aynı data kanalları Inmarsat-M'de 2,4 kbit/sn ve Inmarsat-B'de 16 kbit/sn üzerinde gerçek zaman computer data transferi için kullanılmış da olabilir. Varolan data transfer yazılımı, değiştirme olmaksızın kullanılmış da olabilir. Paket anahtarlama data transferi Inmarsat-B sisteminde de varolabilir. Ses, faks , data ve teleks özelliklerine ek olarak Inmarsat-B sistemi 64 kbit/sn üzerinde bir yüksek - hız data seçeneği ortaya çıkarmıştır. Bu özelleştirilmiş kanal diğer Inmarsat-B kanal tipleri gibi aynı band işaretleme oranlarına sahiptir ve geniş data transferi için standart oranı çoğullayarak, ses/ data/ faks kanalları sıkıştırılmış video, 'broadcast' nitelikli ses, Integrated Services Digital Network (ISDN) servisleri kullanılabilir.

M/B sistemleri, filo yönetimi ve abone servisleri için sıkıntı ve güvenlik ihtiyaçlarını desteklemek için, alan grup çağrıları ile birlikte, kıyı gemi grup çağrıları sağlar.

Inmarsat-M ve Inmarsat-B sistemleri, kullanımı düzenli bir duruma sokmak ve bir özel söyleşi veya data transferi üzerinde gizlice dinlemenin zorluğunu artırmak için üç bağımsız düzeni birleştirmiştir [7], [8].

4.8 Test ve Gerçekleme

Her yeni sistem dizaynından sonra analiz etme; test etme ve dizayn objektiflerinin birleştirmesini ve çalışmasını sağlayan çok önemli bir görevdir. İlk önce analitik computer simülasyonları; işaretleme sistemi ve modem üzerine yapılmıştır. Daha sonra, sistemlerin kritik bazı parçalarının modellerinin denemesi yapılmıştır ve pratik olarak bütünlemeyi sağlamak için test edilmiştir. Tüm sistemin temel bir testi, sistemi beklendiği gibi yapacak yenilikleri sağlamak için yapılmıştır. Ve son olarak, bir sistem oluşturulmuştur. Alan testleri bir gemi üzerine yüklü SES'ler ile ve daha sonra bir balıkçı teknesi üzerinde müşterilerin çevresinde uygun bir şekilde çalışan sistemi sağlamak için yapılmıştır.

4.9 Endüstri Gelişimi

Inmarsat yönetim kurulu, yer istasyonlarını yapmaz veya paylaşmaz; ve ne de kullanıcılar için direkt olarak servisleri sağlamaz. Yönetim kurulunun geliri haberleşme servislerinden sağlanır; dolaylı olarak bu servisler genel olarak servis ortakları tarafından kullanıcılara satılır. Daha basit olarak, imza sahipleri perakende satış seviyesinde servisi sağlarken, Inmarsat, haberleşme servislerinin bir toptancısıdır. Inmarsat'ın yapım ortakları ve servis ortakları en önemli noktadır. Inmarsat-M ve Inmarsat-B'de ortakların katılımı sistem gelişiminin başlamasından hemen sonra başlamıştır. Endüstri destekleme eğitiminin; buluşa, gerçeklemeye ve teknik şartnamenin yayınına etkisinin önemliliği düşünülmüştür. Yılda bir veya iki defa (JIT) Joint Implementation Team toplantıları yapılmıştır. Bir kaç günde tüm ortak şirketlerden yöneticiler, mühendisler ve pazarlayıcılarla çalışmak için sistem geliştiricileri gerekli olmuştur. JIT toplantıları donanım yapanları ve servis sağlayıcılarının programlarını koordine etmek ve iş fırsatlarını incelemek için de karar almıştır. Bu metod geride kalan nedenleri ve çeşitli teknik koşulların sonuçlarını da incelemek için yararlı olmuştur .

Yeni sayısal servisler denizcilik kullanımıyla sınırlı seğıildir. Araba ve trenlerin üzerine yüklenmesi ve diğıer pazarlara da ulaşması beklenmektedir. Her ne kadar, anten sistemleri, denizcilikle ilgili olmayan kullanım için değıştirilmiş olacaksa da, denizciler büyük çapta üretim yapılması dolayısıyla daha düşük ücret elde edilmesinden yararlanacaktır.

Inmarsat-M ve B servisleri tarafından ileri sürülecek olan yeni NCS'ler ve CES'ler dünya çapında hali hazırda servise başlamıştır. Dijital SES'ler kullanıcılar için bu servisleri sağlamıştır. Bu yeni teknoloji gelecek yüzyılda mobil uydu haberleşmelerini en güzel hale getirecek ve daha düşük maliyetle kullanıcıya sunacaktır [1], [9].



V. MOBİL, YÜKSEK HIZLI UYDU HABERLEŞMESİ İÇİN MULTIMEDIA UYGULAMALARI :

Inmarsat, Inmarsat-A gemi yer istasyonları (SES) ve kıyı yer istasyonları (CES) için yüksek hızlı (56 ve 64 kbit/sn) data kapasitelerinin bir çok versiyonunu sunmaktadır. Bunların ilki, 56 veya 64 kbit/sn'de High Speed data (HSD) servisidir. Sayısal data, SES'ten CES'e bu hızda gönderilmektedir. 1992 sonlarından beri 64 kbit/sn'de bir tam dubleks HSD (DHSD) servisi bulundu. Bu servis, SES ve CES arasında simetrik bir dubleks kanal kullanmaktadır. HSD ve DHSD servisleri, dijitize edilmiş Hi-Fi ses, sıkıştırılmış video, resim toplanması, yüksek hızlı faks, data toplanması ve yüksek hızda data transferi için bir çok uygulamaya sahiptir.

5.1 HSD / DHSD Gemi Yer İstasyonu

Bunlar, Inmarsat-A terminal modelleri için 56/64 kbit/sn seçenek kitlerinden meydana gelir. Bir çok durumlarda, HSD gönderme fonksiyonu için ihtiyaç duyulan dijital kodlayıcı ve modülatörün kolaylığı varolan SES'lerle bu seçeneklere uygun olmak için fabrikacılara imkan vermiştir. HSD için tipik elektriksel interfeysler CCITT V.35 ve RS-422'lerdir. CES ile desteklenen hıza bağlı olarak kullanıcı tarafından seçilebilen birçok SES'ler dizayn edilmiştir.

DHSD, HSD'den daha karışıktır, çünkü demodülatör ve decoder, modülatör ve kodlayıcı'dan daha karışıktır. Bit hata oranı perfonması ve link güvenliğini iyileştirecek olan daha büyük bir anten gibi çalışmalarını kapsamak için SES üreticilerine izin verilmiştir. Bu özellikle denizciler için uygundur.

Mart 93 itibariyle, HSD / DHSD SES'lerin durumu şöyledir: ABB Nera Satürn 3S90, 56/64 kbit/sn HSD ve 64 kbit/sn DHSD için olabilir; MTI MCS-9120 ve STC STR-9120, 56 kbit/sn HSD ve DHSD sağlar; Magnavox'dan SES'ler, HSD / DHSD için alış-veriş olmasını sağlar; taşınabilir HSD / DHSD SES'leri de artık kullanımdadır. İşlemsel HSD terminallerinin toplam sayısı yüzü geçmiştir [8].

5.2 Yeryüzüne İlişkin Bağlantılar

Bir çok uygulamalar için CES, daha uzak bir kıyıdaki yer için aynı yüksek data oranında bağlantı kurmuş olmalıdır. Bazı kullanıcılar, kiralanmış uygun bir hat bulacak iken çoğu kullanıcı, daha uygun bir Public Switched Data Network (PSDN)'e bağlantı bulacaktır. Kuzey Amerika'da 56 kbit/sn'ye anahtarlı network bağlantıları varolabilir ama 64 kbit/sn seçeneği çok hızlı yayılmaktadır. Başka yerlerde 64 kbit/sn anahtarlı networkler daha yaygındır ve ISDN'ler dünya çapında yayılmaktadır. 56 ve 64'e anahtarlı Kuzey Amerikan servisleri dünyanın ötesinde ISDN nodeleri ile bağlantı kurabilir. Avrupa'daki ISDN abone gereçleri 56 kbit/sn anahtarlı bir kaynağa bağlı olan değiştirme oranını sağlayacaktır. Call-set-up prosedürleri Inmarsat ile tanımlanmış bulunmaz. Anahtarlamalı network bağlantıları, çeşitli CES'ler arasında farklılık göstermektedir. Bununla beraber, bazı CES operatörleri, otomatik arama prosedürleri benimsemiştir; bu yüzden SES, yeryüzüne ilişkin her ISDN gidilecek yere bağlanabilir. Aynı zamanda, SES'i çağırma için, yeryüzüne ilişkin bir ISDN kullanıcı için otomatik olanakları yerine getirmesi CES operatörlerinden beklenmektedir.

5.3 Yüksek Hızlı Data (HSD)

İlk HSD servisleri 1992'den beri CES'ler Southbury ve Santa Paula tarafından sağlanarak SES ve CES'in her ikisinde gereken operatör insan yardımıyla yarı otomatik idi. CES operatörü çağırıcı tarafından iki network takımıyla sağlanmış olmak zorundaydı: Birincisi, analog ses dönüşü (kıyı-gemi) için kullanılan International Public Switched Telephone Network (PSTN) takımıdır; ikincisi, USA Switch-56 networkün kabul ettiği bir yolda formatlanmış PSDN takımıdır. Bu, yerel Kuzey Amerikan takımı veya deniz aşırı ülkelerde ISDN abonesi için bağlı olan kodlanmış bir takım olabilir. Telefon ve dijital ilişkiler yerleştirildiği zaman link müşteri için kullanıma uygun olacaktır.

Bu, SES operatörü anahtarlarından HSD moduna kadar, HSD operasyonunu gerçekleştirmek için önemlidir. İlk aşamada, gemiden gerçek olmayan data transfer edilmiş olmaktadır, fakat link SES operatörü ve kıyı arasında ses konuşması için kullanılmış olabilir.

Bu operatörde doğal gecikmeler kesin olarak data uygulamaları için zorluklara neden olabilir. Bununla beraber daha elverişli otomatik prosedürler 1992'den beri Eik'de "Atlantic

Ocean East Region (AOR-E) ve Indian Ocean Region (IOR)” Norwegian Telecom International (NTI) tarafından işletilen CES’ler yoluyla olmaktadır. Southbury (AOR-E) ve Santa Paula’da (Pasific Ocean Region (POR)). COMSAT CES’leri 1992’den beri otomatik çevrim sağlamaktadır. 1993 esnasında tanıtımı başlamış olan CES’lerin otomatik işlemleri standart olarak yerine getirmesi beklenir. İlk otomatikleştirilen işlem, iki evreli çevrimi yerine getirmek için SES’e izin vermektir. İlk olarak, SES bir international PSTN takımı için bir otomatik çağrı yapar. Bu çevrim dizisi ses uyumu tarafından sona erdirilir. Sonra SES’e dijital network numarası olarak CES tarafından çevrilen bir ikinci numara girmesi için izin verilir.

İkinci seçenek COMSAT ve NTI CES’lerinden yararlanılır ve diğer bir çok CES operatörleri tarafından seçilmiş olması beklenir. Ayrıca yeryüzüne ilişkin hiç bir analog telefon ağı kullanmaz. İlgili CES’te, bir CCITT G.722 Ses Kodlayıcısı, 56 veya 64 kbit/sn datayı çevirmek için kullanılır. Bu seçenekte SES, sadece bir numara (dijital network abone numarası) çevirecektir. Kıyı kullanıcısı bir uygun G.722 ses kodlayıcısına sahip olmak için istenmiş olacaktır [7], [8].

5.4 Dupleks Yüksek Hızlı Data (DHSD)

DHSD servisi Aralık 1992’den beri Eik’deki (AOR-E ve IOR) NTI CES’ler yolu ile olmaktadır. Tam otomatik tek numara çevrim yaklaşımı yerine getirilmiş bulunmaktadır. DHSD çağrısı, SES’in data moduna anahtarlanma zamanına kadar, bir dubleks ses grade devresi olarak başlar. Bu servis gemi ve kıyı arasında simetrik bir 64 kbit/sn tam dubleks sayısal link sağlar ve ISDN donatımı kullanarak erişilebilir. Tüm COMSAT CES’lerin (Southbury, Santa Paulo ve Anatoli) DHSD servislerini ileri sürmesi beklenirdi. 1993 itibariyle şu CES’ler HSD / DHSD servislerini sağlamak için planlamaktadır: IDB (USA) tarafından çalıştırılan Staten Island (AOR-E) ve Niles Canyon (POR ve AOR-E); DBT (Almanya) tarafından çalıştırılan Raisting (AOR-E); BT (UK) tarafından çalıştırılan Goonhilly (AOR-E ve AOR-W) [8].

5.5 Kayıt ve İleri Uygulamalar

Gemiden kıyıya data transferi; depreme ilişkin ölçüler gibi, yalnızca datanın doğal türlerine uygulamamakla kalmayıp aynı zamanda ses ve video kodlayıcılarından gelen geçici

olarak kayıt edilmiş dijital datalara da uygulanamaz. İyi kalite sıkıştırılmış video için, HSD servisi için olandan daha yüksek oranlarda (384 ve 768 kbit/sn) sayısallaştırılmasına ihtiyaç duyulur. Bir bilgisayarın hard diski üzerine sıkıştırılmış videoyu depolamak mümkündür. Sonra onu 56 veya 64 kbit/sn de gemiden kıyıya gönderir, bir merkezi birimde onu tampon yapar ve sonra daha yüksek orjinal oranda tekrarlar. Bu metod hata serbestisi olan alınmış materyali sağlar. Çünkü hata araştırması ve tekrar gönderme teknikleri uygulanabilmektedir. DHSD servisleri kullanıldığı zaman, aynı zamanda daha yüksek kalitede videoyu gemiye göndermek mümkün olmaktadır. Uygulama örnekleri tayfalar için öğretim ve eğitim videoları ve yolcular için eğlence videolarıdır [8].

