برتوكول NMEA وبرنامج U-center
وشرائح U-blox-neo-6

اعداد:

رنوة العرجة سارة طليمات

بسم الله الرحمن الرحيم

((وَ قُلْ إِعْمَلُوا فَسَيرَى اللّٰه عَمَلَكُمْ وَ رَسُولهُ وَ المُؤمِنون))

صدق اللّٰه العظيم

الإهدَاء ..

إلى من نسكنه و يسكننا...

إلى عزنا وفخرنا ...

إلى أرضنا المباركة ...

وطننا الحبيب

إلى من علمنا كيف نخط أسمائنا ...

وإلى كل من أنار شمعة في دربنا ...

وإلى كل من ساهم بوضع لبنة لبنائنا..

مربينا ومدرسينا الأوائل

رنوة و سارة

فهرس المحتويات -

رقم الفقرة	العنوان	رقم الصفحة
	مقدمة – ملخص – منهجية البحث	7
	الفصل الأول:تقنيات و مبادئ تحديد الموقع	10
1-1	التوضع و تحديد الموقع	11
1-2	مقدمة تاريخية	11
1-3	طرق تحديد المواقع و التعقب	12
1-4	استراتيجيات الوصول المتعدد	18
	الفصل الثاني:شبكات الGSM	23
2-1	مقدمة	25
2-2	أقسام شبكة ال GSM	26
2-3	تشفير المعلومات	29
2-4	طريقة عمل شبكات الGSM	29
2-5	تحديد الشبكة لموقع الهاتف النقال	30
2-6	تحديد الهاتف النقال لموقعه في الشبكة	31
2-7	بطاقة هوية المشتركSIM	35
	الفصل الثالث:نظام تحديد المواقع العالمي	41
3-1	مقدمة تاريخية	43
3-2	تعريف الGPS	45
3-3	أقسام نظام الGPS	45
3-4	مبدأ عملGPS	49
3-5	الاستنتاج الرياضي	51
3-6	مصادر أخطاء نظامGPS	56
3-7	تقنياتGPS	58
3-8	تطبيقات الGPS	61
3-9	نظام التعقب بواسطة الGPS	62
3-10	أنواع نظام تعقب ال GPS	62
3-11	تطبيقات نظام التعقب بالGPS	64
3-12	مستقبل ال GPS	65
	الفصل الرابع:شريحةNEO-6والبرتكولات والبرامج الملائمة	66
4-1	لمحة عامة عن u-blux	67
4-2	بنية رقاقات u-blux 6	68
4-3	شريحة NEO-6	69
4-4	برتكول NMEA	84
4-5	برنامج U-center	103
4-5	Google Earth	115
	الفصل الخامس:قسم العملي	118
5-1	مقدمة عامة	119
5-2	المخطط الصندوقي	120
5-3	الوحدات الأساسية في الجهاز	121
5-4	المخطط التفصيلي للدارة	128
5-5	مخطط الدارة المطبوعة	129
5-6	خوارزميات عمل الدارة	129
5-7	الكود البرمجي للمتحكم	132
5-8	الدارة العملية	138
5-9	آلية عمل الدارة	139
5-10	تطوير الجهاز	141

	المراجع	142

رقم الشكل	العنوان	رقم الصفحة
	ملخص امشروع	
الشكل 1	آلية عمل الجهاز	7
الشكل 2	المخطط الصندوقي للدارة	8
	الفصل الأول	
الشكل 1-1	أدوات مستخدمة في الملاحة عبر التاريخ	11
الشكل 1-2	بيئة ال WLAN fingerprint	13
الشكل 1-3	أقمار صناعية لمختلف أنظمة الملاحة	15
الشكل 1-4	إطار TDMA	19
الشكل 1-5	مخطط إرسال واستقبال نظام FH\SS	21
الشكل 1-6	مخطط إرسال واستقبال نظام DS\SS	21
الشكل 1-7	إشارة المعلومات والإشارة الناشرة والإشارة الناتجة في نظام DS\SS	22
الشكل 1-8	التمثيل الزمني والطيفي لإشارة COFDM	23
	الفصل الثاني	
الشكل 2-1	تقسيم الخلايا	25
الشكل 2-2	مكونات نظام GSM	26
الشكل 2-3	طريقة cell-ID	32
الشكل 2-4	طريقة E-OTD	33
الشكل 2-5	طريقة U-TDoA	33
الشكل 2-6	طريقة A-GPS	34
الشكل 2-7	بطاقة SIM	35
الشكل 2-8	رقاقة M590	35
الشكل 2-9	المخطط الصندوقي ل M590	36
الشكل 2-10	تغذية الشريحة	38
الشكل 2-11	توصيل الوحدة مع الطرفية	39
الشكل 2-12	واجهة SIM	39
	الفصل الثالث	
الشكل 3-1	بعض استخدامات ال GPS	43
الشكل 3-2	أجيال الأقمار الصناعية GPS	44
الشكل 3-3	توزع الأقمار الصناعية GPS على المدارات-الطيف الراديوي L1	46
الشكل 3-4	توزع محطات الرصد في أنحاء العالم-لحظة إطلاق قمر صناعي	49
الشكل 3-5	تحديد مسافة البرق	49
الشكل 3-6	تحديد الموقع باستخدام GPS-تقاطع مناطق تغطية الأقمار	51
الشكل 3-7	حالة ثلاثة اقمار	51
الشكل 3-8	التداخل الناتج عن تعدد المسارات	57
الشكل 3-9	زيادة دقة الموقع بزيادة عدد لأقمار المرئية	58
الشكل 3-10	تقنية DGP	58
الشكل 3-11	نظام التعزيز واسع النطاق	59
الشكل 3-12	تقنية التوجيه	60
الشكل 3-13	رسم الخرائط	61
الشكل 3-14	أجهزة تعقب Data logger	62
الشكل 3-15	خدمات-جهاز تعقب Data pusher	63
الشكل 3-16	مراقبة الاساطيل التجارية	64
الشكل 3-17	مراقبة الحيوانات	64
	الفصل الرابع	
الشكل 4-1	النماذج المختلفة لشرائح u-blux	67

الشكل 2-4	البيئة الداخلية لشرائح u-blux 6	68
الشكل 3-4	شريحة NEO 6	69
الشكل 4-4	وصل البطارية الاحتياطية	72
الشكل 5-4	بنية رزم UBX	75
الشكل 6-4	بنية رسالة NMEA	76
الشكل 7-4	ترتيب منافذ الشريحة	77
الشكل 8-4	وصل بهوائي سلبي	79
الشكل 9-4	إضافة مضخم LAN	80
الشكل 10-4	التوصيل من اجل افضل اداء	80
الشكل 11-4	مخطط توقيت ال SPI	82
الشكل 12-4	العرض الاول للبرنامج	104
الشكل 13-4	مواصفات منفذ COM	105
الشكل 14-4	تغير شكل الأيقونة	105
الشكل 15-4	خيارات	106
الشكل 16-4	البنية الهندسية	106
الشكل 17-4	أنماط التشغيل و طرق التنقل بينها	108
الشكل 18-4	الإطارات و القوائم الرئيسية	110
الشكل 19-4	عرض الخريطة	111
الشكل 20-4	القائمة المنسدلة	112
الشكل 21-4	نموذجين لعرض رسم بياني	113
الشكل 22-4	عرض المدرج الإحصائي	113
الشكل 23-4	العرض السمائي	114
الشكل 24-4	Google earth	115
	الفصل الخامس	
الشكل 1-5	المخطط الصندوقي للدارة	119
الشكل 2-5	وحدة NEO-6M	120
الشكل 3-5	توصيل وحدة NEO-6M مع الهوائي الخاص بها	121
الشكل 4-5	وحدة ساعة الزمن الحقيقي	121
الشكل 5-5	وحدة neoway m590 مع الهوائي الخاص بها	122
الشكل 6-5	مخطط وحدة neoway m590	123
الشكل 7-5	المتحكم الصغري Arduino nano	124
الشكل 8-5	منافذ المتحكم المستخدم	125
الشكل 9-5	SD Card	125
الشكل 10-5	دارة XL6009	126
الشكل 11-5	دارة الشحن	127
الشكل 12-5	بطارية الليثيوم و ربطها مع دارة الشحن	127
الشكل 13-5	المخطط النظري للدارة	128
الشكل 14-5	مخطط الدارة المطبوعة	129
الشكل 15-5	وحدات الجهاز قبل التجميع	138
الشكل 16-5	لقطات للجهاز من عدة زوايا	138
الشكل 17-5	الرسالة الظاهرة على شاشة الهاتف النقال	139
الشكل 18-5	عرض الموقع على برنامج google earth	139
الشكل 16-5	التحقق باستخدام تطبيق u-center	140

رقم الجدول	العنوان	رقم الصفحة
	الفصل الاول	
جدول 1-1	الخوارزميات البديلة لحل الموقع بالبيئات الداخلية	5
جدول 1-1	الاختلافات في قوة الإشارة المستقبلة عند تغير الزاوية	7
جدول 1-1	الخصائص التقنية للأجيال الخلوية	9
جدول 1-1	يربط بين أجيال الأنظمة الخلوية و الخدمات التي تقدمها	10
	الفصل الثاني	
جدول 2-1	مواصفات وحدة M590	28
جدول 2-1	يبين المنفذ و رقمه ووظيفته	29
جدول 2-1	الواجهات ووظائفها	30
جدول 2-1	منافذ بطاقة SIM ووظيفة كل منها	31
جدول 2-1	تعليمة CSMS وتوصيف لها	32
جدول 2-1	تعليمة CMGF و توصيف لها	32
جدول 2-1	تعليمة CPMS و توصيف لها	32
	الفصل الثالث	
جدول 3-1	أسماء الأقمار و موقعها و تاريخ إطلاقها	38
	الفصل الرابع	
جدول 4-1	مواصفات رقاقة NEO-6M	60
جدول 4-1	المواصفات الوظيفية لرقاقة NEO-6M	61
جدول 4-1	الهوائيات	65
جدول 4-1	البرتكولات	65
جدول 4-1	الرسائل المعتمدة ببرتكول RTCM	66
جدول 4-1	تهيئة ارجل NEO-6M	68
جدول 4-1	الرجل CGF-GPS0	68
جدول 4-1	أرجل شريحة NEO-6	69
جدول 4-1	المواصفات الكهربائية القصوى لشريحة NEO-6M	72
جدول 4-1	المواصفات الكهربائية في الظروف العادية	72
جدول 4-1	قيود توقيت SPI	73
جدول 4-1	توصيات التوقيت	73
جدول 4-1	الاعدادات الافتراضية	74
جدول 4-1	المستقبلات المثالية	79
جدول 4-1	عبارات خاصة	80
جدول 4-1	الالوان و دلالاتها في برنامج u-center	99
جدول 4-1	تاشيفرات الموافقة لانطوة تحديد المواقع المختلفة	99

مقدمة المشروع

نرى أنفسنا اليوم في خضمّ تطوراتٍ تقنيةٍ منها نظام تحديد المواقع العالمي الذي تعددت استخداماته بشكل يصعب حصرها ، ففي الوقت الراهن ، عمدت الكثير من شركات النقل العالمية و شركات الشحن إلى متابعة حركة آلياتها و سفنها بواسطة هذا النظام الفعال للغاية ، كما تم إدخال هذا النظام في الكثير من السيارات المصنعة حديثاً و التي توفر للسائق خرائط تفصيلية للاماكن و الشوارع التي يتواجدون فيها ، و أفضل الطرق و اقصرها و التي ينبغي سلوكها أثناء تنقلاتهم اليومية ، كذلك فقد شهد هذا النظام استخدامات أخرى من قبل شركات الطيران و الملاحة الجوية لتوجيه الطائرات في السماء بدقة متناهية ، و مؤخراً تم إدخال هذا النظام في أنظمة الرصد الجوي و تعقب الأعاصير و الرياح و الامواج الهائجة في المحيطات ، كما استخدم من قبل هيئات البحث العلمي لتتبع هجرة الطيور و الاحياء المائية و مراقبة حرائق الغابات و حركة الجبال الجليدية.

