مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (6) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (6) 2013

تصميم شبكة هاتفية للمناطق الريفية النائية وربطها مع الشبكة الهاتفية العامة PSTN عبر طرفيات الفتحة الصغيرة جداً VSATs

سهاد حلوم*

(تاريخ الإيداع 24 / 4 / 2013. قُبِل للنشر في 7/ 7 / 2013)

∇ ملخّص ∇

يتضمن البحث تصميم شبكات هاتفية أرضية محلية للمناطق الريفية النائية وربطها بالشبكة الهاتفية العامة PSTN (public switched telephone network),عبر منظومات الطرفية ذات الفتحة الصغيرة جداً VSATs (Very Small Aperture Terminal) ,التي تستخدم لربط شبكات الاتصال وذلك عبر الأقمار الصناعية.

تقدم هذه الدراسة الآلية العامة لكيفية تصميم شبكات الاتصال الهاتفية المحلية في المناطق الريفية النائية ,ثم ربط تلك الشبكات المحلية بالشبكة الهاتفية العامة عبر VSATs من خلال تصميم الوصلات الفضائية اللازمة لنقل الإشارات الهاتفية. بعد ذلك تم تطبيق الدراسة على عدد من الأرياف السورية التي تحتاج إلى الخدمة الهاتفية في محافظة اللاذقية, إذ تم بمساعدة المؤسسة العامة للاتصالات في اللاذقية تحديد عدد التجمعات السكنية و أسمائها في ريف اللاذقية والتي هي بحاجة إلى شبكة هاتفية .

من خلال هذا البحث تم تقديم الآلية العامة لتصميم الشبكات الهاتفية وربطها عن طريق الأقمار الصناعية , و من ثم تطبيقها بشكل عملي على بعض المناطق الريفية النائية في محافظة اللاذقية من خلال تحديد التجهيزات المطلوبة لبناء هذه الشبكة و أيضاً تحديد البارمترات الخاصة بكل عقدة اتصال ضمن الشبكة المصممة وذلك لضمان جودة الإشارة.

الكلمات المفتاحية : نظم الاتصالات الهاتفية الريفية , نظم الاتصالات الفضائية , الطرفية ذات الفتحة الصغيرة جداً VSAT .

* **قائم بالأعمال– قسم هندسة الاتصالات و الإلكترونيات– كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (6) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (6) 2013

Designing telephone network for remote rural areas and linking it with the public telephone network PSTN via very small aperture terminals VSATs

Sohad Hlloum*

(Received 24 / 4 / 2013. Accepted 7 / 7 / 2013)

∇ ABSTRACT ∇

The study includes design terrestrial local telephone networks to rural areas and linked to the public telephone network PSTN Through the very small aperture terminals VSATs, which are used to connect networks via satellite.

This study provides a general mechanism for how to design local telephone networks in remote rural areas, then connect those networks with the local public telephone network via VSATs, and satellite links is designed to transmit telephone signals.

After that ,this study has been applied to a number of Syrian rural areas in the province of Latakia, which are needed to telephone service, with the help of Public Telecommunications Establishment in Latakia determine the number of residential communities and their names in the rural areas of Latakia, which are needed to terrestrial telephone network.

this research was to provide general mechanism for the design of telephone networks and linked via satellite, and then applied in practice on some remote rural areas in the province of Latakia by selecting the equipment needed to build this network and also specify the parameters for each node in the network to ensure good quality of the signal.

Keyword: Rural telephony systems , satellite systems , very small aperture terminal.

* **Academic Assistant, Department of communication Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering ,Tishreen University ,Lattakia , Syria.**

مقدمة:

يعتمد تصميم شبكات الاتصال على نوع الخدمة التي سوف تؤمنها تلك الشبكات مثلاً لنقل إشارة صوت – بيانات أو فيديو.الغرض من التصميم هو تأمين جودة الإشارة المطلوبة مع مراعاة القيود الأخرى للنظام مثل التكلفة و حالته التكنولوجيا . يتم من خلال هذا البحث تصميم شبكات هاتفية أرضية محلية للمناطق الريفية النائية وربطها بالشبكة الهاتفية العامة PSTN عبر منظومات الطرفية ذات الفتحة الصغيرة جداً VSATs التي تستخدم لربط شبكات الاتصال وذلك عبر الأقمار الصناعية. و بالتالي تقدم هذه الدراسة الآلية العامة لكيفية تصميم شبكات الاتصال الهاتفية المحلية في المناطق الريفية النائية ,ثم ربط تلك الشبكات المحلية بالشبكة الهاتفية العامة عبر VSATs وذلك من خلال تصميم الوصلات الفضائية لنقل الإشارات الهاتفية إذ تعد عملية اختيار ترددات الإشارة الراديوية (تقسيم الترددات) من أهم العوامل التي يجب مراعاتها عند تصميم نظام الاتصال الفضائي و ذلك من أجل تفعيل التطبيقات المطلوبة من دون التداخل مع إشارات راديوية أخرى و تتم إدارة هذه العملية من قبل منظمة الاتصال الدولية ITU .