5.6 Gerçek Zaman Uygulamalar

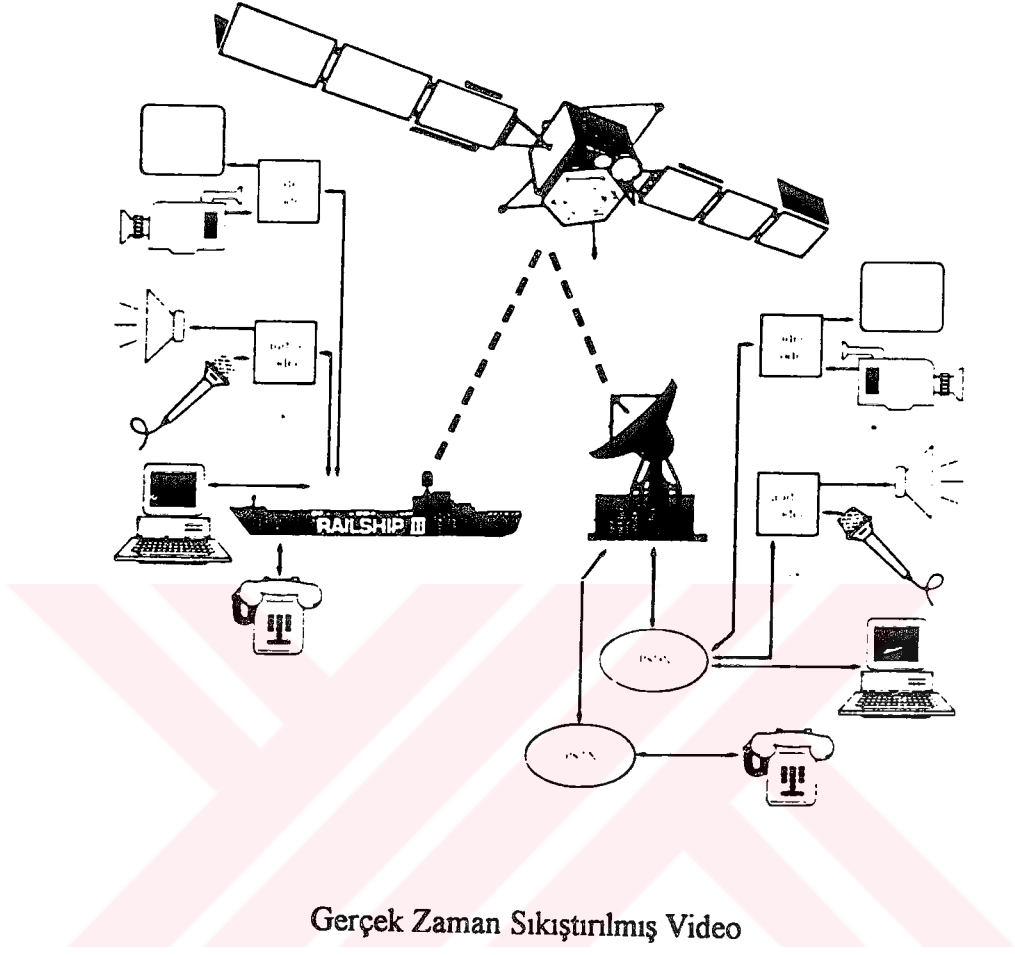
Yüksek kaliteli ses (High Quality Voice) :

Bir gemiden, örneğin bir haber masasına kaliteli bir ses yayını sağlamak için; HSD servisi ve bir G.722 ses kodlayıcı kullanılır. Karşılıklı etkileşim modunda (kıyı radyo habercisi tarafından sorulan sorular) analog ses bölümlene dönüş kanalı kullanılır. Haber programını dinleyenler, stüdyodaki radyo habercisinin sesini duyacağı için bu kanalın daha düşük kalitede olması önemli değildir. Bu uygulama başlıca kara mobil haberciler, ayrıca bir de okyanus yarışlarına katılan yatların bir bölümü tarafından kullanılmaktadır. DHSD servisi, eğlence amaçlı gezinti gemilerine Hi-Fi ses gönderme işlemi yapmaktadır.

Sıkıştırılmış video ve ses :

Gemiden kıyıya HSD video transmisyonu, mikrofon yerine kamera, ve ses kodlayıcılar yerine video kodlayıcılar ile, Yüksek Kaliteli Ses uygulaması işlemiyle tamamen aynıdır. Uzak materyaller ve donanım kontrolleri, fiyat değerlendirmesi ve kooperatifleşme olağan uygulamalardır. Gemi makine üreticileri gibi kıyı uzmanları, görüşlerini ve tavsiyelerini geminin tayfasına ses derece devresi yoluyla verebilir. Gemi tayfası ses raporunu gerçek-zaman video ile birlikte, video kodlayıcı üzerinde hat içi (dijital) ses kanalı yoluyla vermektedir. Bu uygulama NTI ile işbirliğindeki MARIN-ABC projesi tarafından Hamburg'da SMM 92 gösterisinde kanıtlanmıştır. Canlı video ve ses, Trave-munde

(Almanya) ve Hanko (Finlandiya) arasında gezen Railship III'den gönderilmiştir (Bkz. Şekil 5.1).



Gerçek Zaman Sıkıştırılmış Video
Karşılıklı Komputer Paylaşımı
Yüksek Hız Data Transmisyonu

Şekil 5.1 Railship ve SMM arasındaki Marin-ABC multimedya haberleşme linki

Varolan videofon donanımı kullanılarak toplanan gerçek-zaman videoyu setup etmek için DHSD servisi kullanılmaktadır. Video sıkıştırma teknikleri, (bu tip uygulama durumunda 64 kbit/sn'de uygun kaliteyi sağlamak için) henüz yeni başlamaktadır. Ses kanalı, 16 kbit/sn ses sıkıştırması uygulandığı zaman video bilgisi için 48 kbit/sn ayrılarak aynı bit takımına katılır. Bu konudaki teknik gelişmelerin daha da artması beklenmektedir ve bunlara paralel

olarak hali hazırdaki video kodlamalarının ücret ve boyutu azalmaktadır. PC boardlar üzerindeki birinci video kodları ve H.261 standardı gereğince yerine getirilerek yapılması mümkün olabilir [8],[9].

DHSD link, her iki yönde datanın büyük miktarını transfer etmek için ve HSD haberleşmeleri sağlamak için bir 64 kbit/sn data kanalı olarak kullanılmış da olabilir. Bu uygulama sismik tekneler için açılmış gemi platformu ve yolcu gemilerinin özel ilgisini çekmektedir. (On-line kredi olanak ve araçları, booking sistemleri)

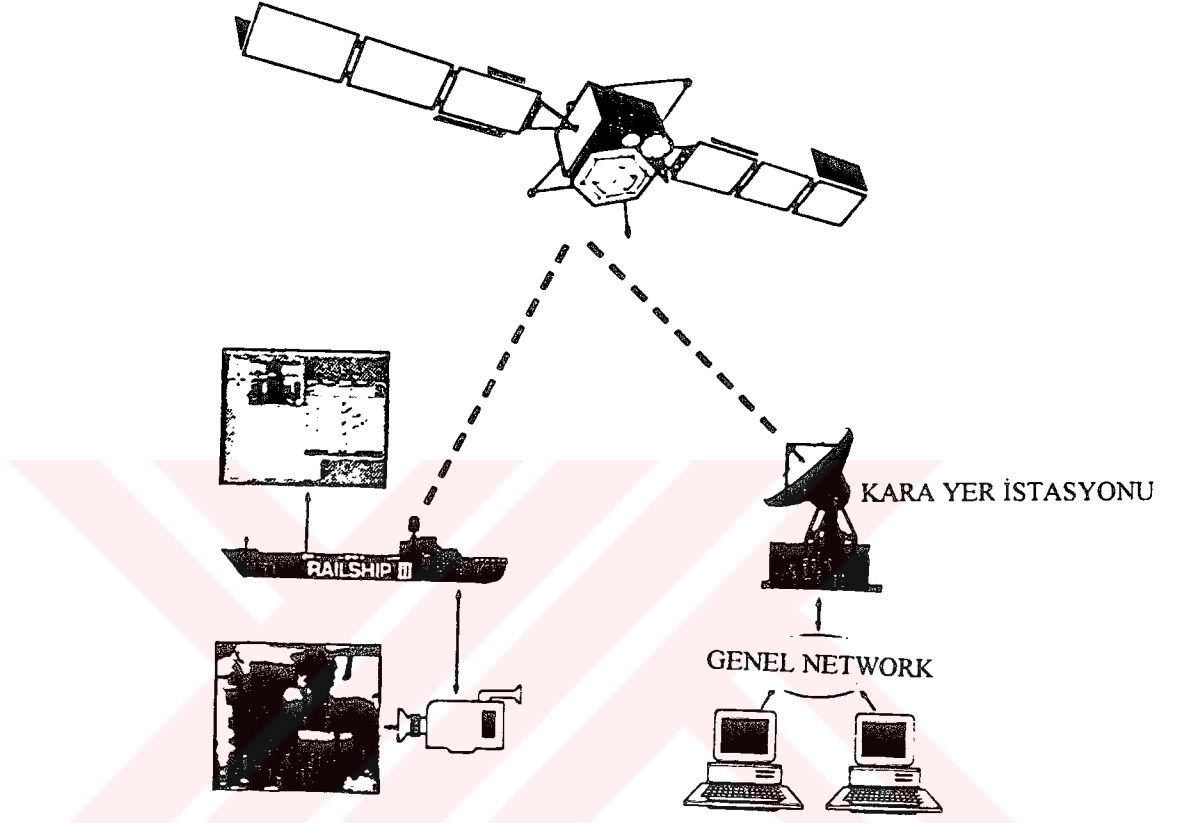
Diğer bir uygulama ise, dijitize edilmiş ses, faks ve data kanallarının bir takımının geliştirilmesi ile bir çoğullanmış kanal olarak DHSD link kullanmaktır. Bu, büyük yolcu vapurları için bir DHSD yoluyla bir çok telefon kanalları ileri sürmek için uygundur.

5.7 Marin-ABC ve Moebius

Radyo haberleşmesi için Marine Endüstri Uygulamaları, bilgi teknolojisi, ileri haberleşmenin kullanımı ve uygulaması için EC nin hazırlanmasına çalışan ve EC tarafından sponsor edilen projeler Avrupa'daki seksen araştırma ve gelişmeden birisidir. (Bkz. Şekil 5.2). Marin-ABC bir 16 üye konsorsiyumudur ve Avrupa gemi yapımı topluluğu üzerinde odaklanır. Ana teması, denizcilik haberleşmelerindeki gemi yapımı ileri teknoloji işlemlerinin güvenlik ve verimini artırmaktır. Özellikle Marin-ABC, teknelerdeki bakım ve onarım problemlerini incelemektedir. Gemi ve kıyıdaki computer uygulamasının birbirine etkili gerçek-zaman paylaşımı, HSD dosya transferi, yüksek kaliteli ses ve gerçek-zaman video transmisyonunu kapsayan mutimedya haberleşmelerinin kullanımıyla çözülmüş olabilir. Marin-ABC pilot projesi; kullanıcı üzerinde ayarlama yapar; gemi tayfası ve kara uzmanları arasındaki mutimedia haberleşmelerinin avantajlarını gösteren gerçeğe uygun bir gemi yapımı dekoru meydana getirmiştir. Railship III, pilot projesi için hareketli test platformu gibi hizmet etmektedir. Ses, data ve video için yerel bir alan (Local Area Network) networktan meydana gelen bir multimedya haberleşme sistemi gemi üzerine yüklenir. Gemi, bir ABB Nera Saturn 3S90 Inmarsat -A SES ve HSD / DHSD seçeneği ile donatılır.

Marin-ABC projesi, 1992'de tamamlanmıştır ve RACE II programı bölümü olan Mobile Experimental Broadband Interconnection Using Satellites (Moebius) ile devam

etmektedir. Moebius, Marin-ABC projesinin pozitif sonuçları üzerine çalışacak ve deniz ve kara taşıtları üzerine bilimsel uygulamalar için multimedia platformları geliştirecektir [8].



Şekil 5.2 Broadband haberleşmelerin endüstri uygulamaları

Gemi ve kıyı arasındaki multimedia haberleşmenin avantajları çoktur. Temel bir seviye üzerinde efor ve para apaçık ortadadır. Bununla beraber radyo haberleşmeleri, tekne yönetmeliği ve bakım uygulamalarının geleceğini etkileyecek olan başka uygulamaların elverişli bir alanı için potansiyele sahiptir. İleri haberleşmeler, gemi personeli bakım ve onarım görevleri, performans izleme, tıpsal öğüt, hastalığı tanımlar, kargo planlaması, denizcilik bilimi, tayfa eğitimi ve başka ihtiyaç duyulan uzman sayısının çoğalması için kara desteğini isteyecek bir gelecek ileri sürmektedir.