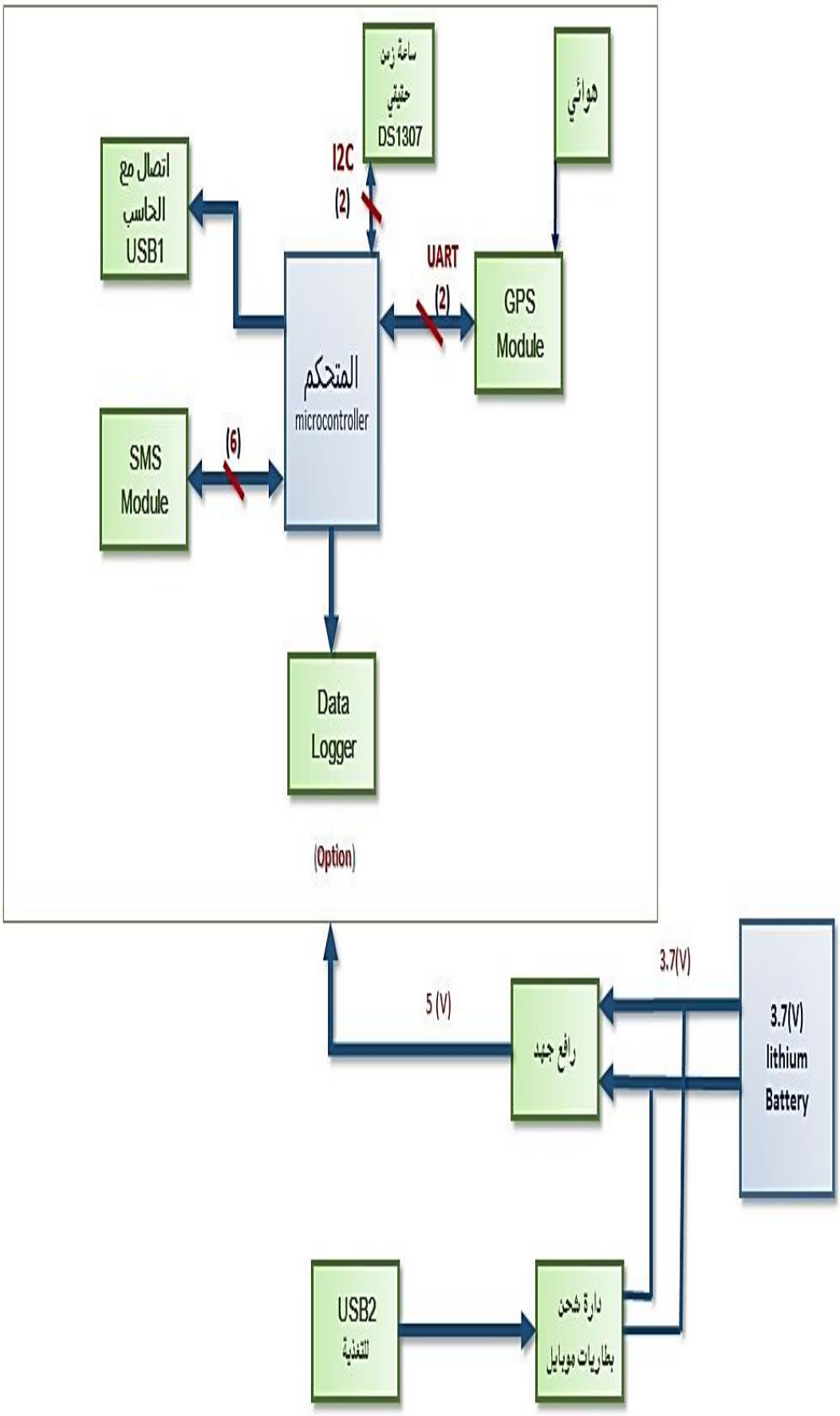
ملخص المشروع :

وفي عملنا هذا قمنا بتصميم وتنفيذ ناجحين لدارة إلكترونية تعمل على التقاط الموقع اعتماداً على تقنية الGPS وإرساله كرسالة نصية إلى هاتف نقال ما ، يمكن من خلال وضعها في علبة السيارة أو حقيبة الطفل انجاز عملها وفق التسلسل التالي :

- أولا : حساب معلومات الموقع " خطوط الطول و العرض " تلقائياً .
- ثانياً : ارسال SMS بالإحداثيات المحسوبة إلى رقم الهاتف النقال المعني .
- ثالثاً : استقبال الرسالة النصية من قبل الهاتف.
- رابعاً : إدخال الإحداثيات إلى أحد تطبيقي U-center أو Google Earth و عرض الموقع على خريطة العالم .

الشكل 1 : آلية عمل الجهاز

تكمن أهمية هذا الجهاز في إمكانية ملاحقة أي جسم متحرك فيمكن استخدامه مع السيارات لتلافي خطر سرقتها أو في حقيبة الطفل ليبقى الأهل على علم بمكانه .



الشكل 2: المخطط الصندوقي للدارة

منهجية البحث :

وقد أوردنا في هذا المشروع الفصول التالية :

الفصل الأول : تقنيات ومبادئ تحديد المواقع واستراتيجيات الوصول المتعدد.

الفصل الثاني: شبكات GSM أوردنا هذا الفصل لفهم ألية إرسال الرسالة النصية.

الفصل الثالث: نظام تحديد المواقع العالمي إذ ذكرنا فيه شرحاً تفصيلياً عن طريقة عمل هذا النظام مقروناً ذلك بالعلاقات الرياضية الهامة وتقنياته وأبرز أخطاءه كما وتضمن هذا الفصل أنواع تقنيات الملاحقة المستخدمة في هذا النظام...

الفصل الرابع: شريحة neo-6 والبروتوكولات والبرامج المتوافقة معها .

الفصل الخامس: القسم العملي ذكرنا فيه ألية عمل وحدات الجهاز والمخطط التفصيلي له والخوارزمياته وبرمجة المتحكم الصغري المستخدم لربط وحدتي GPSو SMS كما وتم التحقق من الاحداثيات المستلمة عبر برنامج google earth .

الفصل الأول : تقنيات و مبادئ تحديد الموقع

1-1- التوضع و تحديد الموقع:

يعرف التوضع Localization بشكل عام بأنه تحديد الموقع لجسم، و هو مشتق من الجذر اللاتيني locus' (lieu, location, place, position) والمعنى الأصلي هو تثبيت أو حصر مكان حدث أو جسم ، لكن اعتماداً على الحقل الذي يطبق فيه التوضع هناك تعاريف مختلفة.

المرادفات الأخرى لكلمة Localization مرادف لفعل التوضع localizing و هو مرادف لبيان حالة المكان ، و بالمثل فإن مصطلح تحديد الموقع positioning يستخدم أيضاً بأكثر من معنى واحد ، على أية حال يشير كلا المفهومين ضمن سياق الإتصالات و الشبكات الخلوية إلى فعل التوضع أو حالة التواجد ، و لهذا يستعمل كلا التعبيرين بنفس المعنى في هذا العمل .

1-2- مقدمة تاريخية:

إن الحاجة إلى الترحال والتجوال دفعت البشر منذ القدم إلى البحث عن أفضل السبل التي تمكنهم من معرفة طريقهم وتحديد اتجاهاتهم بدقة، فاستدلوا بالأشجار والجبال وغيرها من التضاريس البارزة في بيئتهم، ثم لاحظوا الأجرام السماوية واستطاعوا تحديد الاتجاهات بالنظر إلى اتجاه الشمس نهاراً وحركة النجوم ليلاً ، وبدأوا باكتشاف البحار فابتكروا المنارة لتعرفهم على مكان اليابسة، وتعود أول منارة إلى (منارة الإسكندرية) 280 ق.م ، كما اخترع العرب المسلمون الاسطرلاب الذي كان حاسوباً فلكياً استخدم في الملاحة العربية لتعيين زوايا ارتفاع الأجرام السماوية بالنسبة للأفق في أي مكان لحساب الوقت والبعد عن خط الاستواء واستمر استخدامها حتى عام 1800م وأُختُرِعَت البوصلة التي أمنت للبحارة معرفة الاتجاهات في كافة الظروف الجوية ، ومن المرجح أن أول من استخدم البوصلة المغناطيسية للملاحة هم الصينيون عام 1999ق.م و لا يزال استخدامها مستمراً حتى الآن .

نموذج بوصلة لأسرة هان تشير (220- 206ق.م) إلى الجنوب

رسم تخيلي لفنار الاسكندرية بجزيرة فاروس

اسطرلاب

الشكل 1-1 : ادوات مستخدمة في الملاحة عبر التاريخ

و مع تطور العلم و التقنيات ظهرة أنظمة الراديو " DECCA و LORAN " التي تعتبر جيدة الاستخدام في النطاقات الساحلية حيث تتوفر شبكات اتصال بين النظم إلا أنها لا تغطي مساحات واسعة على اليابسة و تتفاوت دقتها حسب الاختلافات المكانية و التضريسية .

وفي وقتنا الحالي طُورَت طرق عدة لتحديد المواقع، حيث أصبح من الممكن الجلوس أمام جهاز الكمبيوتر و رصد نشاط أي شيئ على الإطلاق من أطفال أو مركبات أو حيوانات أليفة كما ظهرت برامج التعقب و برامج الحفاظ على كائنات فريدة من الإنقراض.

1-3- طرق تحديد المواقع و التعقب :

يوجد ثلاث طرق أساسية تستخدم في أيامنا لهذا الغرض و هي :

1- البيئة الداخلية Indoor Environment.

2- الأقمار الصناعية Satellite.

3- الأنظمة الخلوية Cellular System.

1-3-1- البيئة الداخلية Indoor Environment:

تُعنى أنظمة تحديد الموقع في بيئة ال Indoor بتحديد الموقع داخل " المباني و الجامعات و الشركات " ، في البدايات ، شكلت هذه البيئة تحديات عدة في وجه خوارزميات تحديد الموقع السابقة من امتصاص و انعكاس و انحراف و تشتت و تشويش و انتشار متعدد المسارات و بالتالي تطلب التغلب على هذه المؤثرات إيجاد حلول بديلة تمثلت بالعديد من الخوارزميات و الموضحة بالجدول التالي:

جدول 1-1 : الخوارزميات البديلة لحل المواقع بالبيئات الداخلية

Positioning method	Observable	Measured by
Proximity sensing	Cell-Id, coordinates	Sensing for pilot signals
Lateration	Range or	Traveling time of pilot signals Path loss of pilot signals
	Range difference	Traveling time difference of pilot signals Path-loss difference of pilot signals
Angulation	Angle	Antenna arrays
Dead reckoning	Position and Direction of motion and Velocity and Distance	Any other positioning method Gyroscope Accelerometer Odometer
Pattern matching	Visual images or Fingerprint	Camera Received signal strength

يعتمد تحديد الموقع في البيئة الداخلية Indoor Environment على الأمواج الراديوية و الأمواج تحت الحمراء و الأمواج فوق الصوتية ، كذلك فإنه يمكن استخدام الشبكات اللاسلكية WLAN في تحديد المواقع في هذه البيئة و ذلك حسب المعيار IEEE 802.11 .

سوف نتطرق إلى أكثر الطرق شيوعاً في هذه البيئة :

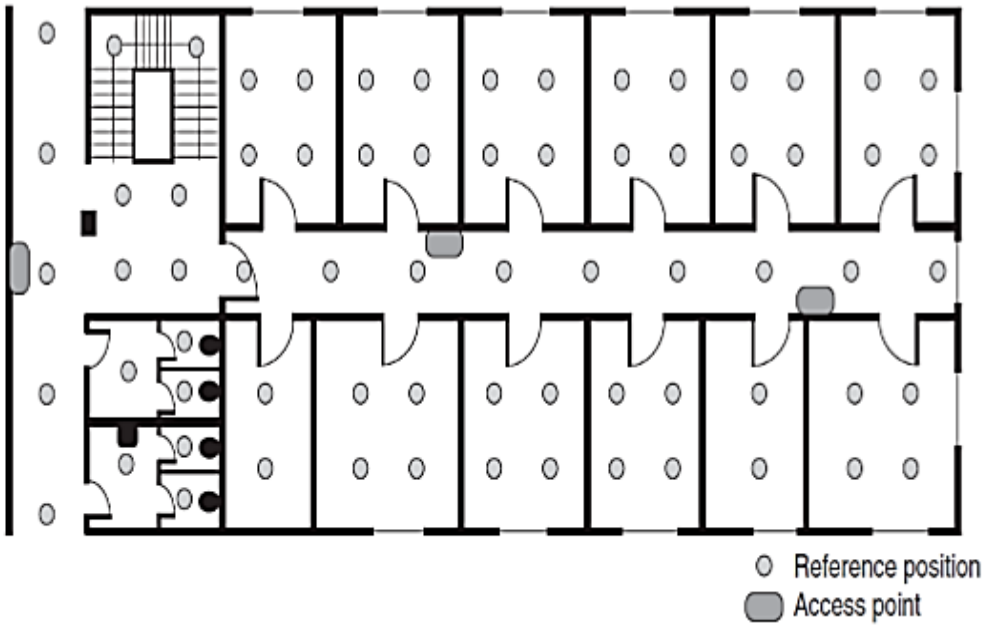
1- Lateration :

هذه الطريقة تعتمد على عدد من المعادلات الغير خطية n، و التي يمكن بواسطتها تحديد موقع الهدف ، حيث n: تدل على عدد المحطات القاعدية .
من أجل n = 3 هذه الطريقة تكون معروفة ب trilateration و التي تقسم إلى نوعين:

- **النوع الأول**: يعتمد على مدى القياس و يعرف ب Circular Lateration .
- **النوع الثاني**: يعتمد على فرق السرعة و يعرف ب Hyperbolic Lateration .

2- WLAN Fingerprint :

تعتمد هذه الطريقة على قوة الإشارة المستقبلة Received Signal Strength RSS و على الـ radio map و تكون مشتقة من قوة الإشارة المستقبلة RSS و ذلك في النقاط المرجعية حيث يوضح الشكل اختيار مكان النقاط المرجعية و نقاط الولوج AP و إن النقاط المرجعية يجب ألا تكون بعيدة أو قريبة من بعضها البعض و إنما يجب أن تكون المسافات بين هذه النقاط متوسطة البعد و أيضاً يجب أن تكون موزعة في مختلف المواقع و ذلك من أجل المقارنة و الدقة في تحديد موقع المستخدم (تكون RSS فيها قيم مختلفة).



الشكل 2-1 : بيئة ال WLAN fingerprint

و يجب عند أخذ قوة الإشارة RSS المقاسة أن نعبر عن اتجاهنا (شمال ، جنوب ، غرب ، شرق) وعلى سبيل المثال فإن الجدول التالي يبين الإختلافات في قوة الإشارة المستقبلة عند تغير الزاوية.