أهمية البحث وأهدافه:

الهدف من هذه الدراسة تقديم حلّ من الحلول التقانية لتأمين الخدمة الهاتفية في المناطق الريفية النائية ذات الكثافة السكانية القليلة نسبياً ، التي لا يوجد فيها أي شبكة اتصال أرضية ، و التي تكون بعيدة نسبياً عن المدن وذات المساكن المنتشرة على مساحات جغرافية متباعدة, إذ تكون كلفة ربطها عبر شبكة هاتفية أرضية عالية ويستغرق وقتاً طويلاً وجهداً كبيراً ,عند ربطها عبر شبكة هاتفية أرضية مع المدن ,بينما تكون الكلف أقل والزمن اللازم لبناء هذه الشبكة أقصر وكذلك الجهد أقل في حالة الربط الفضائية ,كما أن عملية الصيانة والتحكم تكون أسهل وابسط وذلك لعدم وجود كابلات أرضية ممتدة على مساحات جغرافية متباعدة ,حيث تقتصر عملية الصيانة على محطتي الإرسال والاستقبال وهما عبارة عن محطتين من نوع VSAT و التي تتميز بسهولة التركيب و الصيانة والربط مع الأقمار الصناعية فضلاً عن سهولة التوسع بهذه الشبكة و التي لا تتطلب سوى زيادة عرض الحزمة الترددية للوصلة الفضائية . [1]

طرائق البحث ومواده:

تقدم هذه الدراسة الآلية العامة لكيفية تصميم شبكات الاتصال الهاتفية المحلية في المناطق الريفية النائية ,ثم ربط تلك الشبكات المحلية بالشبكة الهاتفية العامة عبر VSATs وذلك من خلال تصميم الوصلات الفضائية لنقل الإشارات الهاتفية . بعد ذلك تم تطبيق الدراسة على عدد من الأرياف السورية التي تحتاج إلى الخدمة الهاتفية في محافظة اللاذقية, إذ تم بمساعدة المؤسسة العامة للاتصالات في اللاذقية تحديد عدد التجمعات السكنية و أسمائها في ريف اللاذقية والتي هي بحاجة إلى شبكة هاتفية أرضية . حُدد هذا العدد بشكل مبدئي بحوالي 58 موقعاً وكل موقع يحوي تجمعات ذات كثافة سكانية منخفضة بحيث يتراوح عدد الخطوط الهاتفية التي سوف تركب في كل موقع بين 100 و 1000 خط هاتف .

تمت عملية التصميم وفقاً للخطوات الآتية[2] :

أولاً: تقدير كمية الحركة traffic في كل عقدة(مقسم هاتفي محلي) و ذلك بتحديد عدد المستخدمين في كل منطقة للحصول على عدد القنوات الهاتفية المطلوبة و بالتالي تحديد عرض الحزمة الترددية لكل محطة VSAT.

ثانيا: ربط كل عقدة مع مركز المدينة التابعة لها وذلك عبر الأقمار الصناعية.

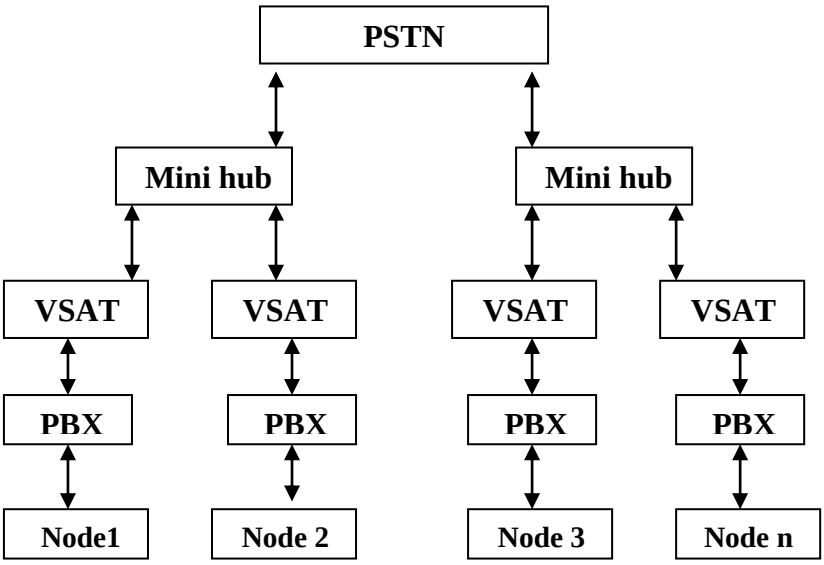
ثالثاً: تحديد بارمترات الحوامل الترددية المستخدمة و مواصفات كل عقدة.

تم حساب البارمترات الخاصة بكل موقع بمساعدة لغة البرمجة visual basic 6 .