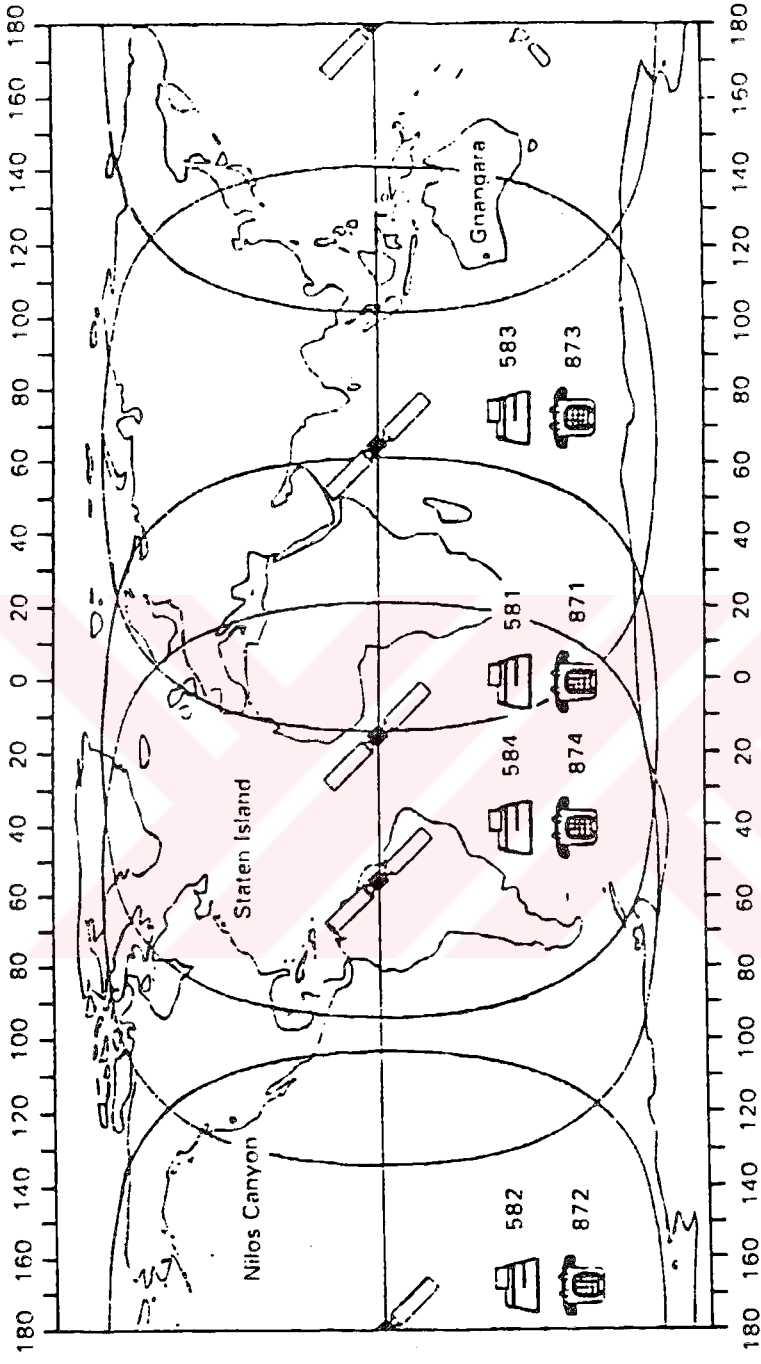
VI. UYGULAMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1 İlk Inmarsat Yer İstasyonu Operatörünün Deneyimleri

Inmarsat, uluslararası denizcilikle ilgili uydu haberleşmeleri (INMARSAT) sisteminin yönetim kuruludur ve merkezi Londra'dadır. Denizcilikle ilgili uydu haberleşmelerini geliştirmek için meydana getirilmiştir ve denizcilik güvenliği uygulamasını ilerletmek için Uluslararası Denizcilik Organizasyonu (International Maritime Organization (IMO)) tarafından üstlenilmiştir. Güvenlik uygulama işi, denizde uydu haberleşmelerinin çok önemli ticari uygulamalarını azaltma eğiliminde olan Genel denizcilik sorunları ve güvenlik sisteminin (GMDSS) gelişimini içermektedir. Güvenlik sorunlarına dikkat gösterirken, bu ihtiyaçları karşılamak için genel bir networkün nasıl bir yol izleyeceğini ve denizcilik endüstrisinin ticari haberleşme ihtiyaçları gözönünde bulundurulmalıdır. Bu metodun kullanılmasıyla sistemin daha etkin bir şekilde kullanımı ve daha az masrafla sonuçlanması mümkün olacaktır. Unutulmamalıdır ki, sistemin kullanıldığı 65 ülkede uzaktan algılama kara mobil birimleri ve denizdeki gemiler tarafından kullanılan haberleşmeyi iyileştirmek için Inmarsat sistemine yatırım yapılmaktadır. Bu aynı zamanda gemi endüstrisine yapılan ve iyileştirilen haberleşmeyle beraber etkinliğin artmasına, işletme maliyetlerinin düşmesiyle sonuçlanacak bir yatırımdır.

Denizdeki gemi haberleşmelerinde her zaman bir problem vardır. Daha güvenilir ve güvenli haberleşme için sağlanan radyonun ortaya çıkması ve uydu haberleşmelerinin tanıtımı, motor gücünün tekneden tekneye değişimi için Denizcilik Endüstrisi'nin şeklini değiştiren tek kanıttır (Şekil 6.1).

Yerel yerlere hizmet eden CES'lerde son 10 yıldır artış görülmektedir. Okyanusta bulunan gemiler genellikle merkez içi ve dış haberleşme yapar. Bu, bir yerel Inmarsat haberleşmeleri networkü içindeki bağımsız bir servisi sağlamak için bir gereksinimdir.



Uydu Görünümü

AOR East 15.5° W IOR 64.5° E
 AOR West 54° W POR 178°

Şekil 6.1 Inmarsat Sistemi uydu görünümü

6.2 Sistem Gelişimi Üzerine Öneriler

İlk zamanlarda, dünya çapındaki çoğu ülkede yerleştirilen bir çok özel CES'ler vardır. Bazı durumlarda; ülkeler, tüm dört okyanus bölgesinde Inmarsat servisini sağlamak için bir konsorsiyum düzenleyerek olanakları birleştirmiştir.

Bu okyanus bölgeleri ;

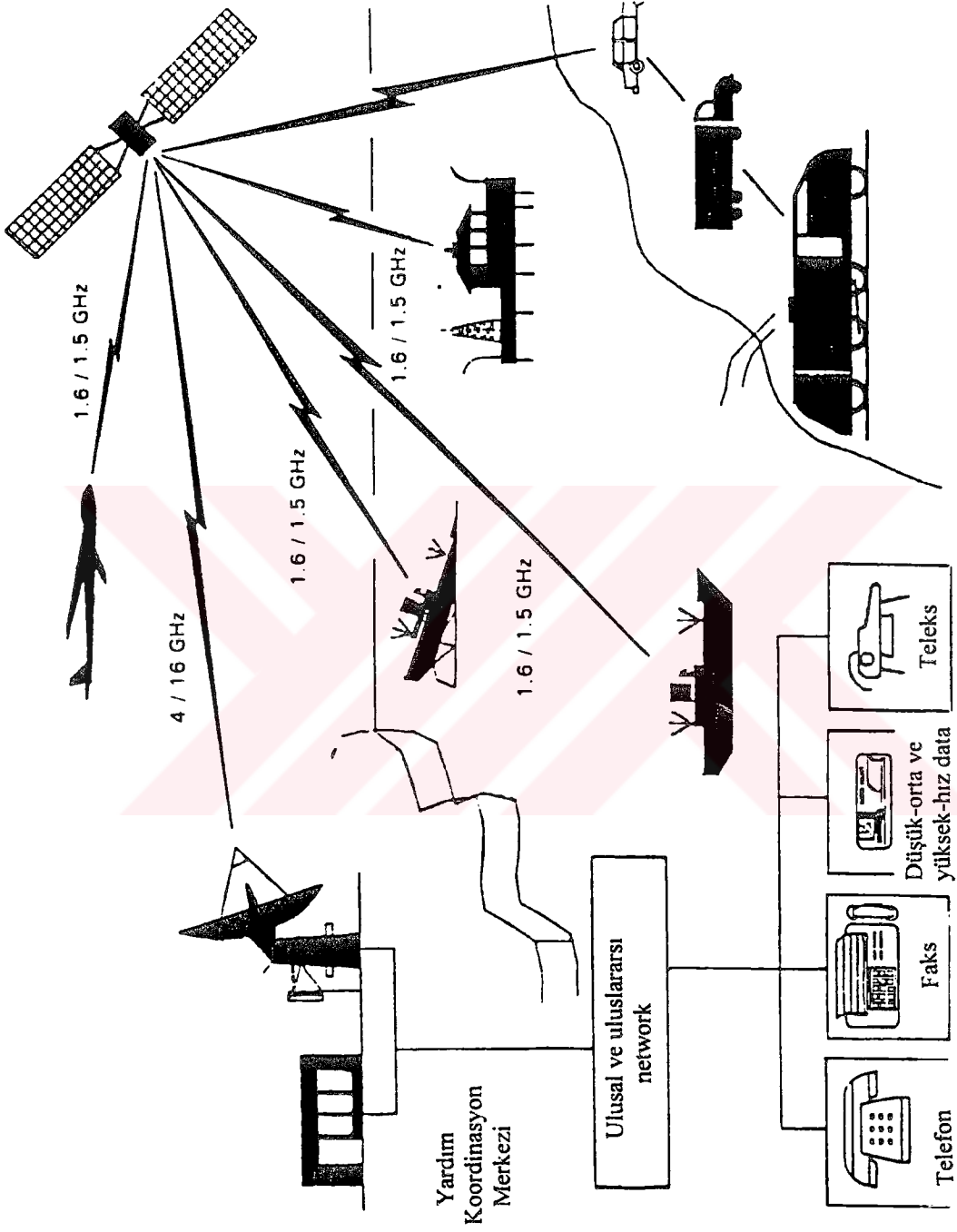
- 1) Atlantic Ocean West (AOR W)
- 2) Atlantic Ocean East (AOR E)
- 3) Pasific Ocean (POR)
- 4) Indian Ocean (IOR)

Gemiden kıyıya doğru konsorsiyuma erişim, uygun okyanus bölgesindeki CES için uygun ID numarasını çevirmesi gereklidir ve farklı CES'lerden gelen çeşitli oranlarda üretilen bilgilerde sonuçlanmaktadır. Bu haberleşme metodu; yeryüzüne ilişkin Yüksek Frekans (High Frequency (HF)) işlevine benzer ve denizcilikle ilgili uydu haberleşmelerinin ilk zamanlarında yer hatları ve telefon alışverişinin çok verimsiz olmasından dolayı uygun olmaktaydı. Fiberoptik kablolar ve dijital işaret işleme metodları, haberleşme ilişkilerinin kapasitesini ve kalitesini sağlamıştır, o derece ki; daha az terminal donanımı kullanarak daha yüksek kapasiteli ve daha kaliteli devreler sağlamak kolaylaşmıştır. Bir orta boylu kente servis yapan tipik bir dijital telefon alışverişi bir ofis alanı içine şimdi sığmaktadır, oysa ki; önceden, elektromekanik anahtarlamalı aygıtlar, bataryalar ve geri beslemeli güç kaynakları kullanan bir sisteme daha çok benzemektedir. Dijital alışveriş kapasitesi, çok büyük çoğalmalar olmaksızın uzayda çoğalmış olabilir, bu yüzden bir alışveriş, çok büyük alana ve büyük bir toplum kesmine, yüksek kaliteli kablolar yolu ile, alışveriş içerisine sıralanmış olan haberleşmelere servis sağlayabilir. Bu, yeryüzüne ilişkin networklerde, son on yılda gelişmiş bulunmaktadır ve mobil uydu haberleşmelerini kapsayan mobil haberleşmeler içerisindeki yayılmayı daha çok yapmak için uygun olmaktadır. Neyin bilinmediği, yatırımdaki finansal sorunlar ve, varolan donanım ve geri ödeme periyodudur. Pazarın bir çalışması; sabit haberleşme yapısına erişmek için denizdeki gemiler için daha kolay ve daha ucuz yapmak için sağlanan ve artırılan Inmarsat servislerine ihtiyaç olduğunu göstermiştir. Bir görev planı

düzenlenmiştir ve Şubat 1990'da bir yerel Inmarsat-A haberleşme networkünün meydana getirilmesi çalışmalarına başlanmıştır [8].

Teknik olarak alınmış olan ilk karar, her okyanus bölgesine erişimi sağlamak için istasyonların fiziksel yerleştirilmesi ve aynı zamanda uluslararası haberleşme networkü ile bağlantıyı sağlamak idi. California Niles Canyon'da AOR ve POR uydularına bir site için karar alınmıştır. Staten Island (Newyork), Newyork'taki IDB anahtarlama merkezi içerisindeki uluslararası haberleşme ağı için varolan bölgeden dolayı AOR E istasyonu için karara varılmıştır. Son olarak Perth'deki Avustralyan CES ile, Gngara'daki Western Avustralyan IOR istasyonu yerleştirilmesi için sözleşme uzatılmıştır. Bu yapının uluslararası haberleşme ağı ile bağlantı kurulabilmesi için bir karara bağlandı (Şekil 6.2).

Yer istasyonu için donanım seçimi, alınmış olan son karar idi. Tüm denizcilik haberleşme sistemleri; radyo frekans spektrumunu uzun süre saklamak için, geliştirilmiş bulunan yönetmelikler tarafından düzenlenmekte ve Inmarsat'ın sadece SES için değil, CES için de şartname yazması istenmiştir. System Definition Manuals (SDM) olarak adlandırılan bu şartnameler, çalışan network içerisinde tek türlülüğü sağlamaktadır.



Şekil 6.2 Inmarsat Haberleşme Sistemi'ne örnek bir görüntüm

Bir CES veya gerçekten bir SES için Inmarsat koşullarının tümünün içerilmesi bu araştırmanın amacı değildir, asıl düşünülen yeryüzüne ilişkin networklerle bağlantısıdır.

Bir CES, otomatik olarak gemi ve kara taşıtlarından Genel Anahtarlamalı Telefon Network (Public Switched Telephone Network (PSTN)) ile bağlantıyı kurmak için uydulardan işaretleri kabul eden sade bir anahtardır. Bir çok PSTN şimdi, sayısal alışveriş kullanmaktadır (örneğin düzenlenmiş anahtarlar) ve belirtildiği gibi çok azdır. Onlar çoğunlukla network operatörü olduğundan PSTN içerisine bağlamak için bir telefon şirketine oldukça uygundur. Bununla beraber bağımsız özel şirketler ve, telefon şirketleri olmayan servis sağlayıcılar, müşterilerin ihtiyaçlarını yerine getirmek için daha büyük taşıyıcıların, hepsi olmasa bile, bir çoğu için birbiriyle bağlantıyı sağlaması gerekmektedir.

Başlangıçta ilgili şirket, yeni sistem ve heberleşme tekniklerini yerleştirmek için çoğalma kapasitesini ve müşteri kullanımını, kullanıcı yardımcılığını yapan bir network meydana getirmek için yola çıkmıştı.

Şirketin özel ihtiyaçları ;

- 1) Sisteme kolay erişim
- 2) Global servis
- 3) Artırılmış servisler
- 4) Kullanıcı için maliyet

Inmarsat SDM'nin yapılıp bitirilmesi, önemli şekilde artmış olmak zorundadır ki, bu Inmarsat SDM, bir temel CES için standart settir.

Dört okyanus bölge erişimini tek bir erişim koduna yeterli kılmak ve, tüm okyanus bölgelerindeki Octal Code 13-1 (Decimal 11-1) topluluğunu ayırmak için Inmarsat istenmiştir. Günümüz için bu, eşsiz bir sıralamadır ve tüm dört CES bu tek kodlamayı almak için düzenlenmiştir.

Global network, daha önce belirtilen sitelerde yerleştirilen CES'ler tarafından ortaya çıkarılmış ve bir çok taşıyıcılarla uygun bağlantıları ayırmak için her istasyon direk olarak

Newyork'taki Ulusal ve Uluslararası Yol (National and International Gateway) ile bağlanmıştır. CES' lerdeki iki dijit kod işaretleme olanaklarına özel gereçlerle beraber bu, haberleşme taşıyıcılarının bir bölümü ile bağlantı kurmak için network yeterli kılınmıştır.