جدول2-1 : الاختلافات في قوة الاشارة المستقبلة عند تغير الزاوية

Position	Direction	RSS/[dB] from	RSS/[dB] from	RSS/[dB] from
P_1	0°	59	75	71
	90°	54	73	67
	180°	49	72	69
	270°	55	73	65
P_2	0°	35	64	50
	90°	27	64	43
	180°	40	65	52
	270°	30	60	46
P_3	0°	69	66	73
	90°	65	60	68
	180°	63	66	70
	270°	68	62	76

2-3-1- الأقمار الصناعية Satellite:

يوجد عدة أنظمة حول العالم، تم استخدام أغلبها لأهداف عسكرية ثم أتيحت للاستخدام المدني وأصبحت المنافسة في هذه الأيام متمحورة حول مواضيع جودة و دقة المواقع و طبعاً التعقيد والكلفة الإقتصادية و ما الى هذا ، و نميز أربع أنظمة هي :

1- النظام الامريكي GPS:

وهو Global Positioning System أي نظام تحديد المواقع العالمي و هو أقدم هذه الأنظمة وسيكون محور دراستنا في الفصل الثالث من هذا المشروع .

2- النظام السوفييتي GNSS:

و يدعى غلوناس و هو Global Navigation Satellite System أي نظام الأقمار الصناعية للملاحة العالمية ، صمم بطلب من وزارة الدفاع السوفييتية آنذاك ، بدأ العمل رسميا بإنشاء المنظومة في شهر كانون الأول عام 1976 بقرار من القيادة السوفييتية ، و هي عملياً امتداد لمنظومة الأقمار الصناعية الخاصة للملاحة الفضائية المحلية "تسيكلون " ، أطلق أول قمر للمنظومة في شهر تشرين الثاني عام 1982 ، وصل عددها عام 1995 إلى 24 قمراً تدور في ثلاث مستويات مدارية ارتفاع كل منها 19400 Km و تميل 64.8 درجة ، موزعة على المستويات الثلاثة بالتساوي (8 أقمار في كل مستوى) لتغطية مجمل سطح الكرة الأرضية، كما تحتاج تغطية كامل مساحة روسيا إلى 18 قمراً .

3- النظام الأوربي :

و يدعى غاليليو و هو النظام الأوربي المدني للأقمار الصناعية للملاحة العالمية ، يهدف إلى تقديم خدمة عالمية دقيقة و ذات غطاء عالمي و تحت السيطرة المدنية ، و هذا ما يختلف به عن بقية الأنظمة .

يتكون من 30 قمراً صناعياً (27 منها عاملة و 3 احتياطية) موزعة في ثلاثة مدارات على ارتفاع 23616 Km من سطح الأرض ، تم اطلاق أول قمر غاليليو عام 2004 مع مركزين أرضيين للمراقبة و التحكم .

4- النظام الصيني :

بدأ نظام الملاحة الفضائية " BeiDou " مؤخراً بتقديم خدمات تحديد الموقع و الملاحة و التوقيت رسمياً ، ليصبح رابع نظام ملاحة للأقمار الصناعية بالعالم ، و تشير الدراسة إلى أن نظام الملاحة BeiDou قد أطلق 10 أقمار صناعية تجريبية بدقة 25 m في تحديد المواقع ، و من المتوقع أن يطلق 6 أقمار أخرى في العام الجاري لترتفع الدقة إلى 10 m ، و تشير التصريحات إلى أنه يحتاج إلى إطلاق 30 قمر صناعي على الأقل لتحقيق تغطية عالمية كاملة بحلول عام 2020 .

الشكل 3-1 : أقمار صناعية لمختلف أنظمة الملاحة

3-3-1- الأنظمة الخلوية Cellular System:

إن تطور الأنظمة الخلوية في السبعينات و تطبيقها ، حل المشكلة الإقتصادية لمجال استخدام الترددات الراديوية المسموحة من ناحية التوزع الفراغي للمرسل و المستقبل ، و بالتوفيق مع ترددات عمل النظام الخلوي كما سمح و لمرات متعددة بزيادة سعة شبكات الإتصال ذات البنية الراديوية ، و دون التاثير على نوعية الإتصال و بدون توسيع مجال التردد المفروض .

و يمكن بذلك تقسيم تطور أجيال الأنظمة الخلوية إلى ثلاث فئات تمثل مختلف مراحل التطور لهذه الشبكات :

1- الجيل الأول :

يعتمد على استخدام تقنيات التعديل الترددي التمثيلي (FM) ، إن نظام الهاتف المتنقل المتقدم (AMPS)يعتبر الأكثر أهمية و مكانة في أنظمة الجيل الأول ، تطور نظام AMPS باستخدام أنظمة الهاتف المتنقل حيث استخدم تقنية ال FM من أجل نقل الصوت و الإشارات الرقمية لمعلومات التحكم أي الجيل الأول من الإتصالات الخلوية يتضمن عدة أنظمة :

- نظام AMPS ذو الحزمة الضيقة أو ما يعرف بـ NAMPS .
- نظام خلوي ذو ولوج كامل TACS .
- نظام الهاتف المتنقل الشمال أوربي NMT-900 .

جميع أنظمة الجيل الأول تعتمد على الوصول المتعدد بتقسيم التردد FDMA حيث كل قناة مخصصة بمجال تردد وحيد داخل الخلية الواحدة .

2- الجيل الثاني:

إن النمو السريع في أعداد المشتركين و زيادة عدد العقبات في نظام الجيل الأول كانت السبب الرئيسي أمام التطور أو التحول باتجاه نظام الجيل الثاني من الاتصالات الخلوية.
قام الجيل الثاني بأخذ الميزات و المحاسن التقنية في التجميع و التشفير الرقمي ، و استخدم تقنيات الوصول أو الولوج المتعدد مثل الوصول المتعدد بتقسيم الزمن TDMA والوصول المتعدد بتقسيم الشيفرة CDMA مع أنظمة الـ FDMA المطبقة في الجيل الأول . " جدول 3-1 يبين الخصائص التقنية لعدة أنظمة " .
بالإضافة إلى دعم خدمات الصوت فإن أنظمة الجيل الثاني دعمت خدمات النقل بالرزم أيضاً و لكن بشكل ضعيف .
تتضمن أنظمة الجيل الثاني من الاتصالات الخلوية ما يلي :

- النظام الخلوي الرقمي الأمركي USDC بمعايير IS-54 , IS-136 .
- النظام العالمي للاتصالات المتنقلة GSM : و هو موضوع الفصل الثاني .
- النظام الخلوي الرقمي في المحيط الهادي PDC .
- CDMA one

جدول 3-1 الخصائص التقنية للأجيال الخليوية

	AMPS	D-AMPS	GSM	CDMA
Operation Spectrum Frequency	800 MHz	800 & 1900 MHz	900 & 800 MHz (Europe) 800 & 1900 MHz (US)	800 & 1900 MHz
Channel Width	30 KHz	30 KHz	200 KHz	1.25 MHz
Users Per Channel	1	3	8	About 20

Channel Separation	Frequency	Frequency & Time	Frequency & Time	Frequency & Code
Network Architecture	IS-41	IS-41	GSM-MAP	IS-41

3- الجيل الثالث :

صممت أنظمة الجيل الثالث من اجل كل من الخدمات التبديل بالدارات و كذلك الخدمات الأساسية للنقل بالرزم مما يعطي معدلات نقل بيانات عالية جداً و التي تعرف أيضا باسم خدمات المجال الترددي العريض (النطاق الترددي الواسع) و التي سوف تدعم العديد من الخدمات الجديدة و الهامة، و بالتالي تجد ان انظمة الجيل الثالث تدعم خدمات المجا ل العريض مثل الولوج إلى الإنترنت بسرعات عالية و نقل الصور و الفيديو الرقمي بنوعية عالية أو جيدة كما هو الحال في الشبكات الثابتة PSTN .
قام اتحاد الاتصالات العالمي ITU بتطوير الاتصالات المتنقلة الدولية و الذي يعرف بالنظام IMT2000 في حين يدعى في أوربا ب UMTS نظام الاتصالات المتنقلة العالمي.

و هذا جدول لأنظمة الاتصالات الخلوية المتنقلة المختلفة و الخدمات التي تقدمها و معدل سرعة نقل البيانات الأعظمي لكل منها :

جدول4-1 : يربط بين أجيال الأنظمة الخلوية و الخدمات التي تقدمها

Mobile Generation	Services	Data Rate
Old (1G)	Voice	13.3 Kbps
Current system (2G)	Voice , Text , static , Image , Data	9.6 – 41.4 Kbps
Emerging (2.5G)	Web based connection And Bluetooth	115 Kbps Bluetooth 721 Kbps
3G	Entertainment Education MP3 MPEG4 Games Voice	Up to 2 Mbps

و بالحديث عن خدمات أجيال الأنظمة الخلوية المختلفة لا بد من التنويه إلى خدمة تحديد المواقع و هي موضوع بحثنا هذا .

إن أنظمة الجيل الأول التشابهية لم تدعم قط هذه الخدمة ، أما أنظمة الجيل الثاني و الثالث فهي تدعم خدمة تحديد المواقع بالاعتماد على استطاعة إشارة الهاتف النقال التي تقوم ال BS بقياسها بالديسيبل " على اعتبارها ربح " و بمعرفة ربح الاستطاعة يمكن قياس المسافة بين ال BS والهاتف النقال ضمن خلية معينة ، لكن هذا الموقع لا يكون بدقة القياس لأنظمة تحديد المواقع الفضائية GPS وغيره...

1-4- استراتيجيات الوصول المتعدد :

إن عدد المشتركين الذين تقدم إليهم خدمات مستقلة أكبر من قنوات الأمواج المستقلة بسبب ما يدعى بالربح الأساسي trucking gain ، كما كانت تقنية FDMA (الوصول المتعدد بتقسيم التردد) مستخدمة في الأنظمة التشابهية و لم تكن إمكانية إعادة الاستخدام متاحةً فيها و هذا ما كان يحد من فعالية الطيف، ولذلك بدأ البحث عن تقنيات وصول جديدة تسمح لعدد كبير من المشتركين من الوصول إلى الشبكة باستخدام جزء محدود من نطاقات التردد .

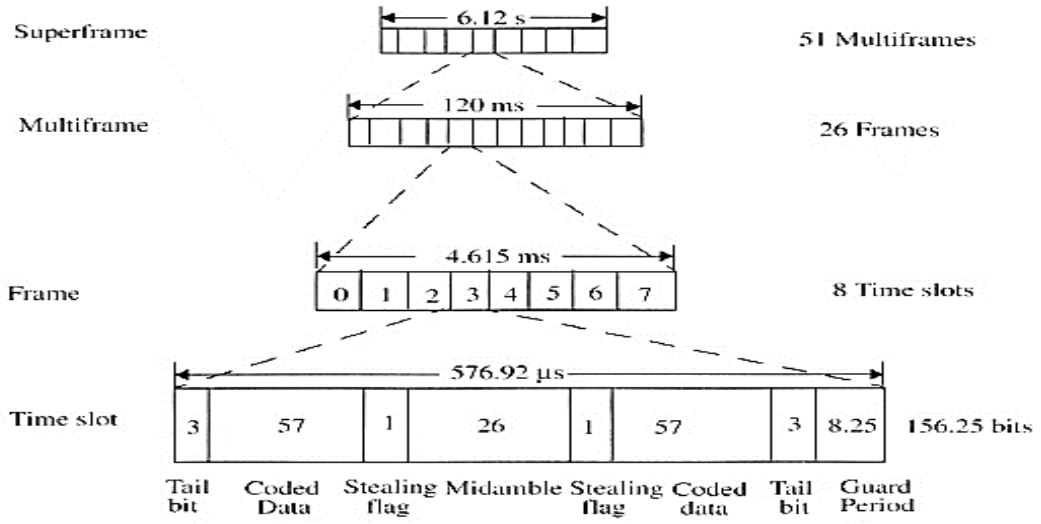
حالياً يوجد تقنيتين أساسيتين للوصول المتعدد هما :

1- الوصول المتعدد بالتقسيم الزمني TDMA .

2- الوصول المتعدد بتقسيم الشيفرة CDMA .

1-4-1- الوصول المتعدد بالتقسيم الزمني :

و هي التقنية المستخدمة في نظام GSM، فانطلاقاً من أن الطريقة البديلة لاستخدام الطيف المتاح هي إعطاء كل مشترك إمكانية الوصول لمدة قصيرة من الزمن " دفعة نقل traffic burst " أصبح من الممكن للمشترك أن يرسل رزمة معطيات الكلام الخاصة به خلال فترة أقل من المدة المخصصة له ، و يشارك التردد المخصص له مع المشتركين الآخرين الذين يخصص لهم فترات زمنية أخرى.



الشكل 1-4 :إطار TDMA

يتم في هذه التقنية تقسيم الطيف و كل مجموعة مستخدمين A ,B ,C ,D لهم فتحة زمنية time slot مخصصة ضمن مجموعة قنوات محددة ..... 1 , 2 , 3 , 4 و يعرف هذا الترتيب

أحياناً بـ TDMA ذو عرض المجال الضيق narrow band TDMA أمّا إذا تم تخصيص كل الطيف المتاح لمستخدم وحيد خلال مدة ال time slot المخصصة له يدعى TDMA ذو عرض مجال عريض wide band TDMA .

مزايا TDMA :

سوف نذكر هنا بعض المزايا التي تقدمها هذه التقنية في الاتصالات الخلوية كون هذه التقنية مستخدمة في GSM :

1- دارات متعددة لكل حامل : تقوم كل تنسيقات TDMA بتجميع دارتين على الأقل، وعادة ثلاث أو ثماني دارات لكا حامل ، و هذا ما يساعد في توفير في كل موقع محطة قاعدة BS بسبب توفير المرسلات و المستقبلات " زوج لكل حامل مع N مستخدم " .