النتائج والمناقشة:

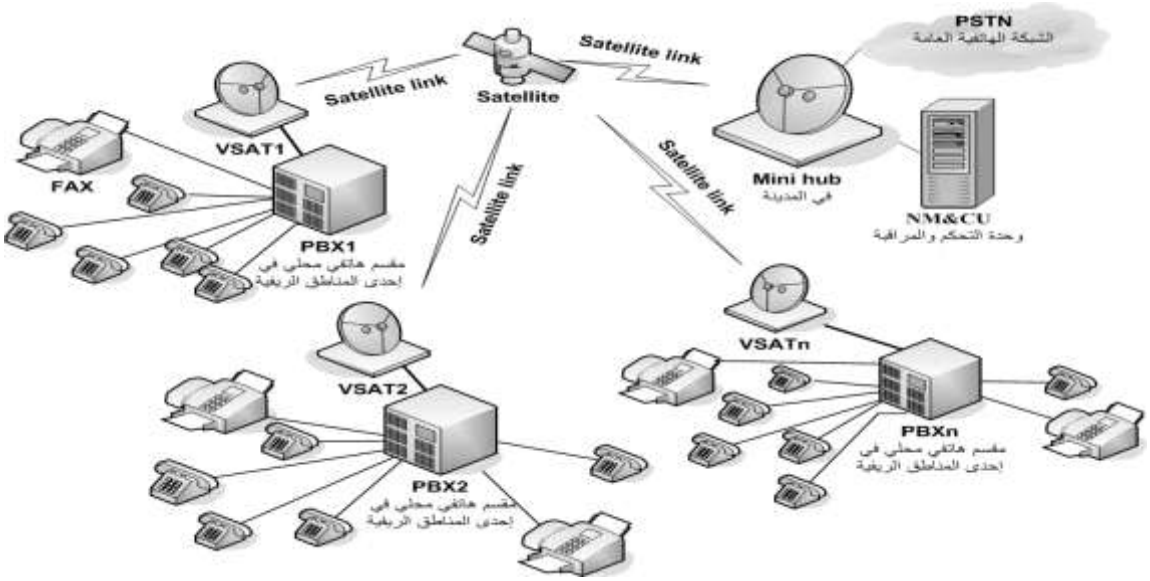
1) بنية الشبكة:

الهدف الأساسي من هذه الشبكة هو ربط الشبكات الهاتفية الريفية مع شبكة الهاتف العامة PSTN .سوف نعد كل منطقة ريفية يراد ربطها عقدة حيث يتم ربط جميع الخطوط الهاتفية في هذه العقدة عبر مقسم محلي صغير PBX و هو يعد نقطة الدخول إلى الشبكة الهاتفية العامة PSTN . ثم نقوم بربط كل مقسم محلي مع طرفية VSAT وهي ترتبط بدورها مع mini hub موجود في مركز المدينة وهو مرتبط بدوره من جهة مع جميع طرفيات الـ VSATs الموجودة في منطقته عبر وصلة فضائية ومن جهة أخرى مع شبكة الهاتف العامة PSTN(ربط سلكي) [3], كما هو موضح بالشكل(1):



الشكل(a-1) بنية الشبكة

وبشكل أكثر تفصيلاً كما في الشكل (b-1) :



الشكل(b-1) بنية الشبكة

2) تقديرات الحركة :

تعتمد عملية تقدير كمية الحركة في كل عقدة على عدد الخطوط الهاتفية فيها.و يمكن الحصول على هذه القيم من جداول خاصة معطاة من قبل ITU والموضحة بالجدول(1) **[4]** :

الجدول(1) كمية الحركة

الكثافة السكانية	كمية الحركة مقدرة بـ Erling(لكل مستخدم)
أقل من 10000	0.01
10000-50000	0.014
أكثر من 50000	0.025

3) تحديد عدد المحطات الأرضية وموقعها :

تتوضع محطات الـ VSATs في كل قرية ليرتبط بعضها ببعض عبر الـ mini hub الموجود في مدينة اللاذقية و المرتبط مع الشبكة الهاتفية العامة PSTN . نختار بعض المناطق الريفية في محافظة اللاذقية بمساعدة المعلومات المقدمة من مؤسسة الاتصالات في اللاذقية كما هو موضح بالجدول(2) , و المتضمن المناطق الريفية التي لا يوجد فيها خدمة هاتفية مع تحديد عدد الخطوط الهاتفية اللازمة لكل تجمع سكني .يوضح الجدول(2) بعض المواقع التي تم اختيارها من أصل 58 موقع ريفي (تمت عملية الاختيار على أساس الأرياف الأكثر بعداً عن مدينة اللاذقية و ذلك لتحقيق الفعالية الاقتصادية باستخدام الربط عبر الأقمار الصناعية).

4) تحديد عدد القنوات الهاتفية المطلوبة في كل عقدة :

تم تحديد عدد القنوات الهاتفية لكل عقدة بالاعتماد على جداول B- Erling التي تربط بين عدد القنوات و كمية الحركة عند جودة خدمة معينة(نسبة الرفض B) .اعتبرنا أن كمية الحركة المقدمة من كل مستخدم في الريف

هي 0.014E و 0.025E للمستخدم في المدينة وذلك بالاعتماد على الجدول(1) و باعتبار أن نسبة الرفض B=1% .بناءً على المعطيات السابقة يمكن تحديد عدد القنوات اللازمة كما هو موضح في الجدول(2) .