Son olarak, şirket artırılmış servislere baktı. Marinet, Bimcon PC ve diğerleri gibi, uzmanlaşmış haberleşmeleri desteklemek için bu program üzerine gösterilen endüstri, haberleşme sistemini seçmek, müşteriye izin vermek, amaç ve 'hub'ların gereçleri ile bu sistemleri uzlaştırmak, network ve kısa kod erişim gereçlerini iyi bir duruma getirmek için donatıldı ve gemiye yerleştirildi.

Buna ek olarak; şirket, GMDSS ve geleneksel radyo memurunun bazılarını kabul etmiştir. Daha kolay ve otomatik haberleşme, mesaj ve çağrılara ihtiyaç vardı. Bu ihtiyacı yerine getirmek için Mobilcom 6 (MC6) ve kombine edilmiş bir ödenmiş/kredi kard olarak bilinen bir haberleşme toplayıcısından meydana gelen bir haberleşme donanım paketi; bu servisin avantajını sağlamasını arzu eden şirketler için bir ortaklık içine girmişlerdir.

MC6, üçüncü parti haberleşme dosyaları (kiralayıcılar ve anlaşmacılar gibi) dışını otomatik olarak ayırarak yararlı olan, çağrı yüklemelerini kapsayan, haberleşme yönetmelik olanak ve gereçlerini sağlamaktadır. Otomatik kartlı telefon, insanlar araya girmeksizin yapılan özel çağrılara imkan vermektedir.

Bu servisi sağlamak için her bir CES, standart işaretleme kodları gibi olan alfa-numerik kodları almak ve çevirmek için donatılmıştır. Otomatik telefon sistemine erişim izni veren alfanumerik yetenek, şarj istekleri için çağrılar seçer ve ayırır. Bu sistem tekrarı, kara dışı endüstrisindeki farklı anlaşmacıların büyük bölümü ve Inmarsat servis personel kullanımı gibi uygulamalar için çok yararlıdır. Saymalar, mal sahibi/operatör için önemli yüklemeler sonucuna göre, tekrar ödemeli kartta olduğu gibi yerleştirme için daha çok belirlenmiş olabilir.

Şirket, global network içerisinde bu servisleri birleştirerek , yeni Inmarsat B , -C, ve -M servislerine Inmarsat-A servislerinin prensiplerini uygulamak için çalışmaktadır. Sistemde bir sonraki düşünce şudur: CES'ler için donanım üzerine düşünülen fikir; doğal bakır

kablolar, fiberoptik kablolar ve uyduların tamamlanması olan Uluslararası Haberleşme Ağı (International Telecommunications Network) idi.

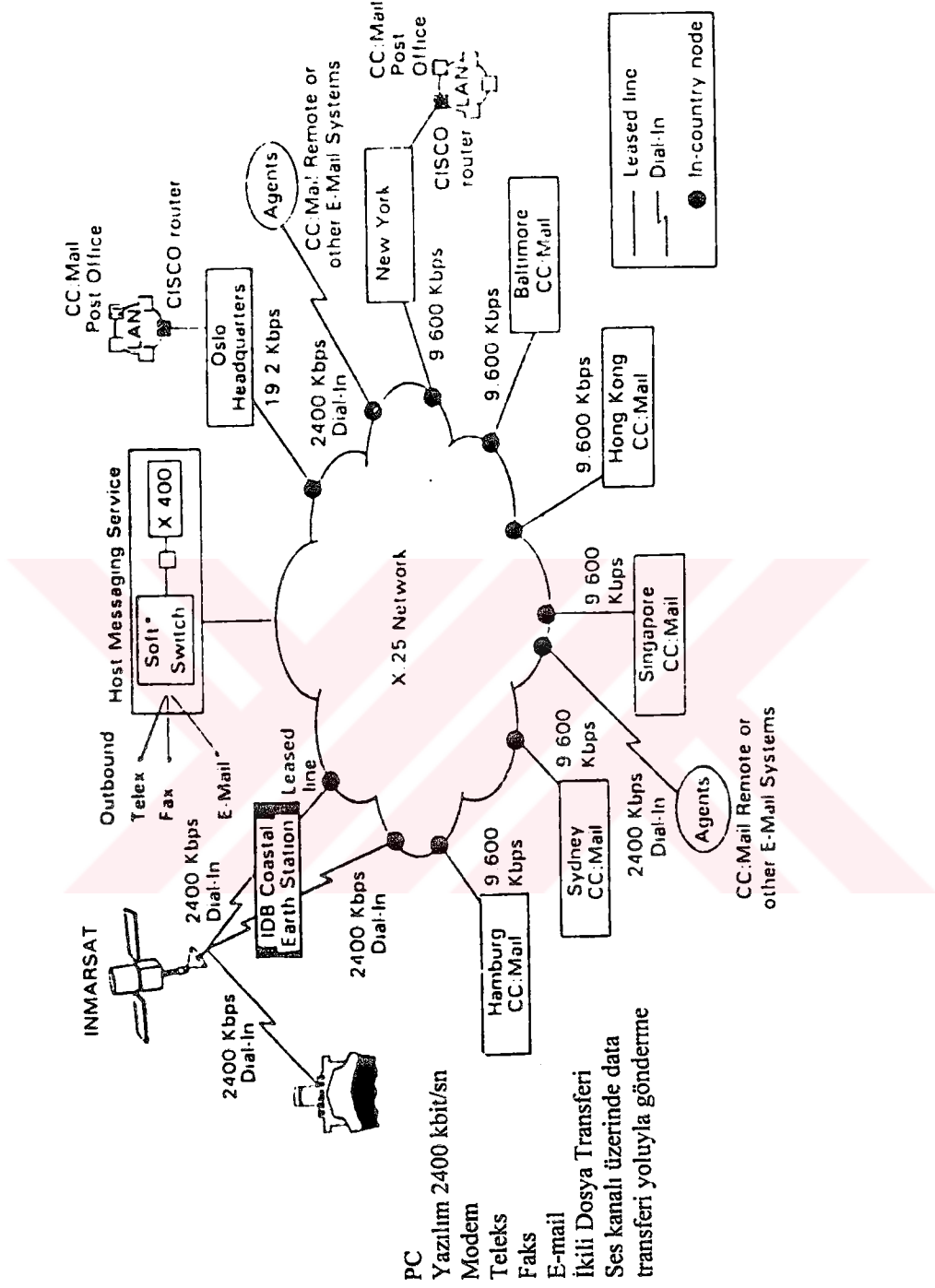
Yeryüzüne ilişkin network, çoğu kez global ülke networklerine interlink olarak büyümüştür ve ulusal yönetim içindeki posta, telefon ve telekomünikasyon (PTT) servisi ile günümüze kadar çalıştırılmıştır. Bu networkler, sistemler arasındaki işaretleme ve yüklemenin standartını sağlamak için ulusal ve uluslararası yönetmelik konudur. Kontrol kurulu, merkezi Geneva olan Uluslararası Haberleşme Birimi (International Telecommunications Union)'dir, ve alt komiteleri: Uluslararası Telefon ve Telekomünikasyon Komitesi (Committee Consultative International Telephone and Telecommunications (CCITT)) ve Uluslararası Radyo Komitesi (Committee Consultative International Radio (CCIR))'dir. CCITT, işaretleme, yükleme kontrolü olan yönetmelikler için sorumludur. CCIR ise teknik standartları geliştirme için sorumludur. Inmarsat; ITU ve onun alt komiteleri olan CCITT ve CCIR'nın yönetmeliklerine ve IMO yönetmeliklerine Denizde Yaşam Güvenliği olan Safety of Life at Sea (SOLAS) yönetmelikleri için uymak zorundadır.

Özellikle USA ve İngiltere'deki yakın gelişmeler ve Avrupa ve diğer dünya ülkelerindeki daha az bir aşama için ulusal telefon ve telekomünikasyon networklerini işletmek için gizli şirketleri kabul etmiştir. En gizli taşıyıcılar bazı kabloya sahip olur ve ana taşıyıcılar ve yerleşmiş PTT'lerden kapasiteyi kiralar. Kanada'daki ana şirket bu olanak ve araçların her ikisini de ileri sürecektir; bu olanak ve araçlar her bir ülkedeki PSTN'ye trafiği taşımak için seçilmiştir. Pratik olarak her ülke bir PSTN'ye sahiptir. Uygun yeryüzü taşıyıcıları seçimindeki yeni bir düşünce, X.25 ve X.400 adresleme kapasiteleri gibi medya transmasyonları içerisinde mesajlama sistemleri ile bağlantılı olabildiği idi [1], [8].

Dijital işaretleme metodları; kendi yerel ve geniş alan networklerini sağlayan özel şirketlerle, bilgisayardan bigisyara haberleşmelerde bir tertibata izin vermektedir. Çoğu yazılım işaretleme paketleri, PSTN aracılığıyla başka networklerle bağlı olmayan ayrık networklerde meydana gelerek de olabilmektedir. Bu, istenmezdi ve CCITT ayrık sistemlerle bağlantılı olacak olan genel bir işaretleme sistemi geliştirilerek yalnız CCIR ile yüklenmiştir. Bu özel şirket yönetmeliklerine uygun hale getirmek için setup edilmiş olan ayrık networkler, PSTN aracılığı ile başka networklere bağlantı kurmak için kabul edecektir. Bu sayede bilgisayarlar arası haberleşmeler genişleyecektir.

X.25 transmisyonu ve X.400 adresleme kapasitesi global haberleşme yapılarında anahtar parçalardır. Her iki standart, dünya çapında hata korumalı data haberleşmelerini sağlamak için yeterli kritik bir sistemi henüz başarmıştır (Şekil 6.3).





Şekil 6.3 Bağlantı seçenekleri

Şayet X.25 data haberleşmelerinin “railroad track (demiryolu izi)” ı ise, X.400 “railroad engine (demiryolu motoru) “dir. Bir X.400 adreslemeli zarf kullanarak gönderilen mesaj, data veya döküman bir ‘railway payload’ (demiryolu kazancı)’na benzemektedir. X.25 paket anahtarlama network kullanımı; genel data networkleri kullanan dünya ulusları ile, genel ve özel X.25 data networkleri kullanan çok uluslu demeklerin protokolü kabul edilen bu küreselleşme üzerine oturtulması 30 yıl olmaktadır. Bu networkler arasında varolan fiziksel bağlantılar, 9600 bit/sn veya daha fazlasının terminal hızlarında, ekonomik olarak bilginin düzenli yol vermesine ve transmisyonuna izin vermektedir. CCITT ve diğer standart kurullar aracılığı ile bu global network, dünya çapındaki tüm aboneler için genel protokol, iyileşen hız kullanım kolaylığı, teknoloji ve haber almasını geliştirmek için devam edecektir.

Uygulama seviyesinde X.400; gizli elektronik mail sistemleri link etmek için ihtiyaç dışı büyüyen bir mesaj anahtarlama yapısını sağlamaktadır. E-Mail aboneleri E-Mail servislerine çok bağlıdır [6], [8].

Bir global network, ücret verimi ve kullanım kolaylığı düzeltilmesinden beri mobil uydu haberleşme yararı üzerine bağlı endüstrilere yardım etmek için, yeryüzüne ilişkin data ve mesaj anahtarlama yapısının en iyi özelliğini kaldırmaya uygun olmaktadır. Bir abone onu kolayca kullanamaz ise, haberleşme teknolojisi salt yararlı değildir. Kullanım kolaylığı için bir çözüm de; haberleşmenin basmakalıp metodlarının kolayca birebir olmasıdır.

Tüm bunlara göre, global sistem ne ileri sürmek zorundadır ve ayırık sistemler üzerindeki avantajları nedir ?

İlk ve en önemli olarak sistem, her okyanus bölgesinde bir kolay erişim kodu aracılığı ile Küresel Genel Anahtarlama Telefon Ağı (Global Public Switched Telephone Network) için tam otomatik erişimi ileri sürmektedir. Bu, yeni otomatik kütükleme ve haberleşme aktivitesinin kontrolünü gerektirir. Makine odasında başlayan ve radyo odasına uzanan Unmanned Machinery Space (UMS)’nin ikinci evresinin gerçekleşmesini yeterli kılan olanak ve araçlar görünmüş olabilecektir. Bu, ücretlerin hesap edilmesi düşüncesi içerisinde dikkate alınabilecektir.

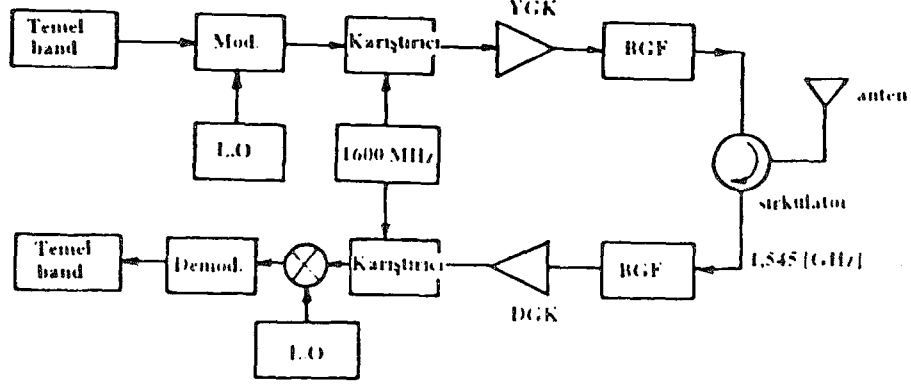
İkinci olarak her okyanus bölgesinde tek kod erişimi özelliği ile heberleşme için yalnızca bir fatura kesin bir oranda meydana getirilmektedir. Haberleşme operatörünün düşünülen yöntemi çoğunlukla olabilir ki, insan en düşük ücret yolu üzerine karar vermektedir. Fakat hesaplar son olarak belirlendiği zaman bu gerçekte neye mal olur? Son olarak denizcilikle ilgili haberleşmeler çok daha elverişli ve yeterli olabilir.

6.3 Uygulama Örneği

Uluslararası bir taşımacılık şirketinin 50 tane tır aracı olsun. Bu taşımacılık şirketinin değişik ülkelerde merkezleri bulunsun. Bu ülkeler; Türkiye, Fransa, İtalya, İngiltere, Yunanistan, Irak, İran ve Suriye olsun. Merkezi şehirleri; Ankara, Paris, Roma, Londra, Atina, Bağdat, Tahran ve Şam olduğunu düşünelim.