2- الإرسال بشكل دفعات : يكون الإرسال من وحدات الموبايل غير مستمر و يحصل فقط خلال فتحة الفترة الزمنية المحددة ، و هذا له تأثير على تصميم الدارة و تحكم النظام ، كما يؤثر إيجابياً على معدل التداخل ، حيث أنه عند أي لحظة تُرسل فقط نسبة من وحدات الموبايل العاملة مما يؤدي إلى اعادة الستخدام التردد بشكل أفضل .

3- عرض المجال : إن عرض المجال المتاح خالياً لأنظمة TDMA هو من 25 KHz إلى 30 KHz حتى أكثر من عشرة أضعاف هذه القيمة ، يتحدد عرض المجال جزئياً حسب اختيار تقنية التعديل و استراتيجية TDMA .

4- تعقيدية أكبر لوحدة الهاتف النقال : إن وحدة الهاتف النقال TDMA تقدم وظائف أكبر من وحدة الهاتف النقال FDMA وتحديداً من جانب المعالجة الرقمية، لكن مع تطور دارات VLSI فإن المعالجة الإضافية المطلوبة لـ TDMA لا تكون أكبر منها في الهواتف التماثلية.

5- إضافة أعلى على الإرسال : إن إرسال فتحات زمنية يجبر المستقبل على التزامن عند كل دفعة و هذا إجراء جيد ، و من الضروري أيضاً وجود فترات حماية للفصل بين الفتحات الزمنية و ذلك للمستخدمين البعيدين لذلك تحتاج TDMA لإضافات أكثر من FDMA وهذه الإضافات يمكن أن تشغل أكثر من 30 % من البتات الكلية المرسلة ، لكن بالمقابل فإن قياسات تأخير المسار من الإطار إلى الإطار سوف تمنح إجراءات كافية أكثر .

6- تكلفة أقل لنظام مشارك : إن أكبر ميزة ل TDMA تفوق FDMA هي أن كل قناة يتشارك بها عد أكبر من المشتركين ، و لذلك فإن كلفة أدوات الموقع المركزي ستكون اقل .

7- عدم الحاجة لـ Duplexer : و يمكن الاستعاضة عنه بدارة مفتاحية سريعة للتحكم بتشغيل و إيقاف المرسل و المستقبل في الأوقالت المناسبة .

8- إمكانية التوافق مع التغييرات التكنولوجية : لأنظمة TDMA افضلية على FDMA بالنسبة للمصممين الذين يبحثون عن إمكانية و مرونة أكبر للنظام .

9- تغطية محسّنة : أخيراً و بسبب إنتشار أنظمة TDMA تطورة تقنيات إدارة الخلايا المحسنة ، مثل بنية الخلايا ضمن مجموعة و التي يمكن أن تزيد مساحات التغطية و تعطي زيادة في السعة محلياً خارج و داخل المراكز .

2-4-1- الوصول المتعدد بتقسيم الشيفرة :

يُسمح لكل المشتركين بهذه التقنية باستخدام كامل المجال الترددي لكل الوقت ، و تستخدم بعض أشكال الترميز لتمييز الإشارات عن بعضها ، و في هذه الحالة يستجيب كل مستقبل للإشارة الخاصة به فقط و التي يكون لها نفس ترميزه .

لترتيب الترميز الإضافي لإشارة التردد اللاسلكية و التي يجب أن تحمل إشارة الصوت المرمز نميز عدة طرق :

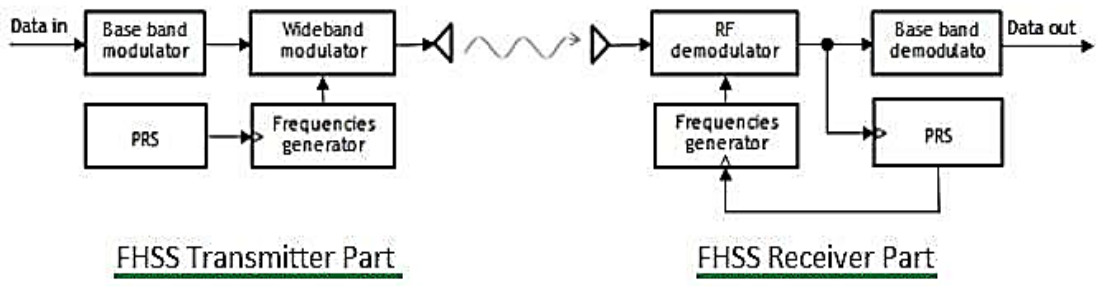
1- القفز الترددي للطيف المنثور FH\SS .

2- تتابع مباشر للطيف المنشور DS\SS .

3- القفز الزمني للطيف المنشور TH\SS .

4- تقسيم التردد بالترميز المستقل COFDM .

1- القفز الترددي للطيف المنشور : يتم في هذه الطريقة تعديل الرسالة للقناة التقليدية و عندما تقفز الإشارة من قناة إلى قناة نتيجة تحكم ترميز شبه عشوائي بالشبكةPN Pseudo-random ويكون ربح المعالجة مساوياً لعدد قنوات التردد .



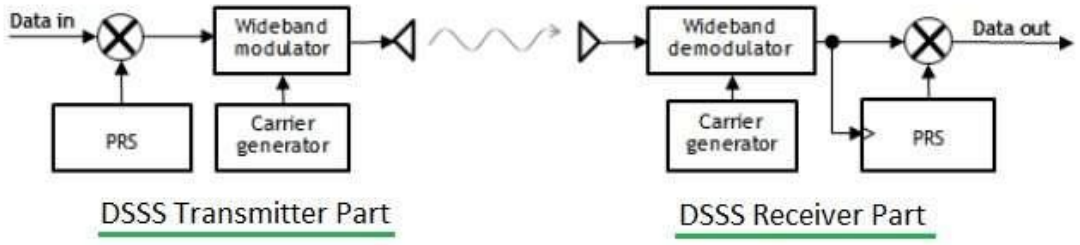
الشكل 5-1 : مخطط إرسال واستقبال نظام FH\SS

من الواضح أن ربح المعالجة ل CDMA لا يتجاوز أياً من FDMA أو TDMA ، إذاً ما هي ميزة FH\SS ؟

أولاً : تكون إشارة المستخدم غير مفهومة من أي شخص يسترق السمع حتى دون أي تشفير للصوت و للمعطيات و هذه الحقيقة هي التي شجعت على استخدام هذه التقنية في التطبيقات العسكرية .

ثانياً : إن FH/SS يحمي من الإضمحلال الناتج عن تعدد المسارات و بالتالي يمكن أن تمنع معالجة التداخل أو تأخير الصوت .

2- تتابع مباشر للخط المنشور DS/SS: يتم في هذه الحالة تجميع إشارة الطيف المنثور المرمزة بشكل عشوائي خادع ذات عرض المجال التام مع معطيات الصوت، ثم يُنشَر طيف RF لمُرسَل على عرض المجال المتاح.



الشكل 6-1 : مخطط إرسال واستقبال نظام DS/SS

يكون ربح المعالجة للمستقبل ذو الرمز المطابق هو :

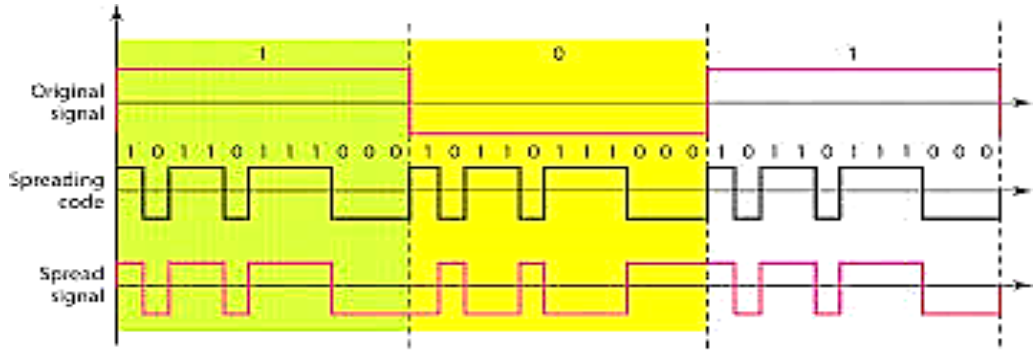
$$G_P = BW_{RF} / R_{message}$$

يجب أن يكون الربح بحيث أن نسبة الإشارة إلى الضجيج عند خرج المستقبل لا تقل عن عتبة معينة مثل 10 dB فوق كل الإشارات المعدلة ، و لكن باستخدام تتابعات PN فإنه يكن توليدها ببساطة بواسطة سلسلة من مسجلات الإزاحة ، فإذا كانت عدد مراحل سجلات الإزاحة N فإن العدد الأعظمي لتتابع PN سيكون 2^N-1 .

و هذا النوع من التتابع مفيد في تطبيقات نبضة التزامن في نظام GSM .

إن المعدل المستخدم في هذا النظام هو معدل BPSK ، و يكون الدخل في هذه الحالة مجموع المعدل الأعلى لترميز PN و المعدل الأقل لنقل المعطيات .

إذا كان لطيف الإشارة الشكل Sinx/x مع معدل ترميز PN غير محدد " معدل الرقاقة " وبما أن الإشارة تتوزع على طيف عرض المجال فإن تحقيق الوثوقية لمرشح القناة عند المرسل والمستقبل لا يكون صعباً.



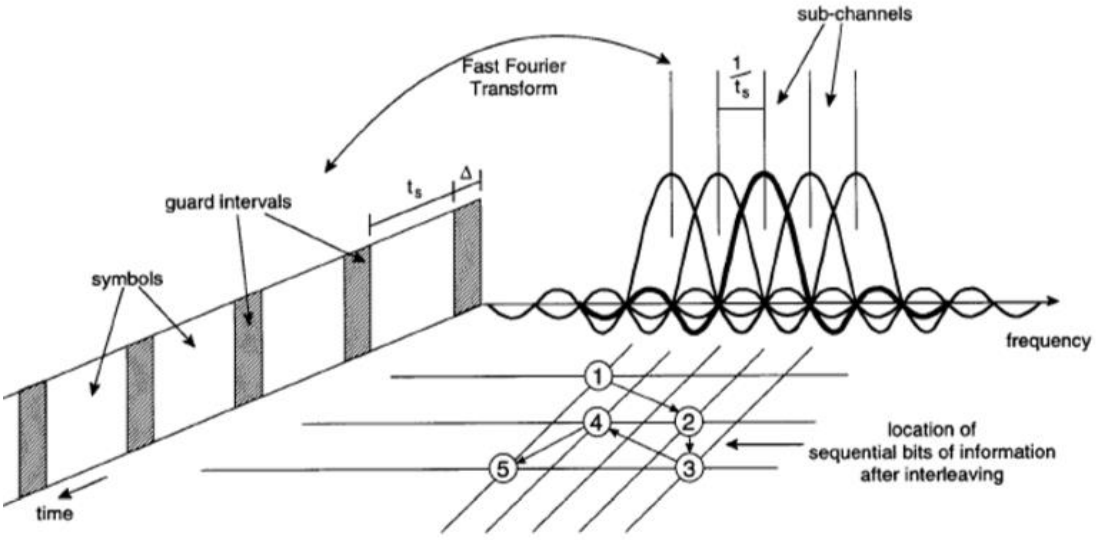
الشكل 7-1 : إشارة المعلومات والإشارة الناشرة والإشارة الناتجة في نظام DS/SS

أي انه في هذا النظام يولد كل المستخدمين نفس الطيف خلال المجال الموزع ، فقط عندما يتم كشف تعديل الإشارة بواسطة نفس تابع PN و عندها نحصل على خرج يطابق إشارة المعلومات، و تظهر إشارة DS/SS بالنسبة للمستخدمين الآخرين كضجيج في مجال المستقبل فوق الموقع المعتاد .

هذه التقنية مناسبة تماماً لأنظمة الأقمار الصناعية و ذلك كون الإشاراة المستقبلة من محطة قاعدة واحدة لها نفس القدرة .

3- التعديل بتقسيم التردد بالترميز المستقل " المتعامد " COFDM :

يعتمد على تقسيم الرسالة إلى عدد من الحوامل و إرسال جزء فقط من الرسالة على كل حامل و بنفس الوقت ، أجزاء الرسالة المحملة تكون مرمزة بإحدى الترميزات المعروفة،



الشكل 8-1 : التمثيل الزمني والطيفي لإشارة COFDM

و بالتالي هو تجميع FH مع ترميز DS و بالتالي يتم تصحيح الأخطاء على أي حامل الناتجة عن اضمحلال تعدد المسارات ، و يتم الحصول على BER مناسب عندما تتجاوز نسبة Eb/N0 أكثر من 10 dB ، و تكون الحوامل الجزئية متباعدة تماماً أكثر من معدل الرموز الجزئية على كل حامل و ذلك باختيارهم بشكل مستقل إحصائياً، و بهذه الطريقة يمكن أن تترتب المجالات الجانبية الجزئية دون حدوث تداخل في الحوامل المتجاورة .