الجدول(2) الأرياف المراد توفير الخدمة الهاتفية فيها

اسم الموقع	التجمع المراد تخديمه	عدد الخطوط الهاتفية	عدد القنوات الهاتفية(B=1%)
البارد (صلنفة)	البارد	800	19
	باب جنة		
	بلنعة		
	بشمانا		
	الحجر		
	البراج		
	ليفين		
	زنبورة		
العيسوية(كسب)	العيسوية	1000	23
	الضحى		
	الفجر		
	الفلاح		
	الزيتونة		
	الصنوبرة		
	أم الطيور		
	السنبلية		
البدروسية(كسب)	البدروسية القرية	1450	30
	البدروسية السياحية		
	الشيخ حسن		
	العربلية		
	الفلك		
	بيت كمبا		
	بيت القدار		
	بيت سوراك		
	نهر الجبل		
	المشرفة		
سوكاس (جبلة)	سوكاس	750	18
	الأشرفية		
	المويلح		
	قبو سوكاس		

	زهيريات الغربية		
	زهيريات الشرقية		
	عرب الملك		
بيت العلوني (جبلة)	بيت العلوني	1950	38
	الكردية		
	الربوة+بطشاح		
	الزوبة+الزويبية		
	السنجريقا		
	خرايب سالم		
	بشيلي		
	بسطوير		
	الكرامة		
	تل حويري +بسنة		
	بجرنة+البويتات		
الشيخ حسامو(الحفة)	الشيخ حسامو	1800	36
	العامود		
	الكرس		
	الدوحة		
	جورة المراب		
	وطى الرامة		
	بعمرين		
	صرنا		
	عرامو		
	ابو مكة		
	البلاطة		
	الهوي+بلوطة+الحنبوشية		
	دير توما		
	قشية+استربة+خربة الباز		
	مجدل صالح		
	أوبيت+نباتي		

5) تصميم الشبكة:

يتضمن تصميم الشبكة اختيار الجزء الفضائي (القمر الصناعي) و الجزء الأرضي (المحطات الأرضية) فضلاً عن تحليل الوصلة الفضائية بحيث نضمن التوازن بين جودة الإشارة و تكلفة التصميم و التشغيل.

5-1) الجزء الفضائي :

تؤمن التغطية للشبكة من قبل القمر الصناعي INTESAT 704 الذي يتوضع في الدرجة 66 شرقاً و مواصفاته هي [5,6,7]:

Polarization c-band : circular-right hand or left hand
Ku band: linear- horizontal or vertical
EIRP (c-band) global beam :26 up to 34.4 dBw
Hemi beam :32.3 up to 40.2 dBw
Zone beam :32.7 up to 40.1 dBw
Up link c-band : 5925 to 6425 MHZ
frequency ku-band :14.00 to 14.50 GHZ

Down link c-band: 3700 to 4200 MHZ
Frequency ku-band : 10.95 to 11.20 GHZ or
:11.70 TO 11.95 GHZ or
:12.50 to 12.75 GHZ or
:11.45 to 11.70 GHZ
G/T(c-band) global beam :-12.0 up to -6.6 dB/k
Hemi beam :-8.7 up to -1.2 dB/k
Zone beam :-9.2 up to +1.7 dB/k
c-spot beam :-5.0 up to +3.3 dB/k
G/T(ku-band) spot 1 : up to +9.6 dB/k
Spot 2: up to +7.2 dB/k
Spot 2A: up to +5.3 dB/k
spot 3 : up to +9.9dB/k
SDF range c-band : -87 to -73 dBw/m^2
Ku band: -87 to -73 dBw/m^2

5-2) الجزء الأرضي : يتضمن تصميم الجزء الأرضي مايأتي:

5-2-1) طبولوجيا الشبكة وبرتوكولات الربط المستخدمة:

تحدد طبولوجيا الشبكة هرمية الربط بين محطات الـ VSATs و طرقه .نستخدم في هذه الشبكة طريقة الوصل النجمي والتي تؤمن الاتصال بين طرفيات الـ VSATs عبر عقدة مركزية تمثل محطة mini hub .

يحتاج الاتصال بين محطتي VSAT إلى قفزتين , ($VSAT_1$ – قمر صناعي– mini hub) و (mini hub – قمر صناعي – $VSAT_2$)[8,9].

من فوائد طريقة الربط النجمي أنها تتيح إمكانية إضافة محطات VSATs إلى الشبكة بشكل مرن جداً في حال التوسع المستقبلي للشبكة. أما بروتوكول الربط المطبق ، ليسمح لمحطات الـ VSATs بالعمل مع محطة الـ mini hub المركزية، فهو SCPC/DAMA (single channel per carrier Demand Assignment Multiple Access). يسمح البروتوكول السابق لكل قناة باستخدام حامل و ذلك وفقاً للآلية الآتية , فعندما يطلب أحد المشتركين المرتبطين مع إحدى محطات الـ VSAT رقماً مشتركا آخر خارج هذه المحطة (أي ضمن عقدة اتصال مرتبطة مع محطة VSAT أخرى) عندها يجب تأمين قناة هاتفية لإقامة هذا الاتصال , لذلك تقوم طرفية الـVSAT الأولى بطلب قناة هاتفية من محطة الـ mini hub المركزية و المرتبطة بدورها بمركز إدارة و تحكم الشبكة(NM&C) وذلك باستخدام البروتوكول SCPC/DAMA. وبالتالي سوف يقوم مركز التحكم بشبكة DAMA NCC (DAMA

(Network Controller center بإتمام هذه المهمة عن طريق تفحص القناة الهدف فإذا كانت القناة مشغولة يقوم بتوليد نغمة المشغولية وإلا سوف تقوم وحدة التحكم NCC بتزويد وحدة القناة الهدف بقيمة التردد للوصلتين الصاعدة و الهابطة لتصبح الدارة جاهزة.عند إنهاء المكالمة تقوم وحدة التحكم NCC بتحرير حوامل الـ DAMA و تعود وحدات التحكم CU إلى حالة الانتظار و يعود أيضاً القمر الصناعي إلى العمل على ترددات البث (common frequency) [9,10].