Şimdi; öncelikle merkezi şehirler olan Ankara, Paris, Roma, Londra, Atina, Bağdat, Tahran ve Şam'da PTT alt yapısına bağlanalım. Bu istasyonları Genel Anahtarlama Telefon Network (Public Switched Telephone Network PSTN)) ve Genel Anahtarlama Dijital Network (Public Switched Digital Network (PSDN)) anahtarlama sistemlerine bağlanalım. Merkezler arasında teleks, faks, telefon ve data haberleşmesi, kısa mesaj geçme yapılması isteneceğine göre, bu merkezi istasyonların PTT altyapısına bağlanması gerekecektir (Şekil 6.5). Özsay Deniz Nakliyatı A.Ş. Genel Müdürü ile Inmarsat-C ve Inmarsat-M haberleşme teknikleri üzerine yaptığımız tartışmada kara taşımacılığı için Inmarsat-C'nin Inmarsat-M'den daha çok kullanıldığı ve maliyet bakımından daha üstün olduğu kararına varılmıştır. Ancak Inmarsat-C sadece teleks haberleşmesi yaptığından ses ve faks haberleşmesinin önem kazandığı noktada yeterli olmamaktadır. Inmarsat-M'in iki tip çeşidi vardır. Bunlardan biri, çanta içerisine yerleştirilerek elde edilen çanta tipi; diğeri ise yaklaşık 40 kg ağırlığa sahip olan montaj tipidir. Çanta tipi Inmarsat-M kullanımı biraz karışık olduğundan kara taşımacılığı haberleşmesinde çok kullanılmamaktadır. Çünkü; aracı kullanan şoför yeteri derecede teknik olamayacağından haberleşmek istediğinde uydu bulması çok zor olacaktır. Ayrıca, hareket halinde bunu yapamayacağı için durması gerekecektir. Bu da kullanıcı için büyük zaman kaybına uğrayacaktır. Daha çok fonksiyonu olmasına rağmen kullanıcı yetersizliğinden dolayı kara haberleşmesinde Inmarsat-C tercih edilmektedir.

Mobil birimin uydu aracılığı ile diğer mobil birimle veya iletim merkezi ile haberleşmesi için terminale gereksinim duyulmaktadır. Mobil terminalin iletişim donanımı aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 6.4 Mobil terminalin iletişim donanımı

Snec Cmate marka Inmarsat - C/GPS terminali kullanılırsa toplam maliyet;

50 adet Inmarsat - C/GPS (1 adet terminal = 8 000 \$ olduğuna göre);

$50 \times 8\ 000\ \$ = 400\ 000\ \$$ (toplam TIR maliyeti)

$8 \times 8\ 000\ \$ = 64\ 000\ \$$ (ofislere konacak toplam Inmarsat - C/GPS maliyeti)

Genel toplam maliyet = 464 000 \$

Şayet; Scansat - M 9010 marka Inmarsat - M terminali kullanılacak ise;

50 adet Inmarsat - M (1 adet terminal = 20 000 \$ olduğuna göre);

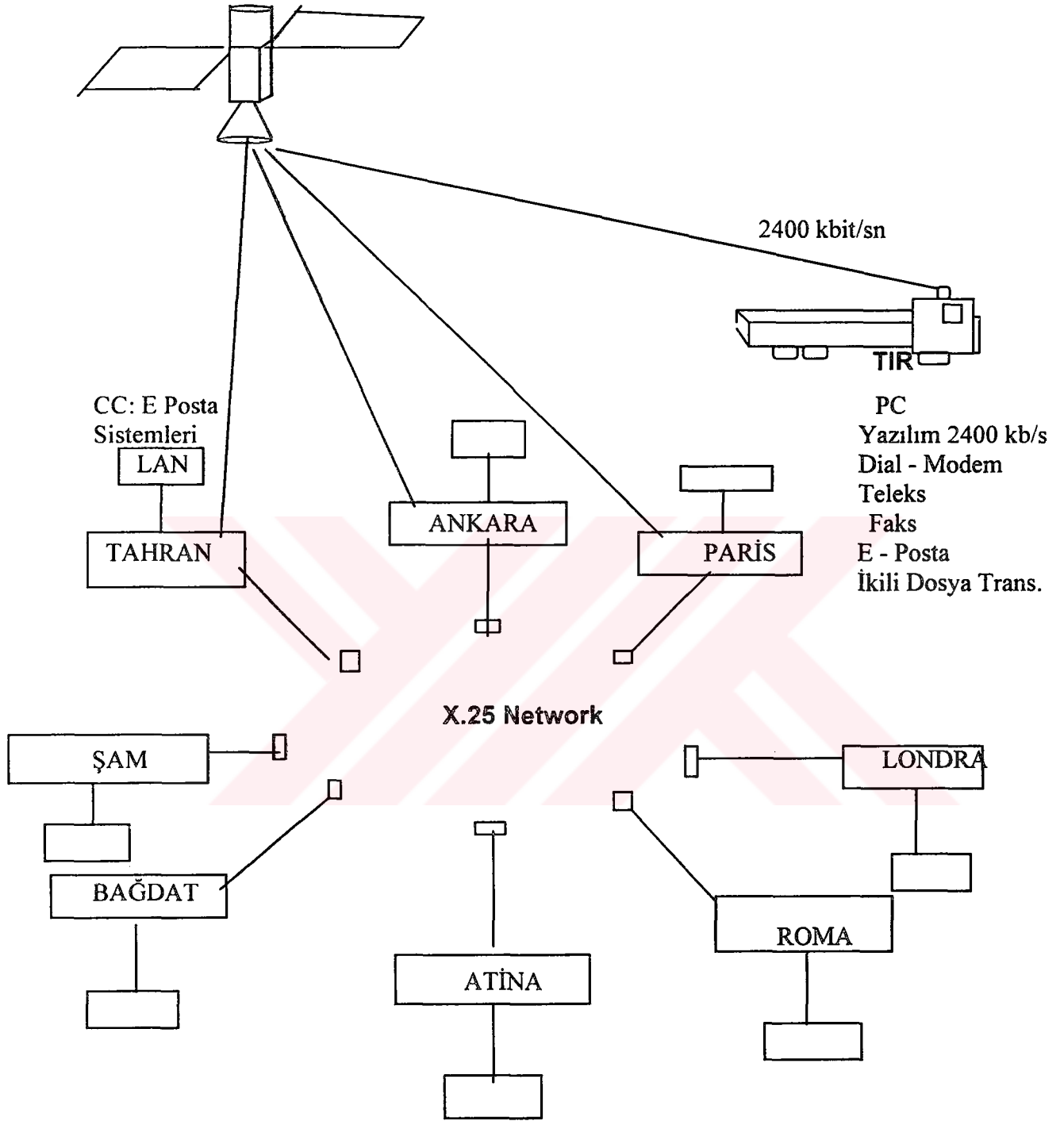
$50 \times 20\ 000\ \$ = 1\ 000\ 000\ \$$ (toplam TIR maliyeti)

$8 \times 20\ 000\ \$ = 160\ 000\ \$$ (ofislere konulacak toplam Inmarsat - M maliyeti)

Genel toplam maliyet = 1 160 000 \$

olacaktır. Görüldüğü üzere Inmarsat - C maliyeti daha azdır. Ancak Inmarsat - M sisteminin daha geniş çaplı haberleşme seçenekleri olduğu için bana göre Inmarsat - M sistemi kullanmak daha faydalı olacaktır.

INMARSAT



Şekil 6.5 Uygulama Projesinin genel bir görünümü

Tablo 6.1 Inmarsat-C/GPS (SNEC CMATE Marka) sisteminin teknik özellikleri

Gönderme	
Frekans bandı	1625,5 - 1646,5 MHz
Anten	Omnidirectional
EIRP	12 dBW
Modülasyon	BPSK
Erişim şekli	TDMA
Bilgi data oranı 1 inci tip uydu için 2 inci tip uydu için	300 bit/sn 600 bit/sn
Kodlama	Otomatik tekrar istekleri ile karşılıklı alış-veriş
Güç	80 W

Alma	
Frekans bandı	1530 - 1545 MHz
Anten	omnidirectional
G / T	- 23 dBK ⁻¹
Modülasyon	BPSK
Erişim şekli	TDM
Bilgi data oranı	600 bit/sn
Kodlama	Otomatik tekrar isteği ile karşılıklı alış-veriş
Güç	25 W

Snec Cmate Marka Inmarsat-C/GPS'in Diğer Özellikleri:

Interface : RS 423, NMEA 0183

Sıcaklık aralığı

IME : -10 - +55 °C

EME : -35 - +55 °C

Nem : +40 °C'de %95

Boyutları

Genişlik : 383 mm

Boy : 73 mm

Derinlik : 299 mm

Ağırlık

IME : 4.00 kg

EME : 2.70 kg

Güç Kaynağı versiyonları

GPS olmaksızın;

12 V DC -ref. CLB 012

24 V DC -ref. CLB 024

GPS ile;

12 V DC -ref. CLB GPS 012

24 V DC -ref. CLB GPS 024

Tablo 6.2 Scansat - M 9000 Marka Inmarsat - M'in Teknik Özellikleri

Gönderme frekansı	1626.5 - 1646.5 MHz
Alma frekansı	1525.0 - 1545.0 MHz
Kanal aralığı	10 KHz
EIRP (Etkin Isotropik Yayılma Gücü)	27 dBW +2 dB / -3 dB 21 dBW +2 dB / -3 dB (azalmış)
Ses kanalı	Dubleks. 6.4 kbit/sn Hata Düzeltmeli Kodlama, 4.8 kbit/sn net, bütünleştirilmiş dial tone (DTMF) transmisyonu ile.
Güç kaynağı	AC: 90 - 260 V, 50 - 60 Hz DC: 10.5 - 32 V Stand-by : yaklaşık 30 W Göndermede : yaklaşık 130 W
Sıcaklık aralığı	EME : -25 °C ile +55 °C IME : 0 °C ile +45 °C
Nem	+40 °C'de %95 'in üzerinde
Seçenekler (faks / data)	
Faks	CCITT standart grup 3, 2400 bit/sn
Data	Dubleks. RS 232 interface, 2400 bit/sn
El seti	10 m uzayabilen kablo

Tablo 6.3 Scansat - M 9010 Marka Inmarsat - M'in Teknik Özellikleri

Gönderme frekansı	1626.5 - 1660.5 MHz
Alma frekansı	1525.0 - 1559.0 MHz
Kanal aralığı	10 KHz
EIRP	25 dBW +2 dB / -3 dB 19 dBW +2 dB / -3 dB (azaltılmış)
Ses kanalı	Dubleks. 6.4 kbit/sn HataDüzeltilmeli Kodlama, 4.8 kbit/sn net, bütünleştirilmiş dial tone (DTMF) transmisyonu ile.
Güç kaynağı	AC : 90 - 260 V, 50 - 60 Hz DC : 10.5 - 32 V Stand-by : yaklaşık 30 W Göndermede: 130 W
Sıcaklık aralığı	-25 °C ile +55 °C
Nem	+ 40 °C'de %95'in üzerinde
Seçenekler (faks / data)	
Faks	CCITT standart grup 3, 2400 bit/sn
Data	Dupleks. RS 232 interface, 2400 bit/sn
Batarya seçeneği (şarjlı)	AC : 90 - 260 V DC : 10.5 - 32 V
Şarj zamanı	yaklaşık 6 saat
Kapasite	3 saat almada 40 dakika göndermede Stand-by : 4 saat'den fazla
Ağırlık	yaklaşık 3.9 kg
Anten kablosu	maksimum 3 m uzayabilen kablo 35 cm standart kablo
El seti kablosu	10 m uzayabilen kablo

6.4 Paket Anahtarlama Yöntemi

Paket anahtarlama, günümüzde bilgi iletişim ağlarında bilgilerin iki uç nokta arasında taşınmasında kullanılan yöntemlerden birisidir. Bu yöntemde bilgi, ağa girdiği noktada küçük paketler halinde toplanmakta ve bu şekilde nakledilmektedir. Böylelikle istasyonlar arası haberleşme ve yol değiştirme denetimi kolaylaşmaktadır.

Paket veri iletiminde, gönderilecek bilgiler standart formatta paketler haline getirilir ve anahtarlanarak karşıya iletilir. Hat abonelerinin paketlenmiş bilgileri çok kısa sürelerde iletiğinden, yaklaşık olarak aynı anda çok sayıda kullanıcı tek bir hattan yararlanabilir. Paketlerin standart formatı içerisinde gönderilen bilgilerin sayısal olarak kodlanmış biçimi ile birlikte başlık, varış adresi ve hata saptama kodu gibi ek bölümlerde bulunur.

Bu sistemde her anahtarlama birimi iki ayrı komşu birime bağlanmış durumdadır. Böylece ağ üzerindeki bir hatta yada bir santralde bir arıza meydana geldiği zaman veri paketlerinin iletimine alternatif bir yoldan devam edilebilir ve sistem abonelerinin görüşmeleri kesintiye uğramaz.

6.5 CCITT X.25 Protokolü

X.25 protokolü, paket anahtarlama veri ağlarına bağlanan cihazların gönderdiği verilerin iletişim ağı üzerinden iletimi ile bu ağlara bağlanan ve paket modunda çalışan cihazlar arasındaki iletişim biçimini tanımlayan bir protokoldür. CCITT (Committee Consultatif International Telephone and Telegraph) tarafından geliştirilmiştir.

Veri iletişimi için paket anahtarlama yöntemini kullanan ağlarda, kullanıcı tarafından bağlanan cihazları DET (Data Terminal Equipment) ve bilgi kaynağı cihazları DCE (Data Communication Equipment) olarak belirtilirse, DTE'lerden sisteme girilen verilerin özgün protokollerinin PAD'lerde (Packet assembly / disassembly) X.25 protokolüne çevrildiği söylenebilir. Elbette bu PAD'lerin veri iletişim ağı çapında bütün merkezlerde (örneğin illerde) bulunduğunu düşünülmelidir.

X.25 protokolünün görevi ise kullanıcıya ait verilerin ve kontrol bilgisinin paketler haline getirilmesine, çağrılarının kurulup çözülmesine ve akış kontrolüne ilişkin kuralları belirlemektir.

Bu sistemde, veri santrallerinin PAD'lere ve diğer veri santrallerine bağlanması için X.25 hatları kullanılırken dış ülkelerdeki iletişim ağlarına bağlanmak için ise X.75 hatları kullanılmaktadır.