الفصل الثاني : شبكات ال GSM

2-1- مقدمة :

لقد شهد العالم خلال العقد الماضي تطورات سريعة و هائلة في صناعة الاتصالات الهاتفية المتحركة حيث أصبحت أجهزة الإتصالات في كل مكان و مع كل شخص و في أي وقت ، إن رقمية أنظمة الاتصالات و التقدم الكبير في الالكترونيات الدقيقة و الحواسيب و تكنلوجيا البرمجيات و ابتكار إجراءات و خوارزميات فعّالة من أجل ضغط المعلومات و السرية و معالجة كافة أنواع الإشارات ، بالاضافة إلى تطور برتكولات الاتصال كانت من المتطلبات الأساسية لهذا التقدم ، إن توفر تكنلوجيا المعلومات الحديثة اليوم تمكّن من تحقيق أنظمة الاتصال بكلفة معقولة و أداء عالي .

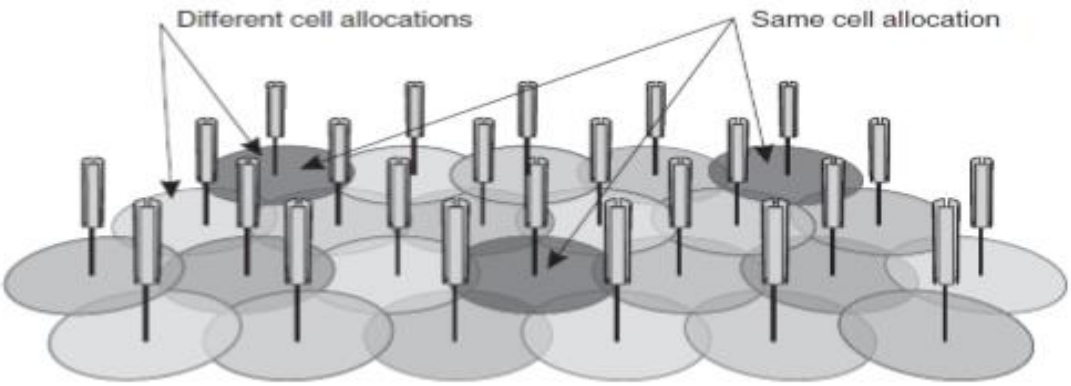
في مجال الشبكات الثابتة تكون أنظمة النهاية (تجهيزات المشترك) موصولة إلى الشبكة عبر (خطين سلكيين نحاسيين ، كبل محوري ، ليف بصري) .

أما في مجال الشبكات النقالة فيوجد تحدّي تنظيمي يكمُن في عملية تقسيم الخلايا ، تم اعتماد شكل سداسي للخلية الواحدة و ذلك على اعتباره أقرب ما يمكن لمساحة الدائرة و بالتالي الحصول على تغطية أفضل ما يمكن .

بفرض ترتيب تخطيط خلوي وحيد يتألف من عناقيد كل منها مؤلف من N خلية ، حيث لكل خلية مساحة S يمكن أن نحسب حجم العنقود $N = (1/3)*(D/R)$

حيث D : نصف قطر الخلية .

R : مسافة إعادة الاستخدام Same cell allocation.



الشكل 1-2: تقسيم الخلايا

2-2- أقسام شبكة GSM:

و هو Group Special Mobile قديماً و Global System for Mobile نظام الهاتف النقال حديثاً ، وهو يتضمن حزم ترددية هي :

- **الحزمة الصاعدة Uplink:** MHz (890 حتى 915) .
- **الحزمة الهابطة Downlink:** MHz (935 حتى 960) .

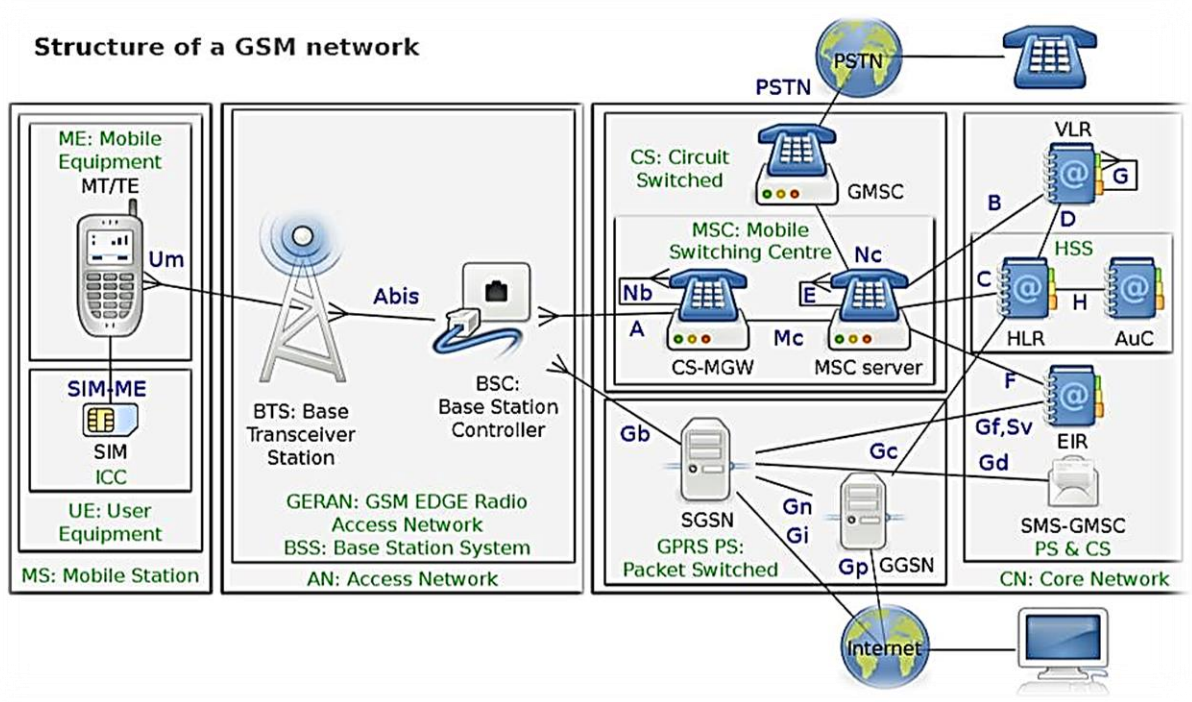
تُقسم الشبكة إلى ثلاث أنظمة رئيسية :

1- المحطة المتحركة Mobile Station.

2- شبكة الوصول Access Network.

3- نظام التبديل Switching System.

4- الشبكة المركزية Core Network.



الشكل 2-2 : مكونات نظام GSM

1- المحطة المتحركة Mobile Station:

و تتكون من جزئين أساسيين هما :

1- الهاتف النقال Mobile equipment.

2- بطاقة هوية المشترك Subscribers Identity Module:

يرمز لها اختصاراً SIM و سوف نتوسع بالحديث عنها في مكان لاحق من هذا الفصل .

2- شبكة الوصول Access Network :

تنجز جميع الأمور المتعلقة بالراديو حيث تتألف ال BSS من :

1- متحكم مشفر للعبور Transcoder controller(TRC):

يعطي ال TRC لل BSS إمكانية تعديل التدفق rate adaption والذي يقوم بتخفيض الـ bit rate لكل قناة من 64Kbps إلى 16Kbps.

2- متحكم محطة القاعدة Base Station Controller(BSC):

يدير ال BSC كل الوظائف المتعلقة بالراديو في شبكة الـ GSM فهو مَقسم ذو سعة عالية ، إضافة لذلك فإنه يقوم بوظائف أخرى مثل المناولة M.S Hand Over وتخصيص القناة الراديوية ومجموعة بيانات إعداد الخلية حيث يتم التحكم بعدد من الـ BSCs من قبل MSC .

3- متحكم محطة اللاسلكي Radio Base Station (RBS):

تحقق الـ RBS الملائمة بين ال M.S و ال BSC كما يمكن للـ RBS الواحد أن يخدم خلية أو أثنين أو ثلاث خلايا ويتم التحكم بجموعة من الـ RBSs من قبل BSC تابعة له وهو المحطة التي نراها على أسطح المباني أو في الشوارع والساحات .

3- نظام التبديل Switching System:

يتألف من عدة أجزاء أهمها :

1- Mobile Service Switching Center (MSC) :

يقوم الـ MSC بجميع وظائف التبديل الهاتفية في النظام ويتحكم بالمكالمات القادمة من الهواتف وإليها وكذلك أنظمة البيانات، كما ينجز وظائف أخرى مثل حساب أجرة المكالمة الهاتفية وملائمة الشبكة ووظائف أخرى عديدة .

2- Gateway MSC (GMSC) بوابة مركز التبديل :

وهي عقدة ترابط بين شبكتين وغالباً ما توجد ضمن الـ MSC مثل التي تربط الشبكات الخلوية مع شبكات الهواتف الأرضية الشبكات الخلوية الأخرى.

4- الشبكة المركزية Core Network:

و تتألف من الوحدات التالية :

1- Home Location Register (HLR) مسجل معلومات الموطن :

إن الـ HLR عبارة عن قاعدة بيانات تستخدم لتخزين وإدارة الاشتراكات ، ويعتبر الـ HLR القاعدة الأكثر أهمية لأنها تخزّن البيانات الدائمة عن المشتركين والمتضمنة لملف خدمة المشتركين ومعلومات عن تحديد الموقع وحالة الفعالية.

2- Visitor Location Register (VLR) مسجل معلومات زائرين :

هو عبارة عن قاعدة بيانات تتضمن معلومات مؤقتة عن المشتركين تحتاجها الـ MSC لتخدم المشتركين الزائرين Visiting Subscribers.

3- Authentication center (AUC) مركز التوثيق :

تقدم وحدة AUC التوثيق وبارامترات التشفير اللازمة للتحقق من هوية المستخدم والتي تضمن السرية لكل مكالمة ، كما تحمي الـ AUC مشغّلات الشبكة من نماذج مختلفة من الخداع أو الاحتيال الموجودة في أجهزة المحمول الحالية.

4- Data Transmission Interworking (DTI) تفاعل نقل البيانات :

تتألف الـ DTI من Hardware و Software والتي تؤمن الملائمة لشبكات متنوعة من أجل اتصالات البيانات، يستطيع المشترك بإستخدام ال DTI أن ينتقل بين الحديث والـ Data خلال نفس المكالمة .

5- Interworking Location Register (ILR) مسجل معلومات التفاعل :

متوفر فقط في GSM1900 والذي يجعل التجوال بين الأنظمة ممكناً وهذا يعني أنك تستطيع أن تتجول في كلا الشبكتين GSM1900 و AMPS حيث أن الـ ILR يتألف من HLR و VLR في نظام GSM1900.

2-3- تشفير المعلومات:

يمكن الدخول إلى أنظمة المعلومات والاتصالات لاستراق السمع أو المعلومات عبر اتصال هاتفي أو شبكات الانترنت أو المحطات المخصصة لأهداف عديدة ومتنوعة وأقتضت الضرورة وضع نظم وبرامج حماية لدى كل من المرسل والمستقبل المراد حماية أو تخصيص نظام الاتصال لديهم وهي عبارة عن شيفرة كودية طويلة مؤلفة من مسارات الأوامر المتتالية بواسطة برامج software وتركيبات إنشائية مثل أجهزة الاستقبال receiver التي تقوم بفك الشفرة decoder لفتح مسار أمر محدد مع محطة المرسل بواسطة بطاقات cards ذات شريحة إلكترونية رقيقة أو بطاقات رقمية والتي تنتشر إنتشاراً واسعا في مجال الاتصالات الهاتفية وتنقسم الشفرة الكودية المكونة من مسارات الأوامر المتتالية إلى جزأين :

جزء منها عام general يمكن للمتدخل أن يعرفه تماماً ولايمكنه الاستفادة منه .

وجزء خاص جدا secret top غير معلن لايعرفه سوى متبادلي المعلومات أو الحديث .

على سبيل المثال : لتنفيذ عملية التشفير وباعتبار أن الأوامر المتتالية تمثل رقم خط أو موقع إنترنت محدد لمخطط هيكلي لفتحة والدخول عبرها حيث تتخذ شكل إشارات كهربائية ذات تردد تماثل سرعته في الانتشار عبر وسط ناقل لتلك الإشارات أو الترددات التي تُحمل على تردد واحد أعلى منها فإننا بذلك وبعد مرحلة الكشف detection عن الترددات الأصلية المنخفضة وتحويلها واستخلاصها مرة أخرى لطبيعتها الأصلية نكون قد وصلنا إلى أن عملية التشفير والتحويل تمت عن طريق إضافة وتحميل مجموعات من الإشارات أو الأوامر الخاصة (الجزء الخاص الغير معلن) والتي تمثل كود خط معين خاص على إشارة واحدة لتردد أعلى منها (الجزء العام المعلن) وبذلك نكون قد أطلنا عملية التشفير ليتم تقسيمها إلى جزأين عام وخاص.

2-4- طريقة عمل شبكة GSM:

عندما نشغّل جهاز الهاتف النقال MS فإنه يحاول أن يتصل بالشبكة ، على أمل أن تسمح له أو تخوله الشبكة من استخدام مواردها.

هذا يمكن أن يحدث بالنسبة للشبكة الأم أو حتى إذا كان في حالة تجوال roaming ويستخدم خدمات شبكة غير شبكته الأم .

إن الهاتف النقال MS يقوم من خلال الاتصال مع الـ BTS الموجود في نفس المكان أو بمعنى آخر الـ BTS المغطي لمنطقة تواجد الهاتف النقال .