2-2-5) المحطات الأرضية:

المحطات الأرضية المستخدمة في تصميم الشبكة تتمثل بنموذجين:

1)محطة VSAT

2)محطة HUB

تم اختيار أبعاد الهوائي لمحطات الـ VSATs لتؤمن الاتصال مع القمر الصناعي المحدد سابقاً.أما المحطة المركزية hub فقد تم اختيارها بحيث تؤمن الربط لمدينة كاملة من جهة وذات تكلفة مقبولة من جهة أخرى و المحطة التي تؤمن ذلك هي محطة الـ mini hub ,كما هو موضح في الجدول(3) [8,9] :

الجدول(3) بارمترات المحطات الأرضية

Mini hub	VSAT IBS	البارامتر
4.5	1.8	قطر الهوائي d(m)
47.16	38.38	ربح الهوائي G(dB)
65%	60%	فاعلية الهوائيη
53.66	35.35	EIRP(dBW)
22.7	17.1	G/T(dBW/k)

يوضح الجدول(3) بارمترات المحطات المستخدمة والتي تم حسابها من العلاقات الآتية :[11]

$$G=10\log \eta +20 \log F_{up}+20\log d +20.4 \quad (1)$$

$$EIRP=10*\log P + G - Loss \quad (2)$$

إذ إن:

F_{UP} :تردد الوصلة الصاعدة بـ GHZ حيث F_{UP}=6 GHZ.

d : قطر الهوائي للمحطة الأرضية كما هو محدد بالجدول(3).

EIRP :الاستطاعة المشعة الايزوتروبية للمحطة الأرضية.

G :ربح الهوائي للمحطة الأرضية.

P : استطاعة مضخم الاستطاعة العالية في المحطة وهي تساوي 1watt لمحطة الـVSAT المختارة. و10watt لمحطة الـ mini hub .

Loss : ضياع المغذي و بشكل نموذجي يساوي لـ 3.5dB [11] .

5-3) المسافة بين المحطة و القمر وفقاً للعلاقة الآتية:

تحسب المسافة بين القمر الصناعي و المحطة الأرضية كما يأتي [11]:

$$D_{(km)}= [r^2+s^2-2*r*s*\cos(c)]^{1/2} \quad (3)$$

إذ إن المعامل c يعطى بالعلاقة الآتية:

$$C=\cos^{-1}[\cos x_1 * \cos (x_2-x_3)] \quad (4)$$

إذ إن :

r : نصف قطر الأرض عند خط الاستواء و يساوي (6378.14Km)

s : نصف قطر مدار القمر الصناعي (42164.57Km)

x_1 :خط عرض المحطة الأرضية .

x_2 : موقع القمر الصناعي(66°) .

x_3 : خط طول المحطة الأرضية.

5-4) الضياعات للوصلة الصاعدة بالعلاقة التالية:

تحسب الضياعات للوصلة الصاعدة بالعلاقة ا [11]:

$$L_{up(dB)}=20\log D_{(km)}+20\log F_{UP(GHZ)}+92.5 \text{ dB} \quad (5)$$

إذ إن :

D : البعد عن القمر الصناعي و محسوبة من الفقرة السابقة.

F_{UP} :تردد الوصلة الصاعدة بـ GHZ حيث F_{UP}=6 GHZ.

5-5) كثافة تدفق الإشعاع من المحطة باتجاه القمر الصناعي W :

تعطى كثافة تدفق الإشعاع من المحطة باتجاه القمر الصناعي بالعلاقة الآتية [11]:

$$W_{dBW/m^2}=EIRP_{(dBw)}-20*\log D_{(km)} -71_{(dB)} \quad (6)$$

5-6) مواصفات الحامل:

تؤمن خدمة(Intelsat Business Service) VSAT IBS حوامل رقمية ذات معدلات مختلفة للربط بين محطات الـ VSATs و المحطة المركزية الـ HUB . إذ قدمت الانتلسات حوامل IDR (INTERMEDIATE DATE RATE)

لحمل الحركة الهاتفية عبر نموذج حوامل FDMA لتأمين الوصول إلى القمر الصناعي وتدعم الاتصالات الرقمية بين شبكات الاتصال الهاتفية العامة PSTN . يتراوح معدل المعلومات لهذه الحوامل بين 64Kbps حتى 44.73Mbps وذلك بحسب نموذج المحطة الأرضية المستخدمة,بالإضافة إلى أن حوامل IDR تؤمن خدمة الشبكة الرقمية المتكاملة الخدمة ISDN [11].