Teknik Özellikler:

Sistemden yararlanmak isteyen bir abone bir veri santraline bir kiralık devre (leased line) üzerinden ya da bir telefon araması ile bağlanabilir. Bu durumda önce PAD aranır. Veri ağından yararlanmak için X.25 kartına yatırım yapmak gerekmez ve bir modemle mantıksal kanal üzerinden bağlantı yapabilmek imkanı mevcuttur. Eğer X.25 kartı üzerinden bağlantı kurulacak olursa, bu durumda sistem hattında 32 mantıksal kanal üzerinden iletişim kurmak mümkündür. Buna göre, bir x.25 bağlantısı ile bir işyerindeki 32 terminalin sistem üzerinden erişilen bir bağlantı noktasının sunduğu bilgilerden aynı anda yararlanması ya da bir abonenin aynı anda 32 bağlantı noktasına erişmesi mümkündür.

Network veri santralleri, hem eşzamansız (asen kron) hem de eşzamanlı (senkron) erişimi kuran abonelere 75, 300, 1200, 2400, 4800 ve 9600 baud hızlarında iletişim kurma imkanı sunar ve 64 K ile 1 M baud hızlarında iletişim hizmeti de verebilecek kapasitededir. Aynı zamanda santrallerin X.75 bağlantısı ile dünyanın en büyük paket anahtarlama veri ağlarından biri olan TELENET ile uydu yoluyla bağlantı kurulmaktadır.

İletişim ağının veri santralleri uzaktan programlama ve denetlenebilir özelliklerine sahiptir. Paketlenmiş verilerin gidecekleri adrese yönlendirilmesi, santral tarafından sağlanır. Bu işlevi yerine getirebilmek için iletişim ağının yapısı ve mevcut trafik akışına dair santrale her an bilgi iletilir. Bu bilgiler uyarınca santral gelen veri paketlerini en uygun yoldan gideceği yere doğru gönderir (anahtarlar).

CCITT X.25 Paket Anahtarlama Data şebekeleri ile bu şebekelere bağlanacak olan ve paket modunda çalışan cihazlar arasındaki işlevleri tanımlayan standart bir protokoldür.

CCITT tarafından 1976 yılında ortaya atılan X.25, 1988 yılında yeniden gözden geçirilip geliştirilmiştir.

X.25 standart protokolü birçok kullanıcıya ve cihaza ortak bir dilde konuşma imkanı sağladığından Paket Anahtarlama Dataşebekelerine evrensel bir boyut kazandırmıştır. X.25 sadece kullanıcının Paket Anahtarlama Data şebekesine bağlanmasından sorumludur. Şebeke tarafından datanın nasıl taşındığına karışmaz.

X.25 protokolü paket modunda çalışan terminaller ve şebeke arasında kullanıcı datasının ve kontrol bilgilerinin paketler haline getirilmesine, çağruların kurulup çözülmesine ve ayrıca akış kontrolüne ilişkin kuralları belirler.

Şebekeye erişim yapan cihazlar DET olarak, şebeke tarafı ya da şebeke santralı ise DCE olarak anılır. Yeniden tanımlamak gerekirse X.25 DET ile DCE arasındaki standart protokoldür. Terminaller, giriş-çıkış işlemcileri, host bilgisayarları veya X.25 bağlantıları DET tanımı içine girerler.

X.25 protokolü yerel uçtaki kullanıcının, uzak uçtaki DET hakkında ayrıntılı bilgi sahibi olması ihtiyacını ortadan kaldırmıştır.

KISALTMALAR:

APC : Adaptive Predictive Coding (Adaptif Tahmin Kodlaması): Inmarsat-B tarafından kullanılan bir ses band dalga formunu dijitize etmek ve kod çözmek için bir algoritma.

CES : Coast Earth Station (Kıyı Yer İstasyonu): Uluslararası haberleşme ağları için mobil uydu çağrılarını link etmek için bir giriş yeri. Kara yer istasyonu (Land Earth Station) (LES) olarak da adlandırılır.

FEC : Forward Error Correction (İleri Hata Düzeltmesi): Kodlanan bilgi düzeltilmiş olmak için, tranmisyon hatalarının yeterli kılmak için dijital bilgi ile karıştırır ve gönderir.

FIU : Facsimile Interface Unit (Faks Interface Birimi): Inmarsat-M ve Inmarsat-B için Interface faks makinaları olan bir ara sistem.

FTE : Facsimile Terminal Equipment (Faks Terminal Donanımı): Bir 3 faks makinası grubu.

IMBE : Improved Multi-band Excitation (Düzeltilmiş Multi-band Uyarması): Inmarsat-M tarafından kullanılan sesi dijitize eden ve kod çözen bir algoritma.

ISDN : Integrated Services Digital Network (Bütünlenmiş Servisler Dijital Ağı): 64 kbit/sn kanalları üzerine baz alınmış halka açık bir ileri haberleşme ağı.

NCS : Network Co-ordination Station (Network Koordinasyon İstasyonu): Aynı uydu aracılığıyla çalışarak tüm CES'lerin etkinliklerini koordine eden bir istasyon.

NCSC : Network Co-ordination Station Common (Network Koordinasyon İstasyon Genel Alanı): Tüm yer istasyonları ile ortak kullanımı için NCS tarafından gönderilen kanala verilen ad.

NCSS : Network Co-ordination Station Spot (Network Koordinasyon İstasyon Spotu): Uydunun spot ışınını seçmek için NCS tarafından gönderilen kanala verilen ad.

O-QPSK : Offset Quadrature Phase Shift Keying (Dörtlü Faz Kaydırmalı Anahtarlama): Sembol başına 2 bit gönderen bir modülasyon metodu.

PSTN : Public Switched Telephone Network (Genel Anahtarlama Telefon Ağı): Ulusal ve uluslararası genel telefon sistemi.

SCPC : Single Channel Per Carrier (Taşıyıcı Başına Tek Kanal): Her verici için ortak olmayan kanalı ayırma metodu.

SES : Ship Earth Station (Gemi Yer İstasyonu): Gemilere yüklenmek için dizayn edilen bir uydu istasyonu. Daha genel olarak Mobile Earth Station (MES) olarak ta bilinir.

TDM : Time Division Multiplex (Zaman Bölmeli Çoklama): Her biri için bir veya daha çok zaman yivlerine ayırmasıyla farklı alıcılar için bir verici ile bir kanalın üzerinde bilgi gönderme metodu.

TDMA : Time Division Multiple Access (Zaman Bölmeli Çoklamalı Erişim): Her bir zaman yivini ayırarak bir tek alıcı için bilgi gönderebilen farklı göndericiler metodu.

VII. ÖZET

20. yüzyılın sonlarına doğru çok büyük bir gelişme olan ve geniş uygulama alanı bulan uydular, yeryüzeyi etrafında 200 km ile 110 000 km arasındaki yörüngelerde bulunmaktadır. Yörüngelerin dünyadan uzaklığı uyduların kullanım amaçlarına göre değişir.

Son zamanlarda gelişmekte olan İridyum Uydu-mobil İletişim Sistemi ile telefon, radyo, data, televizyon yayınları yanında meteoroloji, konum ve yön bulma hizmetleri de sağlanmaktadır.

Uydu-mobil haberleşme sistemi dünyanın her yerinde ses ve data iletişimini sağlayan, bilgileri uydu ile frekansını değiştirip, sonra tekrar yeryüzeyine ileten bir iletişim sistemidir. Sistem; uydu, ana iletişim merkezi, ana istasyon ve mobil terminallerden oluşmaktadır. İletişim merkezi ve ana istasyon ile uydu arasındaki iletişim Ku bandında, uydu ile mobil terminaller arasındaki iletişimler L bandındadır. Bir uydu link sisteminin tasarımında minimum büyüklüklere göre sistemi oluşturan birimlerin en uygun olanının seçimi göz önüne alınmaktadır. Bir sistemin alıcısının tasarımında alıcı antenin çapı, düşük gürültülü kuvvetlendiricinin kazancı ve gürültü sıcaklığı en önemli faktörlerdir. Sistem gürültü sıcaklığı alıcının gürültüsü, anten besleme sistemi ve alıcı arasındaki kayıplara bağlı gürültü ve anten gürültüsü şeklinde üç bileşenden oluşmaktadır.

Haberleşmede kolaylık ve ekonomik üstünlük getiren uydu-mobil iletişim sistemleri çok büyük bölgelerde, normal yer haberleşme sistemleri iyi hizmet veremedikleri için önem kazanmıştır. Uydu-mobil iletişim sistemi uydu, şebeke işletim merkezi, ana istasyon ve mobil terminallerden oluşmaktadır. Mobil terminallerde düşük kazançlı anten kullanılmaktadır. Düşük kazançlı anten geniş ışınlı demetliği olduğundan, uyduya yönlendirilmesi gerekmez, fakat bu sistemde uydu gücünün fazla olması gerekmektedir.

Uydu-mobil iletişim sisteminde ağaç gölgelemesi işareti zayıflatmaktadır. Uygun modülasyon seçimi ile feding ve gölgeleme etkileri azaltılabilir. Uydu-mobil iletişim sisteminde darband ikili faz kaydırmalı anahtarlama (BPSK), dörtlü faz kaydırmalı

anahtarlama (QPSK) ve m-li faz kaydırmalı anahtarlama (MSK) modülasyonları kullanılmaktadır. Zaman paylaşmalı çoklayıcı (TDM) her taşıyıcıya ayrı kanal ve kod paylaşmalı çoklayıcı (CDM) yöntemleriyle çoğullama yapılarak iletişim ve band verimliliği artırılmaktadır.



SUMMARY

MOBILE SATELLITE COMMUNICATIONS AND INMARSAT -A, -B, -C, -M COMMUNICATION SYSTEMS

The satellites which show the big development true to the end of 20th century and find wide application area; are found in the orbits that are between 200 km and 110 000 km around the face of earth. The distance of the orbits change according to the method of using.

Telephone, radio, data, television publications and also meteorology including place and direction services are secured with the Iridium Mobile Satellite Communication System which is found in the big development at last times.

Mobile satellite communications are the systems which secures the voice and data communications all around the world and also changes the frequency of the information by the satellite and offer that transmits this information to the face of earth again.

Systems are formed by the satellite and main communication center and substation and mobile terminals. Communications between satellite with communication center and substation are in Ku band; communications between satellite and mobile terminals are in L band.

In the design of satellite link system, selection of the most conformable unites to form the systems are ventured according to the minimum greatness of the units. The diameter of receiver antenna, the profits of the low noise amplificador and the noise temperature are the most important factors in the design of the receiver of the system.

Mobile satellite communications systems which has brought easiness and superiority to the communication is gained very importance because of the normal ground communications systems which couldn't give good services in the big areas.

Mobile satellite communications system becomes from the satellite and network management center and substation and mobile terminals. Mobile terminals are using antenna that has low profit. It is not necessary to sent the low profits antenna to the satellite, because it is formed from large bunch of beam, but the power of the satellite must be too much in this system.

The shades of the trees weaken the signs in the mobile satellite communications systems. The effects of feeding and shades can be reduced by the methods of conformable modulations. In the mobile satellite communications systems, the modulations of narrowest binary phase shift keying (BPSK) and quadrature phase shift keying (QPSK) and M-phase shift keying (MSK) are used. The productivity of the telecommunication and band is increased by the methods of Time Division Multiplexing (TDM) (each channel for every carrier) and Code Division Multiplexing (CDM).



IX. KAYNAKLAR

- [1]** MILLER, M.J. , VUCETIC, B. , BERRY, L. (1995): Satellite Communications, Mobile and Fixed Services.
- [2]** BAYRAKÇI, H.E. (1993): Analog, Sayısal ve Optik Uydu İletişim Sistemleri
- [3]** DERİN, H. , AŞKAR, M. (1987): İletişim Kuramı.
- [4]** COUCH, L.W. (1988): Digital and Analog Communication Systems.
- [5]** PRATT, T. , BOSTIONS, C.V. (1986): Satellite Communicatons.
- [6]** RODDY, D. (1989): Satellite Communications.
- [7]** SEDERHOLM, C. (1992): Video Compression and Multimedia Application.
- [8]** FELDMAN, H. , RIJNDORP, H.H. , KLEIN, J.F. (1993): Maritime Communications and Control.
- [9]** BRITTEN, P.D. , BERGER, S. (1993): Satellite Communication for Mobiles.