تقوم الـ BTSs بشكل اعتيادي ببث (إرسال) الإشارات وذلك لتمكين الهاتف النقال MS من التقاط الأشارة الأقوى ، وهذا التغيير في BTS لا يحدث بشكل عشوائي وإنما الهاتف النقال MS يقيس قوة الإشارة فإذا وجد إشارة أفضل من التي هو عليها ، يرسل القياس إلى الـ BTS ليقوم الـ BTS بدوره بإرسالها إلى الـ BSC الذي يعمل كمراقب للـ BTSs ويحدد فيما إذا كان هذا التغيير في قوة الإشارة يسمح بإبقاء الهاتف النقال متصل مع المحطة الحالية أو أن يسلم الهاتف النقال إلى ال BTS الجديدة وهذه العملية تسمى المناولة Handover .

ولكن إذا كان الـ BTS الجديد لا يتبع الـ BSC الحالي فإنه يرفع الأمر إلى MSC لاتخاذ الإجراء المناسب وهو بالاتصال بالـ BSC الجديد وتسليم الهاتف النقال للـ BTS الجديد لأن الـ BSC لايستطيع التواصل مع الـ BSC الآخر بشكل مباشر، إذا تم تغيير الـ BSC و ال BTS التي يتصل معها الهاتف النقال وهذه العملية تحصل عندما نكون في وسيله من وسائل النقل كالسيارة فنغير الاثنين معا .

في كلتا الحالتين يعمل الهاتف النقال MS و الـ BSC/MSC سويا لتسليم Handover الاتصال بشكل سهل، كما تقوم الشبكة بحجز قناة في الـ BTS الجديد لتمكين التسليم Handover كما يمكن حصول هذه العملية حتى لوكنا في حالة إجراء مكالمة حيث يتم نقل المسؤولية إلى المعدات الجديدة دون حدوث قطع في المكالمة.

2-5- تحديد الشبكة لموقع الهاتف النقال :

في حال استلام مكالمة فإنه من الضروري أن تعرف الشبكة أين يتواجد كل هاتف نقال (تحت أي MSC وأي BTS لكي تتمكن الشبكة من إيصال المكالمة بشكل صحيح) هنا نتعرف على أهمية الـ HLR سجل المواطن VLR سجل الزوار.

إن الـ HLR يخبرنا أين الهاتف النقال موجود في حال كان الهاتف النقال ضمن الشبكة الأم وبالتعاون مع الـ VLR فإن الـ VLR يحتوي على ما يسمى بالـ LAC Location Area Code كود المناطق وهو عبارة عن كود للمناطق التي تغطيها كل خليه أو مجموعة من الخلايا.

الـ VLR ينشأ صفحة تحتوي معلومات عن الهاتف النقال MS ويرسلها إلى MSC وهذا يحدث عندما يغير الهاتف النقال موقعه من مكان إلى آخر والـ MSC بدوره يحدث الـ HLR بآخر موقع للهاتف النقال.

الهاتف النقال دائما يكون على اتصال ما الـ PCH Paging channel لذلك الهاتف النقال دائما يحصل على المكالمات ويستقبلها. إذاً الاتصال القادم إلى الهاتف النقال MS يبدأ دائما بالـ HLR ، هذا الاتصال يحدث بسهولة لأن كل شبكة تعرف أين HLR الخاص بها وأيضا تعرف رقم الهاتف النقال المشترك لديها MS، أي أن الاتصال يذهب إلى الـ MSC و HLR بغض النظر عن موقع الهاتف النقال وكمثال على ذلك ، شخص يتصل من الصين إلى رقم هاتف نقال في هولندا وهذا الهاتف نقال حالياً ليس في هولندا إنما متواجد في إسبانيا فإنه يتم الاتصال كالتالي :

الشخص الذي في الصين سوف يتصل على رقم الهاتف النقال في هولندا والاتصال سوف يذهب إلى شبكة الهاتف النقال في هولندا وبالتحديد إلى MSC والـ MSC سوف يخاطب ال HLR (ماهو آخر تحديث لديك عن موقع الهاتف النقال) وبالتالي ال HLR سوف يخبره أن آخر معلومات لديه أنه متواجد في إسبانيا على الشبكة الإسبانية.

لقد عرف الـ HLR الموقع لأن الـ VLR في إسبانيا التقط إشارة الهاتف النقال الهولندي وحولها إلى الـ MSC الإسباني وبدوره حول المعلومات عن موقع الهاتف النقال إلى شبكته الأم في هولندا و الشبكة حفظت المعلومات الجديدة في الـ HLR وعندها الـ MSC سوف يحول الاتصال إلى الشبكة الاسبانية وفي الشبكة الاسبانية سوف يستلم الـ MSC الاتصال ويحوله إلى الهاتف النقال الهولندي المتواجد في اسبانيا، من هنا اتضحت لنا فائدة الـ HLR و الـ VLR وعندما نقوم بإغلاق الهاتف النقال MS ، الشبكة تتذكر آخر موقع كان متواجد فيه الهاتف النقال MS.

إذا لم تتلقى الشبكة أي إشارة بأن الهاتف النقال MS أُغلق فإنها تستمر بالاعتقاد أن الهاتف النقال بتصل على قناة تحديد الموقع PCH وللتأكد من ذلك تقوم الشبكة بتحديد وقت يقوم فيه الهاتف النقال MS بإرسال رسالة بأنه متواجد على الشبكة ومن هنا نلاحظ أن الشبكة تعرف موقع الهاتف النقال في كل لحظة.

2-6- تحديد الهاتف النقال لموقعة في الشبكة:

ازداد الطلب على الخدمات التي تعتمد على تحديد الموقع LBS في نظام الـ GPS مؤخرا ،خصوصاً ، بعد التطور الذي حققته مستقبلات الـ GPS خلال السنوات الأخيرة وبالتالي أصبح من الممكن تصميم مستقبل GPS ذو كلفة منخفضة والذي يتميز باستهلاك طاقة منخفضة ومصنع من دارات متكاملة متطورة حيث مَكّن دمج هذه التقنية ببعض المنتجات مثل الهواتف الخلوية والمساعدات الرقمية PDAs.

كذلك فان طرق تحديد الموقع تطورت في شبكات الجوال، وتعد E-911 في الولايات المتحدة من أحد أهم رواد هذا المجال. حيث تم التطور في هذا الميدات على مرحلتين :

المرحلة الأولى: هي إلزام مشغلات الشبكات الخلوية بتزويد بيانات الموقع المأخوذة من قبل الخلية وذلك قبل نيسان 1988 .

المرحلة الثانية: كانت عبارة عن تفعيل نظام تحديد الموقع ذو دقة عالية وذلك قبل كانون الأول 2005 .

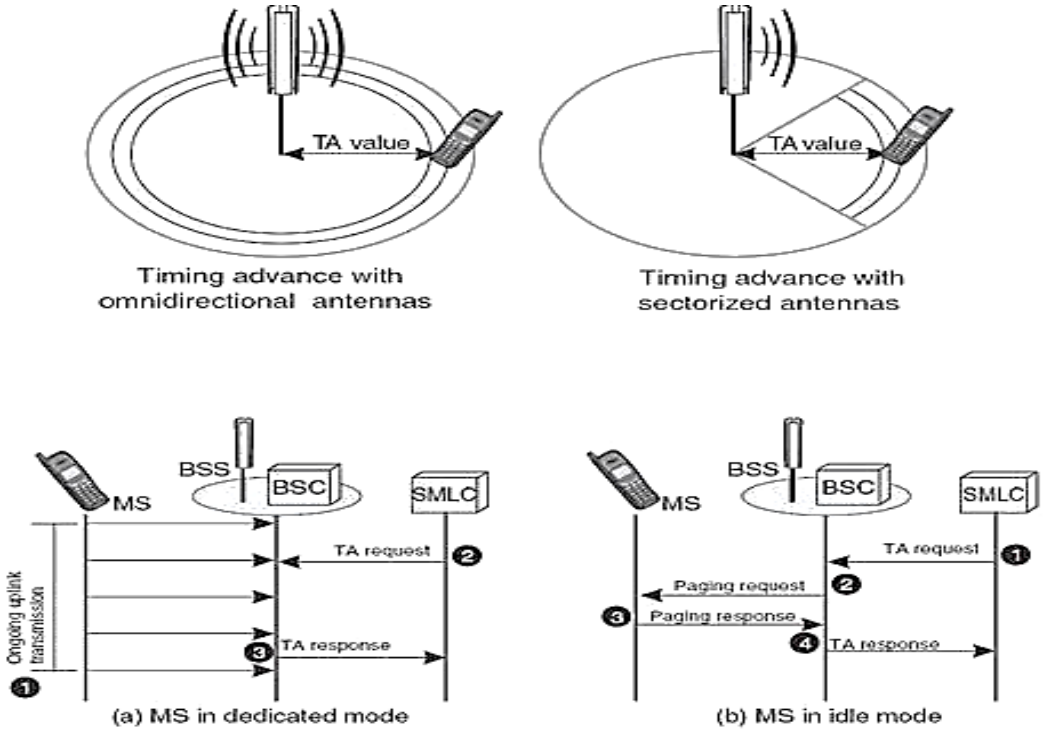
وقد أتت الخطوة الثانية نتيجة لتطوير طرق تحديد الموقع وتزويد شبكات الخلوي بالتجهيزات اللازمة. وكمثال لبعض الطرق التي تستخدم في شبكات الجوال : U-TOA، E-OTD، AFLT . وكبديل لهذه الطرق والتي تعتمد على شبكات الخلوي بشكل تام ظهرت الشبكات الهجينة المؤلفة من شبكات خلوية مدمجة مع نظام GPS وهكذا فانه تم تزويد الشبكات الخلوية بطرفيات مساندة وبيانات تصحيح من القمر الصناعي الأمر الذي أدى إلى ازدياد الدقة بشكل كبير وقللت من الـ TTFF (Time To First Fix) وهذه الطريقة تسمى A-GPS.

من أجل الشبكات المؤلفة من GERAN "GSM/Edge Radio Access Network" فإنه تتم تطوير العديد من طرق تحديد الموقع والتي تختلف عن بعضها بدرجة الدقة في تحديد الموقع وتعقيد خوارزمية العمل وطرق التحكم المطلوبة في الشبكات وفي الطرفيات ، وفي ما يلي سرد لهذه الطرق:

2-6-1- طرق تحديد الجوال لموقعه في الشبكة :

2-6-1-1- Cell-Id in combination with timing advance :

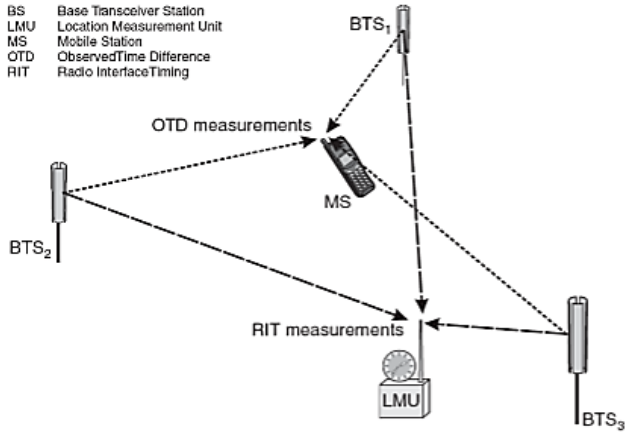
إن طريقة رقم الخلية تعتمد على التحسس التقريبي للمحطة ، حيث أن موقع الهدف يحدد من خلال المحطات المتعاونة معاً في تغطيته ، و الحصول على دقة عالية في تحديد المواقع فإن رقم الخلية يمكن أن يرتبط مع ما يسمى بقيمة التقدم الزمني و هو قيمة تقريبية للـ RTT بين المحطة و الطرفية الهدف .



الشكل 2-3: طريقة Cell-ID

2-6-1-2- طريقة مراقبة التغيرات الزمنية المحسنة (E- OTD):

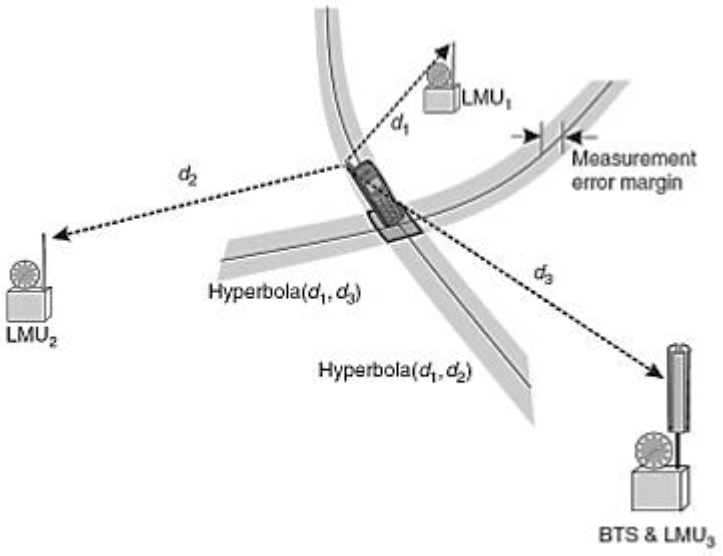
(Enhanced Observed Time Difference) هذه الطريقة تعتمد بالأساس على طريقة الـ Laceration الموسعة والتي تطبق في الوصلة الهابطة Downlink هكذا فإن الطرفية تراقب الإشارات المرجعية المنبعثة من قبل عدد من المحطات المحيطة بها وتقوم بحساب موقعها بالاعتماد على هذه القياسات.



الشكل 2-4 : طريقة E-OTD

2-6-1-3- طريقة الاختلافات في وقت وصول الحزمة الصاعدة U-TDOA:

هذه الطريقة أيضا تعتمد على طريقة ال Alteration الموسعة لكنها تطبق على الحزمة الصاعدة Uplink حيث أن هذه الإشارات المرجعية " Pilot Signals " تنبعث من الطرفية التي تراقب من قبل الشبكة و بالتأكيد تتم عملية تحديد الموقع .