5-6-1) المواصفات التقنية للحامل :

تؤمن خدمة الـ VSAT IBS جودة إرسال عالية جداً محددة وفق المواصفات التقنية الموجودة في توصيات الانتلسات IESS-308 و نختار منها المواصفات المناسبة للشبكة المراد تصميمها [11]:

5-6-1-1) نوع المعلومات و معدلاتها:

نستخدم حوامل رقمية IDR لنقل الإشارة الهاتفية . يتم حساب معدل المعلومات وفقاً للعلاقة[8] :

$$R_{info(bit/sec)}=8000*8*N \quad (7)$$

إذ إن:

8000 :عدد العينات بالثانية لكل قناة.

8 : عدد البتات المرمزة لكل عينة.

N : عدد القنوات الهاتفية.

إذا كانت قيمة $R_{info}>1.55$ Mbps فسوف يتم إضافة قيمة(96Kbps) تسمى بـ over head و هي خاصة بمعلومات دارات خدمة هندسة الشبكة ESC (Engineering service circuit) بحيث يصبح معدل المعلومات بالشكل [8] :

$$R=R_{info}+R_{oh} \quad (8)$$

5-6-2) تقانة التعديل و برتوكولات الوصول إلى القمر الصناعي:

إن تقانة التعديل المستخدمة هي QPSK .أما برتوكولات الوصول إلى القمر الصناعي فقد تم اختيارها بناءاً على طبولوجيا الشبكة وهي هنا طبولوجيا نجمية أي يوجد العديد من محطات الـ VSATs مرتبطة مع mini hub مركزي عبر تراسبوندر القمر الصناعي و بالتالي تتشارك بالحزمة الترددية نفسها لذلك نستخدم بروتوكول FDM/FDMA عند الإرسال من محطة الـ VSAT إلى الـ mini hub (وصلة صاعدة) و برتوكول FDM/TDMA عند الإرسال بالاتجاه الآخر (وصلة هابطة).

5-7) FEC(forward error correction) المستخدمة في النظام :

سوف نقوم باستخدام FEC=3/4 و المطبقة في حوامل IDR لكل معدلات الإرسال التي تكون أقل من 45 Mbps [8].

5-8) معدل خطأ البت BER :

إن استخدام تقانة التعديل QPSK و FEC=3/4 يتيح للحامل العمل بمجال ترددي واسع يمتد من 64Kbps حتى 54Mbps و هو يضاهي أداء ISDN . تضمن الانتلسات معدل خطأ البت بمقدار 10^{-7} في الأحوال الجوية الجيدة و 10^{-3} في حالات الطقس الأخرى[8] .

5-9) نسبة استطاعة البت إلى كثافة الضجيج E_b/N_o :

إن قيمة E_b/N_o ترتبط بقيمة BER و FEC و أيضاً نوع تقانة التعديل المستخدمة . بالنسبة إلى دراستنا $BER=10^{-7}$, FEC=3/4 والتعديل QPSK وبالتالي القيمة النموذجية لـ $E_b/N_o=7.7$ dB وذلك من جداول خاصة[8] .

5-10) معدل إرسال الحامل وعرض الحزمة الترددية المطلوبة:

يعطى معدل إرسال الحامل وفقاً للعلاقة الآتية[8]:

$$R_s=R/FEC \quad (9)$$

أما عرض الحزمة الترددية المطلوبة فيعطى بالعلاقة الآتية:

$$B=0.6*R_s \quad (10)$$

باستخدام تقانة التعديل QPSK و الحفاظ على معدل الإرسال نفسه سوف ينخفض عرض الحزمة المطلوبة إلى النصفB/2

5-11) نسبة الحامل إلى الضجيج C/N :

تعطى نسبة الحامل إلى الضجيج بالعلاقة الآتية[8]:

$$C/N_{(dB)}= E_b/N_{o(dB)}+10*\log(R_{s(bps)})-10*\log(B_{(HZ)})+M_{(dB)} \quad (11)$$

إذ إن:

M: استطاعة احتياطية تخصص لتعويض ضياعات الغلاف الجوي و قيمتها النموذجية 3.33dB.[11]

5-12) نسبة الحامل إلى كثافة الضجيج C/N_o :

تعطى نسبة الحامل إلى كثافة الضجيج بالعلاقة الآتية [8]:

$$C/N_{o(dBHZ)}= E_b/N_{o(dB)} + 10*\log R_{S(bps)} \quad (12)$$

5-13) نسبة الحامل إلى درجة حرارة الضجيج C/T :

تعطى نسبة الحامل إلى درجة حرارة الضجيج بالعلاقة الآتية[8]:

$$C/T_{(dBHZ/k)}= C/N_{o(dBHZ)}-228.6_{(dBk)} \quad (13)$$

6) النتائج العملية لتصميم الشبكة في بعض القرى في مدينة اللاذقية:

تم الحصول على النتائج العملية من خلال برمجة العلاقات السابقة باستخدام لغة البرمجة visual basic 6 ,باستخدام واجهة رسومية وبالاستفادة من المعطيات في الجدول(2) والجدول(3) بتعويضها في العلاقات المبرمجة نحصل على البارمترات المطلوبة لكل موقع كما هو موضح في الجداول الآتية :