EK - 1

INMARSAT UYDU PLANLAMASI

ve

ÇAĞRI ŐEMALARI

INMARSAT DATA

COAST EARTH STATIONS

Inmarsat-A

Country	Location	Operator	Coverage Region	Access Code (Octal)	Access Code (Decimal)
Australia	Perth	OTC Australia	IOR/POR	02	02
Brazil	Tangua	EMBRATEL	AORE	14	12
China	Beijing	Beijing Marine Coms & Nav Co	POR/IOR	11	09
Denmark, Finland, Iceland, Norway, Sweden	Eik	Norwegian Telecom	IOR/AORE	04	04
Egypt	Maadi	National Telecoms Organisation	AORE	03	03
France	Pleumeur Bodou	France Telecom	AORW/AORE	11	09
Germany	Raisting	Fernmeldetechnisches Zentralamt	AORE	15	13
Greece	Thermopylae	OTE SA	IOR	05	05
India	Aarvi	Videsh Sanchar Nigam Ltd	IOR	06	06
Iran	Boumehen	Telecomm Co of Iran	IOR	14	12
Italy	Fucino	Telespazio	AORE	05	05
Japan	Yamaguchi	Kokusai Denshin Denwa	POR/IOR	03	03
Korea, Republic	Kumsan	Korea Telecom Authority	POR	04	04
Netherlands	Burum	PTT Nederland NV	AORE/IOR	12	10
Poland	Psary	Ministry Transp/Marit Economy	AORE/IOR	16	14
Saudi Arabia	Jeddah	Ministry of PTT	IOR	15	13
Singapore	Singapore	Telecom Authority of Singapore	POR	10	08
Turkey	Ata	General Directorate of PTT	IOR/AORE	10	08
Turkey	Ata	Comsat Mobile Communications	IOR	01	01
UK	Goonhilly	British Telecom International	AORW/AORE	02	02
USA	Niles Canyon	IDB Comms Group Inc	POR/AORW	13-1	11-1
USA	Santa Paula	Comsat Mobile Communications	POR	01	01
USA	Southbury	Comsat Mobile Communications	AORW/AORE	01	01
USA	Staten Island	IDB Comms Group Inc	AORE	13-1	11-1
Russia	Nakhodka	Morsviazspudnik	POR	12	10
Ukraine	Odessa	Morsviazspudnik	AORE/IOR	07	07

Country	Location	Operator	Coverage Region	Access Code
Australia	Perth	OTC Australia	IOR/POR	302/202
Denmark, Finland, Iceland, Norway, Sweden	Blaavand	Telecom Denmark	AORE	131
Denmark, Finland, Iceland, Norway, Sweden	Eik	Norwegian Telecom	IOR	304
France	Pleumeur Bodou	France Telecom	AORE	111
Germany	Raisting	Fernmeldetechnisches Zentralamt	AORE	115
Netherlands	Burum	PTT Nederland NV	AORE/IOR	112/312
Singapore	Singapore	Telecom Authority of Singapore	POR	210
UK	Goonhilly	British Telecom International	AORW/AORE	002/102
USA	Santa Paula	Comsat Mobile Communications	POR	201
USA	Southbury	Comsat Mobile Communications	AORW/AORE	001/101

Inmarsat-C

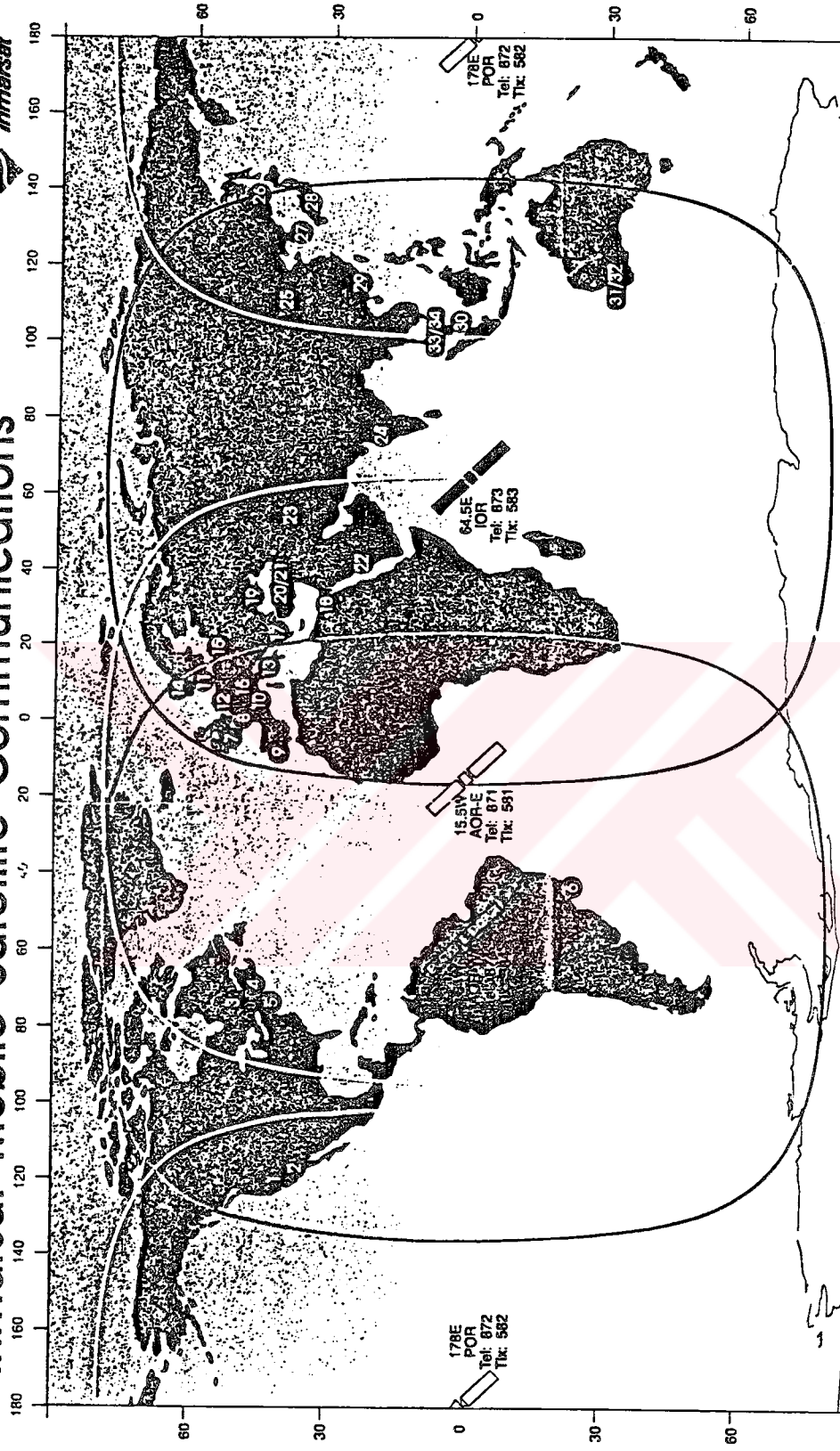
Country	Location	Operator	Coverage Region	System (A/C)	Status
Argentina	Balcarce	Comision Nac de Telecom	AORE	A	1992/95
Brazil	Tangua	EMBRATEL	AORE	C	1992
Bulgaria	Varna	Shipping Corp Voden Transport	AORE/IOR	A/C	1992/95
Canada	Laurentides	Teleglobe Canada	QORE	C	1992
China	Beijing	Beijing Marine Coms & Nav Co	POR/IOR	C	**Planned
Cuba	N/A	Ministry of Communications	AOR	A	1992/95
France	Pleumeur Bodou	France Telecom	AORW	C	1992
Greece	Thermopylae	OTE SA	IOR	C	**Planned
India	Aarvi	Videsh Sanchar Nigam Ltd	IOR	C	1993
Iran	Boumehen	Telecomm Co of Iran	IOR	C	1992
Italy	Fucino	Telespazio	AORE	C	1992
Korea, Republic	Kumsan	Korea Telecom Authority	IOR/POR	A/C	1993
Kuwait	Umm-al-Aish	Ministry of Communications	AORE	A	1993
Portugal	Lisbon	Comp. Portuguesa Radio Marconi	AORE	C	1993
Saudi Arabia	Jeddah	Ministry of PTT	AORE/IOR	A/C	1993/planned
Spain	Buitrago	Telefonica de Espana SA	AORE	A/C	1992/95
Turkey	Anatolia	General Directorate of PTT	IOR	A	1992
Turkey	Ata	General Directorate of PTT	IOR	C	1992
Russia	Nakhodka	Morsviazspudnik	POR	C	1993
Ukraine	Odessa	Morsviazspudnik	AORE/IOR	C	1993

—Planned - under implementation

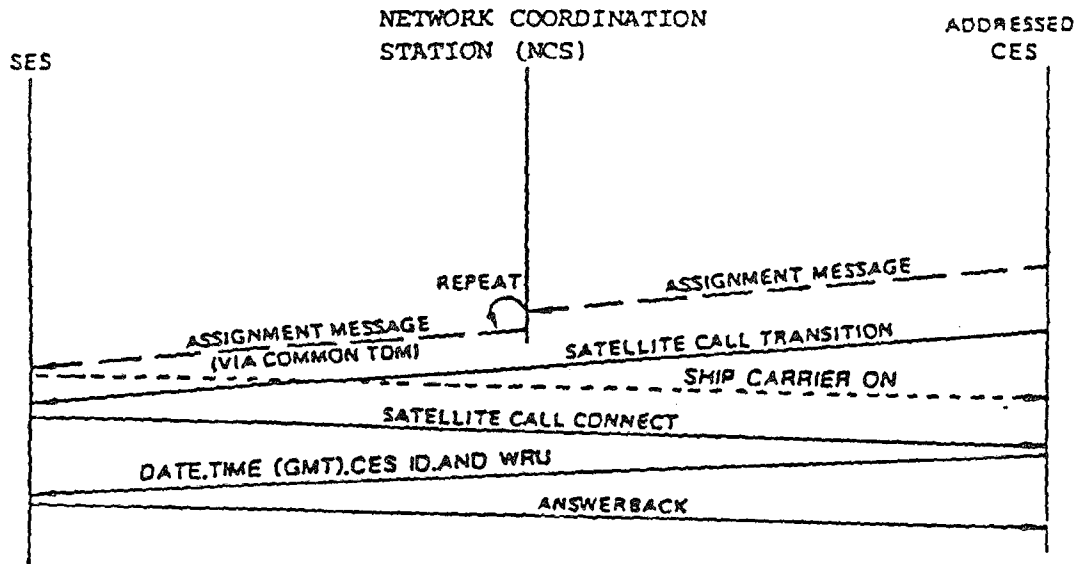
Key			
AORE	Atlantic Ocean Region East	IOR	Indian Ocean Region
AORW	Atlantic Ocean Region West	POR	Pacific Ocean Region

Planned for Inmarsat-A and C

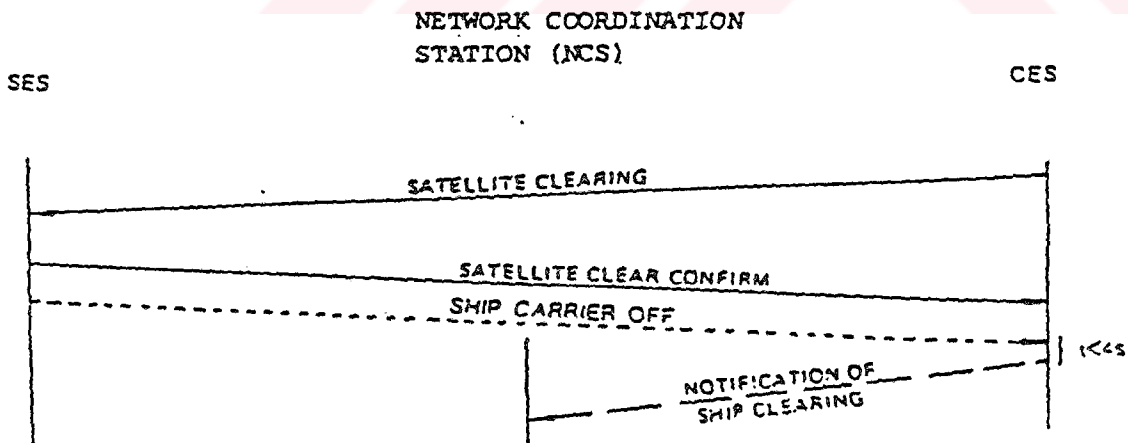
Inmarsat Mobile Satellite Communications



Coast Earth Stations	Services	Inmarsat-A	Inmarsat-C	Inmarsat-B/M
1 Niles Canyon				
2 Santa Paula				
3 Laurohides				
4 Southbury				
5 Staten Island				
6 Tangua				
7 Goonhilly				
8 Pleumeur Bodou				
9 Sittou				
10 Aussaguel				
11 Bloccand				
12 Station 12				
13 Fucina				
14 Elk				
15 Pasry				
16 Risting				
17 Thermopylae				
18 Madat				
19 Odessa				
20 Andofka				
21 Aita				
22 Jeddah				
23 Boumehen				
24 Arvi				
25 Beijing				
26 Nakhodka				
27 Kurnson				
28 Yamaguchi				
29 Hong Kong				
30 Senjosa				
31 Perth				
32 Gdangara				
33 COMSAT Ecuador				
34 Kuchon				



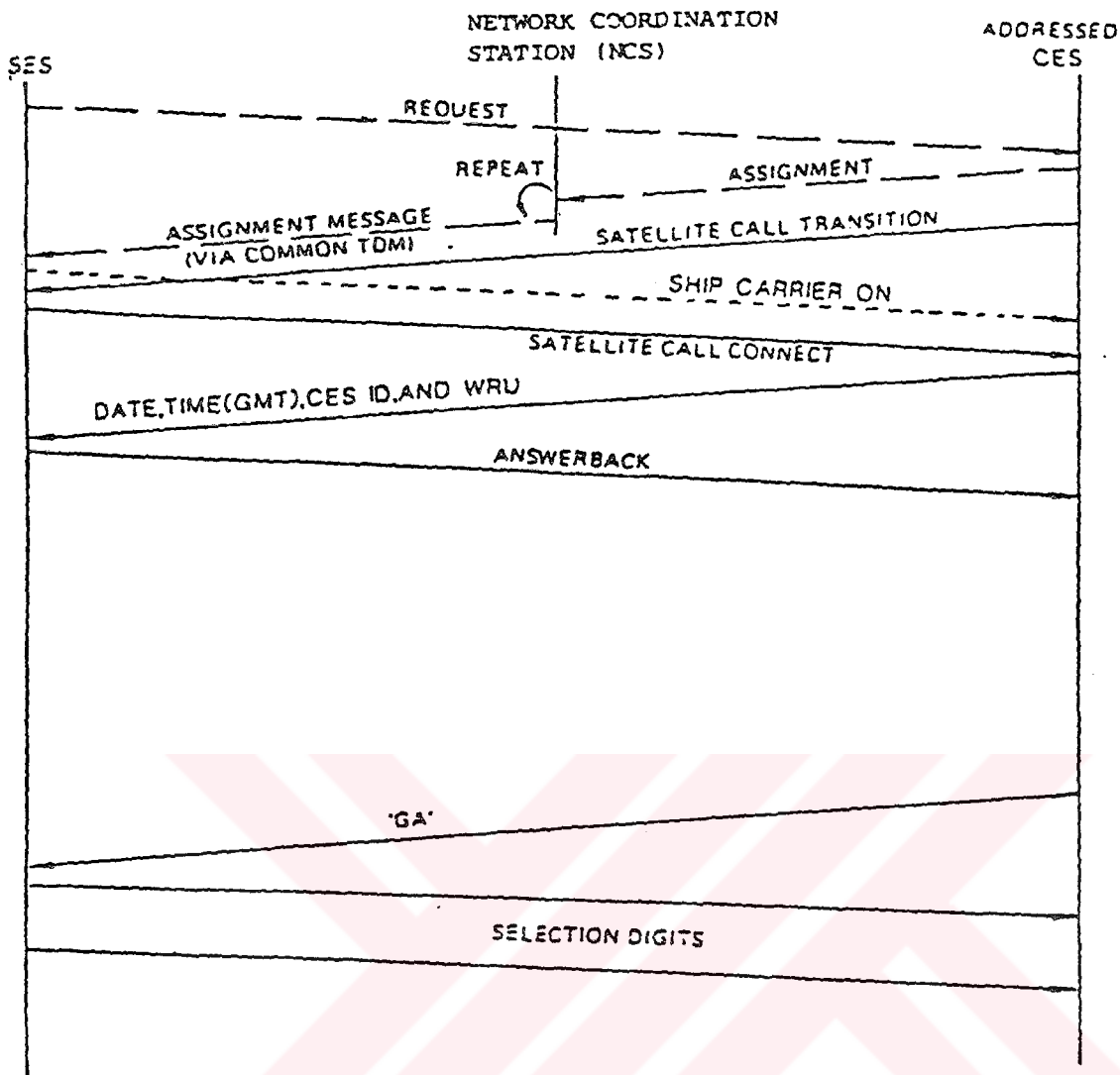
(a) Normal Call Set-up



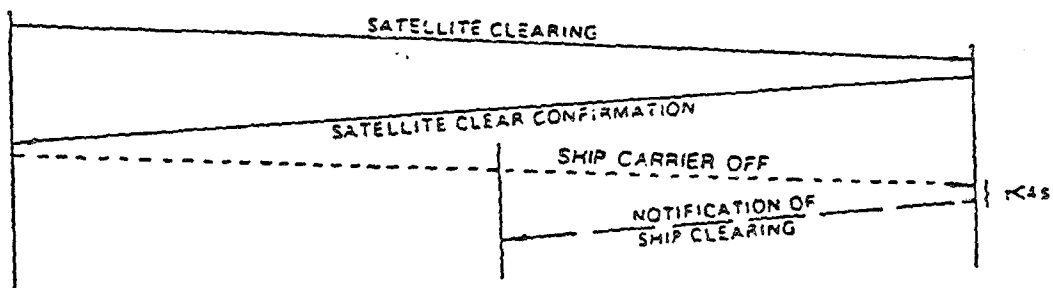
(b) Shore clearing

_____ IN-BAND SIGNALLING
 - - - - - OUT OF BAND SIGNALLING
 - - - - - OTHER EVENTS

FIGURE 3
TELEX CALL
(Shore-originated call)