الشكل2-5 : طريقة U-TDoA

2-6-1-4- تحديد الموقع في شبكة جوال وبمساعدة الـ GPS "A-GPS":

إن تحديد الموقع يخضع لمبادئ الـ D-GPS ، حيث أن الطرفية يجب أن تكون مزودة بستقبل GPS ومزودة ببيانات مساعدة من قبل الشبكة والتي تساعد على تقليل الزمن اللازم وزيادة الدقة في تحديد الموقع، كما أن هذه التقنية يمكن استخدامها في UMTS أيضاً.

الشكل2-6 : طريقة A-GPS

تم استثمار شبكة gsm في عملنا لارسال رسالة SMS تحوي معلومات موقع الجهاز إلى الهاتف النقال المعني بالأمر ، لذلك كان لا بد لنا من الحديث عمّا يلي :

2-7- بطاقة هوية المشترك (SIM) :

2-7-1- لمحة عامة :

الشكل7-2: بطاقة SIM

إن بطاقة SIM عبارة عن رقاقة دارة تكاملية تُستخدم لتخزين رقم هوية المشترك النقالة الدولية بشكل آمن (IMSI) لتمييز كل مشترك و تمكينه من استخدام ادوات الارسال الهاتفي النقال مثل الهواتف النقالة و الحواسيب ، هذه البطاقة تتضمن عدة ارقام :

- رقم تسلسل فريد ICCID .
- رقم معرّف مشترك الهاتف النقال دولي IMSI .

بالاضافة إلى معلومات مشفرة لتحقيق الأمن و معلومات مؤقتة تابعة للشبكة المحلية و قائمة من الخدمات التي يمكن للمستخدم الوصول إليها مثل الـ SMS .

إن معظم بطاقات الـ SIM تخزن الـ SMS و دفتر بأرقام حسابات مشتركين آخرين بشكل متعامد و التي تتضمن تخزين بسيط لأزواج (رقم / اسم) ، و ذلك بالاعتماد على أوامر AT التي سنأتي على ذكرها في نهاية هذا الفصل .

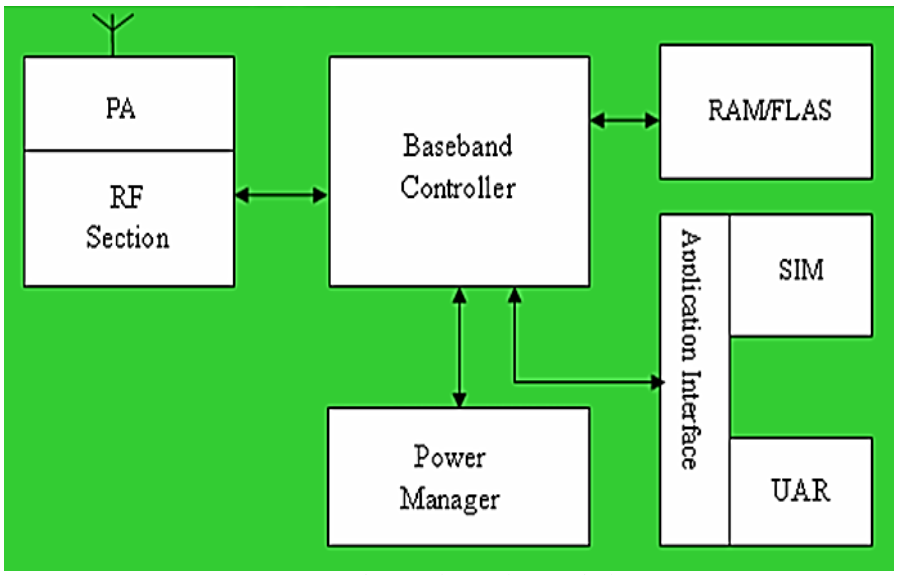
الآن تم تطوير وحدات كاملة تدعم بالاضافة إلى رسائل SMS خدمة تحديد المواقع بواسطة الشبكة الخلوية GPRS و نذكر منها وحدة M590E .

2-7-2- الوحدة M590E :

الشكل2-8 : رقاقة M590

وحدة تواصل بواسطة الـ pure-data (لغة برمجة افتراضية و تعتبر open source) متوافق مع gsm/gprs بإحدى حزمتي (Dual-band أو Quad-band) تزودّ بنوعية عالية من تواصل بيانات الرسائل و الـ GPRS للاستخدامات التجارية و الصناعية .

المخطط الصندوقي للوحدة M590E



الشكل 2-9 : المخطط الصندوقي ل M590

المواصفات :

جدول 2-1 : مواصفات الوحدة

Specification	Description
Frequency band	For GPS 850/1900 or Quad-band
Working Temerature	From -40 to + 85 C
Operating Voltage	3.3 to 4.5 V
Protocol	GSM/GPRS , TCP/IP , FTP , UDP
AT	GSM07.07 Extended command sets
SMS	TEXT/PDU Point to point/cell broadcast
Grouped Data	GPRS Class 10

المنافذ :

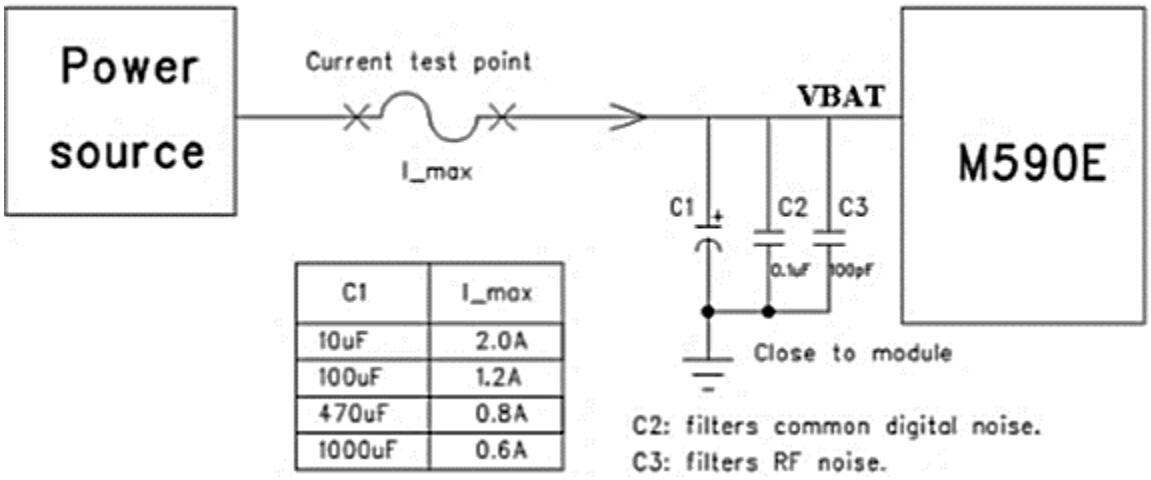
إن كل من اسم المنفذ و رقمه و ما إذا كان دخل أو خرج بالإضافة إلى وظيفته مبين في الجدول التالي :

جدول 2-2 : يبين المنفذ و رقمه و وظيفته

Pin	Signal name	I/O	Description of function	Remark
1	GND	PWR	Ground	
2-3	VBAT	PWR	VCC-MAIN input	
4	GND	PWR	Ground	
5	LED	O	Indicating working status	
6	VCCIO	O	2.85V interface level ouotput	IO reference level , load capacity<3mA
7	RXD	I	Receiving Data	Maximum level is<3.3V
8	TXD	O	Sending Data	High level 2.85V output
9	DTR	I	User circuit ready	
10	RING	O	Ring	High level 2.85v output
11	SIMIO	I/O	SIM card data	Need to pull up to SIMVCC by external resistance 10K
12	SIMCLK	O	SIM card clock	
13	SIMRST	O	SIM card reset	
14	SIMVCC	PWR	SIM card power output	
15	GND	PWR	Ground	
16	DCD	O	Data carrier detect	Not supported
17	DSR	O	The module ready	Not supported
18	EMERGOFF	I/O	Emergency power OFF	Internally pulled up to VCCRTC , do not apply voltage over 2V
19	ON/OFF	I	ON/OFF control	Active low
20	GND	PWR	Ground	
21	RF-ANT	I/O	RF input/output	

التغذية :

في هذه الدارة لا يُستخدم منبع التغذية للدارات الرقمية و التشابهية فقط إنما أيضاً لمضخم RF الذي يعطي تيار عالي ، لذلك كان من الضروري استخدام سعات ESR electrolytic أو سعات tantaium مع مدخل التغذية VBAT ، بالاضافة إلى سعات ترشيح من أجل تخفيض تداخل الترددات العالية .



الشكل2-10 : تغذية الشريحة

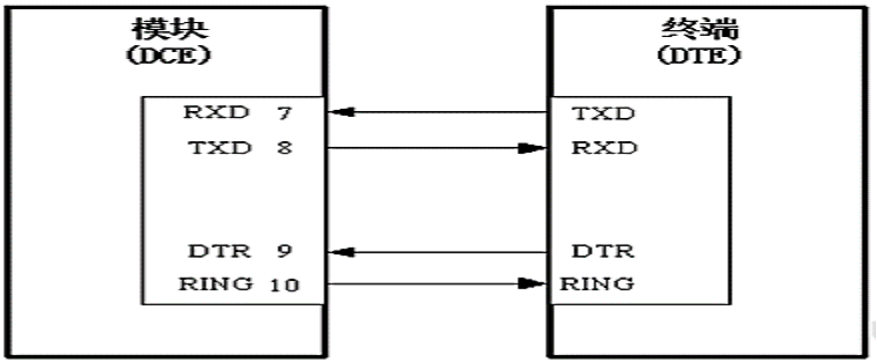
تسلسل الواجهات :

في الجدول التالي تم تصنيف كل واجهة دخل /خرج و ذكر وظيفتها :

جدول 2-3 : الواجهة ووظيفتها

Pin	Signal Name	I/O	Function Description	Remark
17	DSR	O	The module is ready	Not supported
10	RING	O	Ring	
8	TXD	O	The module is sending data	
7	RXD	I	The module is receiving data	
9	DTR	I	The user's circuit is ready	
16	DCD	O	Data Carrier Detect	Not supported

تم اعتبار الوحدة هو الـ DCE و الطرفية هي الـ DTE سيكون الوصل بالشكل :



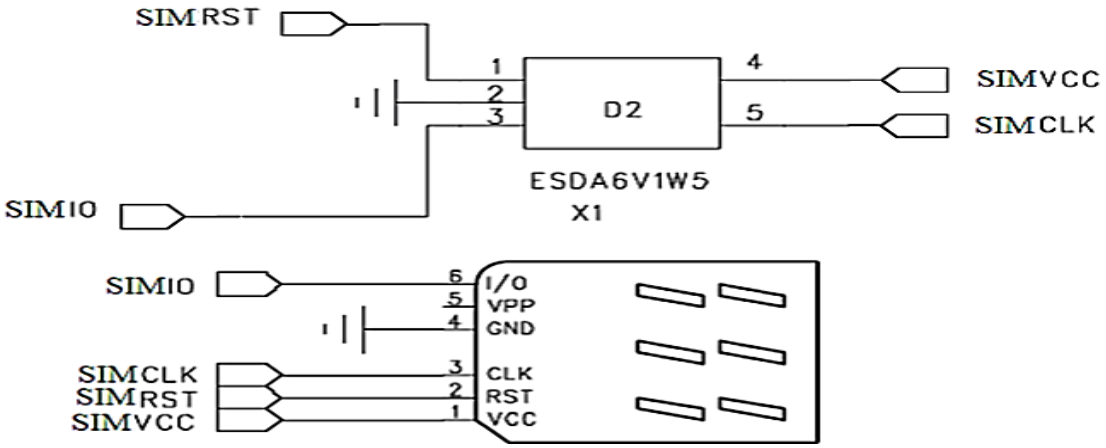
الشكل 2-11 : توصيل الوحدة مع الطرفية

واجهة بطاقة SIM :

منافذ بطاقة SIM و وظيفة كل منفذ مبينة في الجدول التالي :

جدول 4-1 : منافذ بطاقة SIM ووظيفة كل منها

Pin	Signal Name	I/O	Function Description	Remark
11	SIMIO	I/O	SIM card data	External 10K pull up required to SIMVCC to read all SIM's
12	SIMCLK	O	SIM card clock	Junction Capacitance <20pF
13	SIMRST	O	SIM card reset	
14	SIMVCC	PWR	SIM card	



الشكل 2-12 : واجهة SIM

2-7-3- أوامر AT :

مجموعة من الأوامر التي تساعد في التحكم بالوحدات و سميت بهذا الاسم لان معظم أوامرها تبدأ بالبادئة AT .