الجدول(4) بارمترات منطقة "البارد"

اسم الموقع	البارد
نوع المحطة الأرضية	VSAT
خط الطول	36.18° E
خط العرض	35.578° N
نوع الحامل	IDR/FDM/FDMA
الحزمة الترددية	C (6/4 GHZ)
عدد القنواتN	19
FEC	¾
BER	10^{-7}
E_b/N_o(dB)	7.7
تقانة التعديل	QPSK
معدل المعلومات R_{info}	1216 kbps
معدل الإرسال R_s	1.620928 Mbps
عرض الحزمة B	0.4862784 MHZ
C/T(dBHZ/K°)	-185.8024

69.79764	C/N_o(dBHZ)
16.25879	C/N(dB)
37935.3825901799	البعد عن القمر D(km)
199.67824978362	ضياع الوصلةL_{up}(dB)
202.67824978362	
−127.2309	W(dBW/m^2)

الجدول(5) بارمترات منطقة "العيسوية"

العيسوية	اسم الموقع
VSAT	نوع المحطة الأرضية
35.858° E	خط الطول
35.857° N	خط العرض
IDR/FDM/FDMA	نوع الحامل
C (6/4 GHZ)	الحزمة الترددية
23	عدد القنواتN
¾	FEC
10^{-7}	BER
7.7	E_b/N_o(dB)
QPSK	تقنية التعديل
1472 kbps	معدل المعلومات R_{info}
1.962176 Mbps	معدل الإرسال R_s
0.5886528 MHZ	عرض الحزمة B
-157.9726	C/T(dBHZ/K°)
70.62738	C/N_o(dBHZ)
16.25879	C/N(dB)
37969.0070025619	البعد عن القمر D(km)
199.685945200335	ضياع الوصلةL_{up}(dB)
202.685945200335	
−127.2386	W(dBW/m^2)

الجدول(5) بارمترات منطقة "البدروسية"

اسم الموقع	البدروسية
نوع المحطة الأرضية	VSAT
خط الطول	35.92° E
خط العرض	35.86° N
نوع الحامل	IDR/FDM/FDMA
الحزمة الترددية	C (6/4 GHZ)
عدد القنواتN	30
FEC	¾
BER	10^{-7}
E_b/N_o(dB)	7.7
تقنية التعديل	QPSK
معدل المعلومات R_{info}	1920 kbps
معدل الإرسال R_s	2.687328 Mbps
عرض الحزمة B	0.8061984 MHZ
C/T(dBHZ/K°)	-156.6068
C/N_o(dBHZ)	71.99321
C/N(dB)	16.25879
البعد عن القمر D(km)	37966.0772484561
ضياع الوصلةL_{up}(dB)	199.685274956242
	202.685274956242
$W(dBW/m^2)$	−127.2379

الجدول(6) بارمترات منطقة "سوكاس"

اسم الموقع	سوكاس
نوع المحطة الأرضية	VSAT
خط الطول	35.88° E
خط العرض	35.256° N
نوع الحامل	IDR/FDM/FDMA
الحزمة الترددية	C (6/4 GHZ)
عدد القنواتN	18
FEC	¾
BER	10^{-7}
E_b/N_o(dB)	7.7
تقانة التعديل	QPSK
معدل المعلومات R_{info}	1152 kbps

1.535616 Mbps	معدل الإرسال R_s
0.4606848 MHZ	عرض الحزمة B
- 159.0372	$C/T(dBHZ/K^{\circ})$
69.56283	$C/N_o(dBHZ)$
16.25879	C/N(dB)
37930.4854613579	البعد عن القمر D(km)
199.677128438234	ضياع الوصلةL_{up}(dB)
202.677128438234	
-127.2298	$W(dBW/m^2)$

الجدول(7) بارمترات منطقة "بيت العلوني"

بيت العلوني	اسم الموقع
VSAT	نوع المحطة الأرضية
36.03° E	خط الطول
35.2° N	خط العرض
IDR/FDM/FDMA	نوع الحامل
C (6/4 GHZ)	الحزمة الترددية
38	عدد القنواتN
¾	FEC
10^{-7}	BER
7.7	$E_b/N_o(dB)$
QPSK	تقانة التعديل
2432 kbps	معدل المعلومات R_{info}
3.369824 Mbps	معدل الإرسال R_s
1.0109472 MHZ	عرض الحزمة B
-155.6239	$C/T(dBHZ/K^{\circ})$
72.97607	$C/N_o(dBHZ)$
16.25879	C/N(dB)
37919.4263053747	البعد عن القمر D(km)
199.674595578095	ضياع الوصلةL_{up}(dB)
202.674595578095	
-127.2272	$W(dBW/m^2)$

الجدول(8) بارمترات منطقة "الشيخ حسامو"