(a) Normal Call Setup



(b) Ship Clearing

————— IN-BAND SIGNALLING
 - - - - - OUT-OF-BAND SIGNALLING
 ······ OTHER EVENTS

FIGURE 5

TELEX CALL
(Ship-originated call)

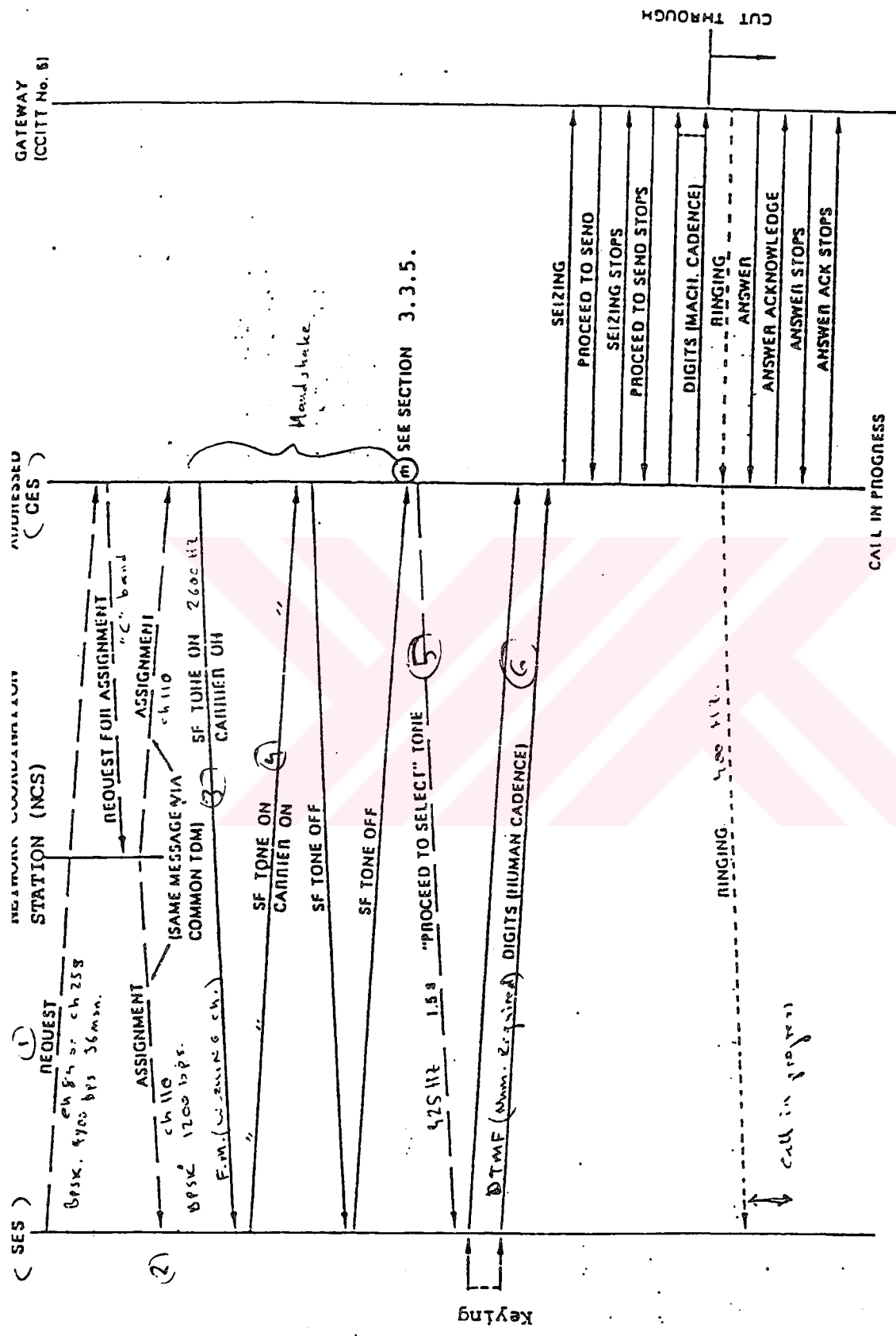
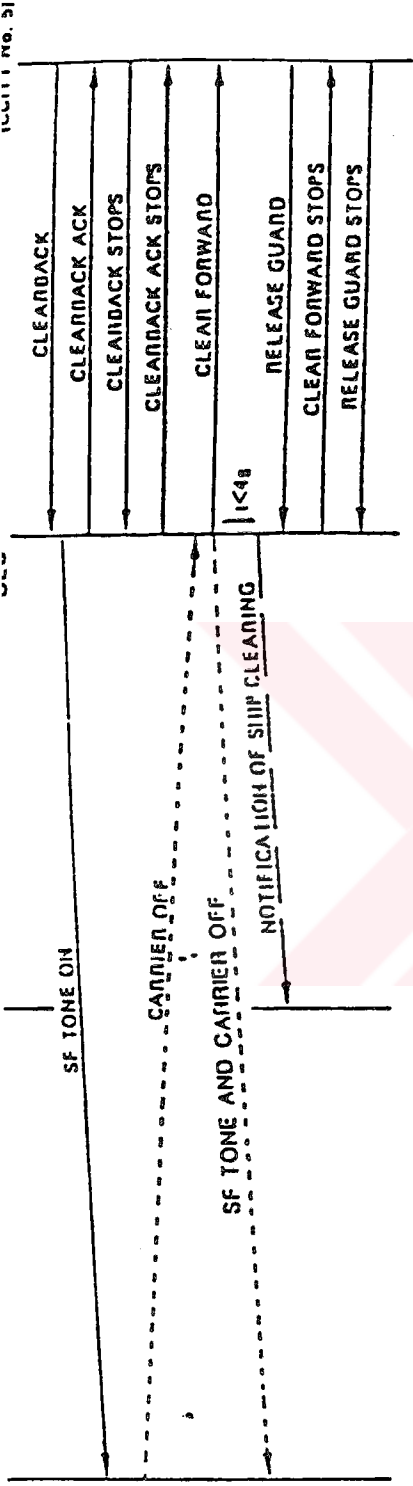
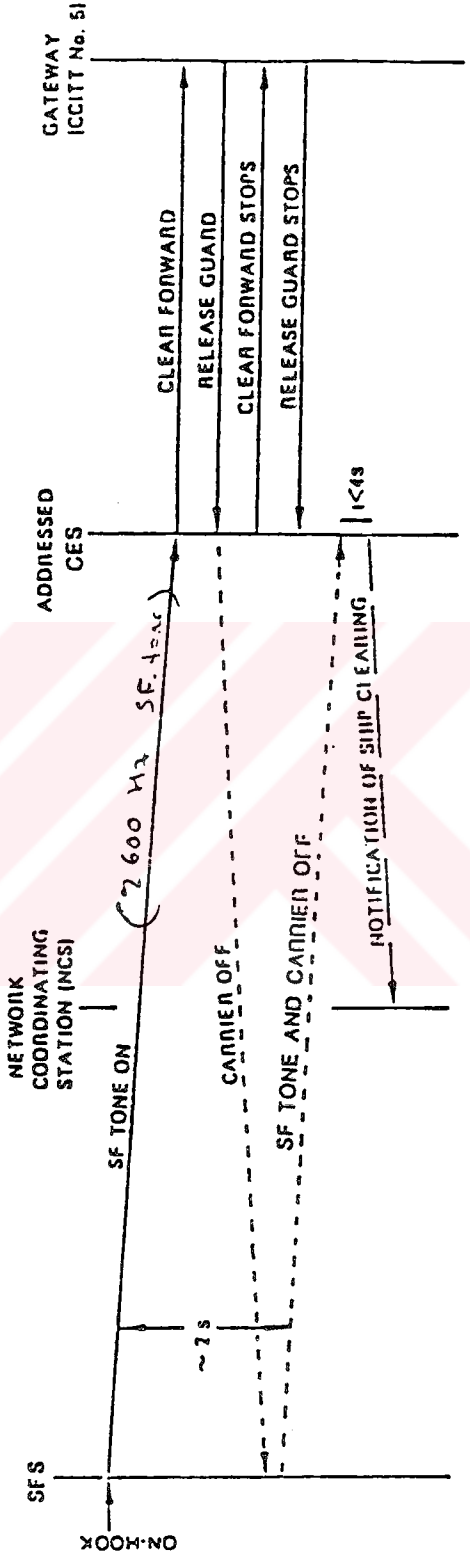


FIGURE 0

TELEPHONE CALL
 (a) Ship-Originated Call Set-up



(b) Clearing by Coast Earth Station (CES)



(c) Clearing by Ship (MES)

FIGURE 8

TELEPHONE CALL

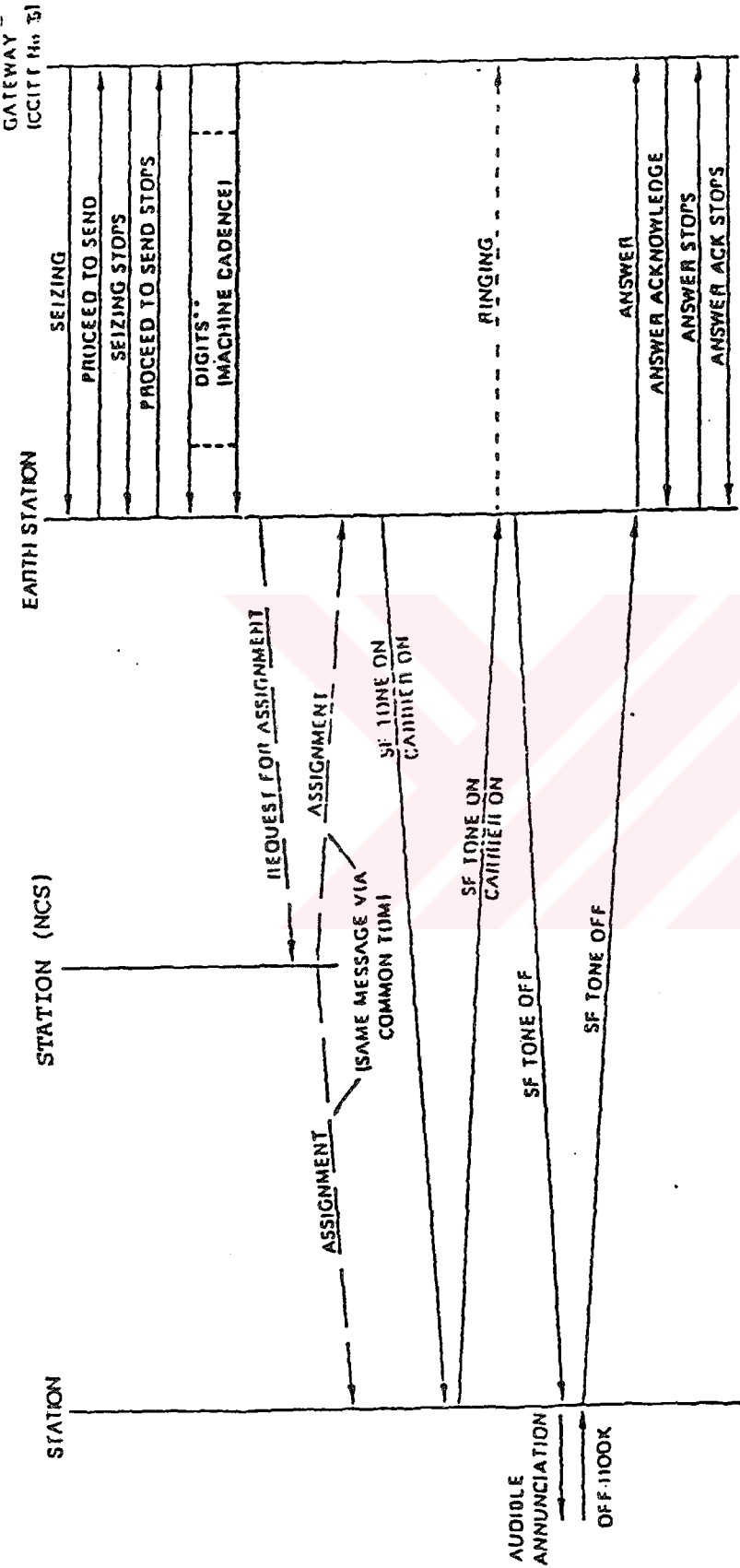


FIGURE 9

TELEPHONE CALL
(Shore-Originated Call Set-up)