اسم الموقع	الشيخ حسامو
نوع المحطة الأرضية	VSAT
خط الطول	36.035° E
خط العرض	35.58° N
نوع الحامل	IDR/FDM/FDMA
الحزمة الترددية	C (6/4 GHZ)
عدد القنواتN	36
FEC	¾
BER	10^{-7}
E_b/N_o(dB)	7.7
تقانة التعديل	QPSK
معدل المعلومات R_{info}	2304 kbps
معدل الإرسال R_s	3.1992 Mbps
عرض الحزمة B	0.95976 MHZ
C/T(dBHZ/K$^{\circ}$)	-155.8496
C/N_o(dBHZ)	72.75041
C/N(dB)	16.25879
البعد عن القمر D(km)	37942.782077682
ضياع الوصلةL_{up}(dB)	199.679943844943
	202.679943844943
W(dBW/m^2)	-127.2326

الجدول(9) بارمترات المقسم المركزي في مدينة اللاذقية

اسم الموقع	مدينة اللاذقية
نوع المحطة الأرضية	mini hub
خط الطول	35.8° E
خط العرض	35.52° N
نوع الحامل	IDR/FDM/TDMA
الحزمة الترددية	C (6/4 GHZ)
عدد القنواتN	164
FEC	¾
BER	10^{-7}
E_b/N_o(dB)	7.7
تقانة التعديل	QPSK
معدل المعلومات R_{info}	1.0496 Mbps

14.119136 Mbps	معدل الإرسال R_s
4.2357408 MHZ	عرض الحزمة B
- 149.4019	$C/T(dBHZ/K^{\circ})$
79.19808	$C/N_o(dBHZ)$
16.25879	C/N(dB)
37950.9054533576	البعد عن القمر D(km)
199.681803255052	ضياع الوصلةL_{up}(dB)
202.681803255052	
-108.9244	$W(dBW/m^2)$

الاستنتاجات والتوصيات:

قدمت هذه الدراسة حلاً من الحلول التقانية المستخدمة حول العالم لتأمين الخدمة الهاتفية في المناطق الريفية النائية ذات الكثافة السكانية القليلة نسبياً التي لا يوجد فيها أي شبكة اتصال أرضية, و تكون بعيدة نسبياً عن المدن وذات مساكن منتشرة على مساحات جغرافية متباعدة , حيث تكون كلفة ربطها مع الشبكة الهاتفية العامة عبر شبكة هاتفية أرضية عالية ويستغرق وقتاً طويلاً وجهداً كبيراً,بينما تكون الكلف أقل والزمن اللازم لبناء هذه الشبكة أقصر وكذلك الجهد أقل في حالة الربط الفضائية كما أن عملية الصيانة والتحكم تكون أسهل وابسط وذلك لعدم وجود كابلات أرضية ممتدة على مساحات جغرافية متباعدة ,حيث تقتصر عملية الصيانة على محطتي الإرسال والاستقبال وهما عبارة عن محطتين من نوع VSAT و التي تتميز بسهولة التركيب و الصيانة والربط مع الأقمار الصناعية فضلا عن سهولة التوسع بهذه الشبكة والتي لا تتطلب سوى زيادة عرض الحزمة الترددية للوصلة الفضائية.

كما تم تقديم دراسة عملية لبعض المناطق الريفية النائية في محافظة اللاذقية من خلال تقديم البارمترات اللازمة لكل منطقة من أجل تصميم الشبكة الهاتفية المحلية وأيضا من أجل تصميم الشبكة الفضائية لربط تلك الشبكة المحلية مع الشبكة الهاتفية العامة PSTN . كما يمكن تطوير هذه الشبكة لتضاهي عمل الشبكات الرقمية و ذلك من خلال تطوير العقد في الشبكة بحيث تتمكن من دعم العمل ضمن الشبكات الرقمية المطلوبة , فضلاً عن مراعاة إعادة تصميم الوصلات الفضائية لتصبح فعالة لنقل الحركة المطلوبة عبر الشبكة مع العلم أن الحوامل المستخدمة في الوصلات الفضائية للشبكة المصممة هي حوامل رقمية.

المراجع:

1-Daniel A, William C, Joseph F, Peter Hr, Douglas Sh, Terrence S, Eric W. *The Multimedia Migration: Transponder Versus Processing Payload VSAT Networks*. TRW Space & Electronics Group Redondo Beach, USA California 90278, 2000 .

2- Econ One Research, Inc in association with ESG International, Uganda Telecommunications *A Case Study in the Private Provision of Rural Infrastructure*. Econ One Los Angeles, California 90071, 2002.

3-ITU-D study group, final report of ITU-D group7.*new technologies for rural applications*, telecommunication development Bureau.document2/179(Rev.1)-E,19 December 2000.

4-ITU.*Teletraffic engineering handbook* .ITU-D SG2116 &ITC, 2002.

5-*IESS-410*,Appendix-A,D.tab(1,3-a).

6-*IESS-410*.tab 1-a .

7- *IESS-410*.tab 2-a,2-b .

8- *INTELSAT Digital Satellite Communication Technology* .Revision2, Washington Aprile 1995,455.

9-G.MARAL ,*VSAT NETWORKS ,Second Edition,England*, 2003,271.

10-*INTELSAT VSAT HANDBOOK* ,Washington ,September, 1998,193 .

11- *INTELSAT Earth Station Technology ,Revision 5* Washington, June 1999,316.