تستخدم مع وحدة M590E و ما يهمنا منها هو أوامر الرسائل القصيرة لذلك سنستعرضها ضمن جداول فيما يلي :

أوامر خدمة الرسائل القصيرة SMS :

اختيار خدمة SMS : باستخدام تعليمة +CSMS

جدول 2-5 : تعليمة CSMS و توصيف لها

Format	AT+CSMS=<service> AT+CSMS?
Syntact	<service>: 0: GSM03.40 and GSM03.41: SMS related AT commands support GSM07.05 Phase 2: 1: GSM03.40 and GSM03.41: SMS related AT commands support GSM07.05 Phase 2+ <mt>,<m0>,<bm>: 0: not support 1: support

تفعيل نمط رسائل SMS : باستخدام تعليمة +CMGF

جدول 2-6 : تعليمة CMGF و توصيف لها

Format	AT+CMGF=[<mode>] AT+CMGF?
Syntact	<mode>: 0: PDU mode 1: text mode

أولوية تخزين رسائل SMS : باستخدام تعليمة +CPMS

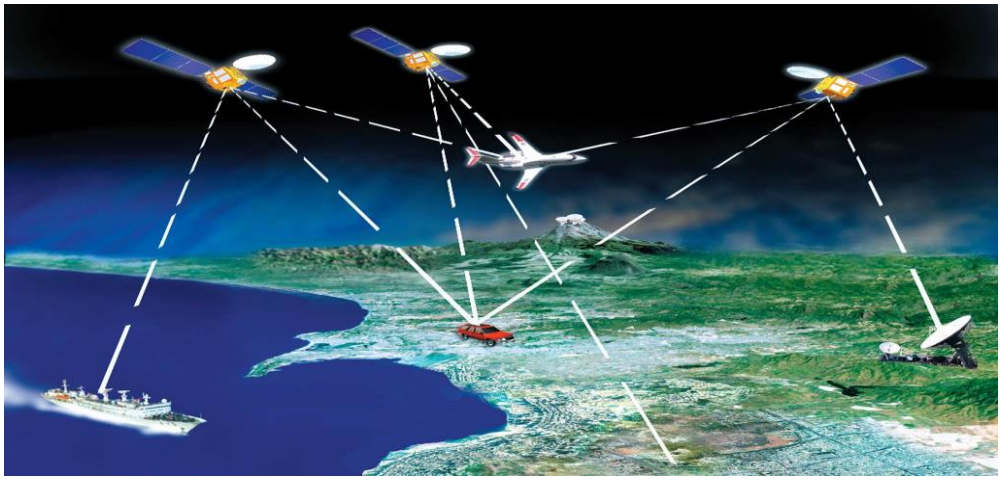
جدول 2-7:تعليمة CPMS و توصيف لها

Format	AT+CPMS=<mem1>[,<mem2[,<mem3>]] AT+CPMS?
Syntact	<mem1>: "SM"SIM card is used to read and delet message storage. <mem2>: "SM"SIM card is used to write and send message storage. <mem3>: "SM" SIM card message storage used when SM is not set to save to PC. <used>: used numbers. <total>: total storage capacity numbers.

الفصل الثالث : نظام تحديد المواقع العالمي GPS

3-1- مقدمة تاريخية :

في عصرنا هذا و توازياً مع تزايد حاجات الإنسان و قدراته ، فقد تركنا الآثار على القمر و أنزلنا مستكشفين آليين على المريخ ، كما أصبحت المهام في الفضاء أعمال إعتيادية و إطلاق الأقمار الصناعية و دورتها حول الأرض أمر واضح ، ثم إن إحدى أكبر المنافع على الإطلاق في قدرتنا على إرسال أقمار صناعية إلى الفضاء " كأنها نجوم صناعية تحاول أن تحل محل النجوم الطبيعية التي كان يُعتمد عليها في الملاحة " تكمن في القوة الجديدة التي قُدمت للإبحار بدقة مدهشة ، هذه القوة شكلت البذور الأولية لإنشاء نظام GPS من قبل الولايات المتحدة الامريكية ، ففي بداية الستينات من القرن الماضي و مع امتداد الهيمنة الامريكية عسكرياً على مناطق واسعة في انحاء الكرة الأرضية قاطبةً تنامت حاجتها إلى علم الملاحة و تحديد الموقع لمعرفة مواقع الجنود و الفرق العسكرية في أي نقطة من العالم ، وعليه فقد تم تطوير نظام تحديد المواقع العالمي GPS تحت رعاية القوات الجوية الأمريكية ، و في عام 1973 انضمت فروع الجيش الأمريكي الأخرى إلى هذا الجهد كنظام ملاحة فقط حيث جعل من الحرب لعبة كمبيوتر يقوم فيها المهاجم بتحديد إحداثيات الهدف بدقة ثم تعتمد القذيفة على GPS للوصول إلى الهدف المحدد ، استخدم في الملاحة الجوية والبحرية وغير ذلك من التطبيقات من قياس المسافات والطبوغارفيا والرحلات الإستكشافية ورسم الخارئط ، وفي عام 1980 تم إتاحت استخدام هذا النظام للإستخدامات المدنية .



الشكل 3-1 :بعض استخدامات ال GPS

منذ الإطلاق الأول للأقمار الصناعية GPS عام 1978 كان هناك أربعة أجيال للأقمار هي :

1- Block I : الأقمار الصناعية بين عامي (1985 – 1978) كانت تستخدم لاختبار مبادئ النظام .

2- Block II & IIA: الأقمار الصناعية بين عامي (1997 – 1989) قدمت أول كوكبة تعمل بكامل طاقتها و غالبيتها ما تزال تعمل حتى الآن متجاوزتاً عمر التصميم المتوقع .

3- Block IIR: الأقمار الصناعية بين عامي (1997 – 2007) تم نشرها كتجديد لأقمار المجموعة السابقة التي وصلت إلى نهاية عمرها .

Block IIR-M: الأقمار الصناعية بين عامي (2005 – 2008) تحمل بعض الإشارات الجديدية والمختلفة إضافة إلى الإشارات القديمة .

4- Block IIF: الأقمار الصناعية بين عامي (2010 – 2012) تمثل الجيل الرابع من الأقمار الصناعية و تستخدم للعمليات و الصيانة (O&M) .

5- Block III: من المقرر أن تكون الجيل الخامس من الأقمار الصناعية بقدرات أفضل من الجيل الرابع.

الشكل 2-3 : أجيال الاقمار الصناعية GPS

3-2- تعريف الـ GPS :

هو اختصار لمصطلح **Global Positioning System** و يعني نظام تحديد المواقع العالمي

ويسمى رسميا **Navigation Satellite Timing And Ranging Global Positioning System**
ويمكن اختصاره الى **NAVASTAR GPS**

وهو في الواقع كوكبة من 27 قمرا صناعيا (24 فعالة و ثلاثة احتياطية) تدور حول الارض في ست مدارات خاصة.

تتم إدارته من قبل مكتب البرنامج المشترك NAVASTAR GPS في مركز أنظمة الاطلاق و الفضاء لقيادة سلاح الجو في القاعدة الجوية للوس أنجلوس و بالتحديد في كاليفورنيا ، لتوفر معلومات ملاحة دقيقة للغاية للقوات العسكرية في أنحاء العالم ، على الرغم من كون 90% من مستخدمي هذا النظام مدنيين .

و ما زال هناك مجموعتين من المعلومات : شيفرة المدنيين و تسمى شيفرة (C / A) و شيفرة عسكرية تسمى شيفرة P (Y) .

يُمَكن هذا النظام من تحديد مواقع على الأرض عن طريق قياس البعد عن الأقمار الصناعية، ويساعد على التنقل من وإلى تلك المواقع.

3-3- أقسام نظام GPS :

يتكون نظام تحديد المواقع العالمي GPS من ثلاثة أقسام رئيسية :

3-3-1- قسم الفضاء:

هو عبارة عن كوكبة من الأقمار الصناعية (الجدول 3-1 يبين أسماء الأقمار وموقعها وتاريخ إطلاقها) التي تدور حول الأرض في مسافات متساوية ، بمدارات على ارتفاع 20200 Km اي ما يعادل 12550 mil ويشار إلى المدارات في هذا الارتفاع باسم MEOs " مدارات الأرض المتوسطة " .
صممت هذه الكوكبة بحيث يكون ما لا يقل عن أربعة أقمار صناعية مرئية من أي مكان على الأرض في أي وقت.

كل القنوات الفضائية تبث إشارات راديو بترددات منخفضة ، يمكن تصنيف الترددات التي تبثها الاقمار الصناعية الى مجموعتيين :

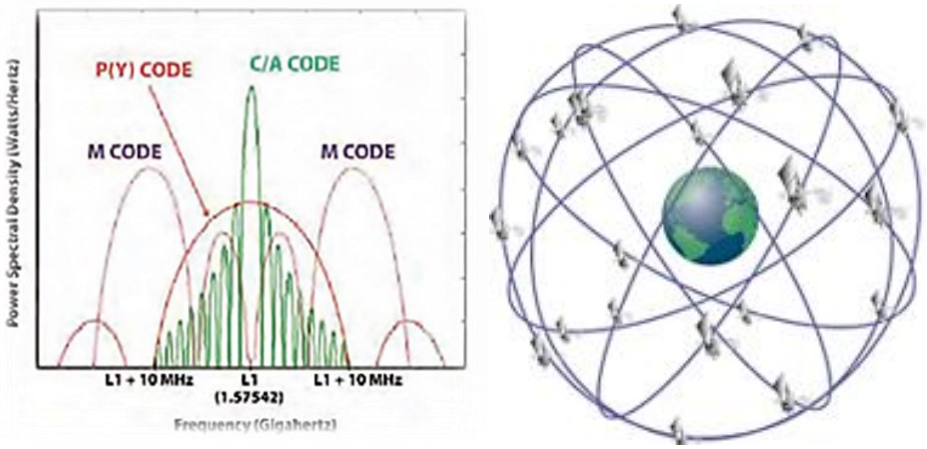
- **المجموعة الأولى و تدعى L1 :** و يساوي ترددها إلى 1575.42 MHz ، تحمل إشارة الملاحة و إشارات الكود SPS و تعدل شيفرة المدنيين C/A Code والطيف الترددي المنشور يكون بعرض نطاق ترددي أكبر من 1 MHz .

- **المجموعة الثانية و تدعى L2 :** و يساوي ترددها إلى 1227.60 MHz ، تستخدم لقياس التأخير في الغلاف الأيوني .

يتم تعديل شيفرة العسكريين باستخدام كلا المجموعتين الترديتين السابقتين .

عموما ... لرسالة الملاحة التردد 50Hz و تتكون من بتات البيانات التي تصف مدارات الأقمار الصناعية و التصحيحات على مدار الساعة و بارامترات أخرى تخص النظام، يتم استقبالها و استخدامها بحساب الموقع. وتنتقل جميع المعلومات عن " صحة الأقمار الصناعية، موقع الأقمار الصناعية، والبيانات " التي يمكن استخدامها لتحديد زمن الأقمار الصناعية التي أُرسلت هذه الإشارات.

الأقمار الصناعية تدور حول الأرض بسرعة 3.9 Km/hour (2,4 m/Sec) أي مدة دورتها حول الأرض 11 ساعات 58 دقيقة وهذا يعني أن نفس الأقمار الصناعية تصل إلى موقع معين كل يوم قبل 4 دقائق من اليوم السابق. ويبلغ وزن كل قمر 845kg كما ويصل عمرها الإفتراضي إلى سبع سنوات ونصف ويتمثل مصدر طاقتها في بطاريات تُشحن بالطاقة الشمسية. يتم ترتيب الأقمار على ستة مستويات مدارية، كل منها تحتوي على أربعة فتحات على الأقل حيث يمكن ترتيب الأقمار الصناعية على ارتفاعات واحدة.



الشكل 3-3 : توزع الأقمار الصناعية GPS على المدارات – الطيف الترددي *GPS للمجموعة L1*

جدول1-3: اسماء الأقمار و موقعها و تاريخ اطلاقها

Typ	NSSDC international designator	Space Command catalog number	PRN	SVN	تاريخ الإطلاق	الموقع	القمر الصناعي
IIA	1990-103A	20959	32	23	26.11.1990	E5	(NAVSTAR 22 (USA 66
IIA	1991-047A	21552	24	24	04.07.1991	D5	(NAVSTAR 23 (USA 71
IIA	1992-009A	21890	25	25	23.02.1992	A5	(NAVSTAR 24 (USA 79
IIA	1992-039A	22014	26	26	07.07.1992	F5	(NAVSTAR 26 (USA 83
IIA	1992-058A	22108	27	27	09.09.1992	A4	(NAVSTAR 27 (USA 84
IIA	1992-079A	22231	1	32	22.11.1992	F6	(NAVSTAR 28 (USA 85
IIA	1993-032A	22657	7	37	13.05.1993	C5	(NAVSTAR 32 (USA 91
IIA	1993-042A	22700	9	39	26.06.1993	A1	(NAVSTAR 33 (USA 92
IIA	1993-054A	22779	5	35	30.08.1993	B5	(NAVSTAR 34 (USA 94
IIA	1993-068A	22877	4	34	26.10.1993	D4	(NAVSTAR 35 (USA 96
IIA	1994-016A	23027	6	36	10.03.1994	C1	(NAVSTAR 36 (USA 100
IIA	1996-019A	23833	3	33	28.03.1996	C2	(NAVSTAR 37 (USA 117
IIA	1996-041A	23953	10	40	16.07.1996	E3	(NAVSTAR 38 (USA 126
IIA	1996-056A	24320	30	30	12.09.1996	B2	(NAVSTAR 39 (USA 128
IIR	1997-035A	24876	13	43	23.07.1997	F3	(NAVSTAR 43 (USA 132
IIA	1997-067A	25030	8	38	06.11.1997	A3	(NAVSTAR 44 (USA 134
IIR	1999-055A	25933	11	46	07.10.1999	D2	(NAVSTAR 46 (USA 145
IIR	2000-025A	26360	20	51	11.05.2000	E1	(NAVSTAR 47 (USA 150
IIR	2000-040A	26407	28	44	16.07.2000	B3	(NAVSTAR 48 (USA 151
IIR	2000-071A	26605	14	41	10.11.2000	F1	(NAVSTAR 49 (USA 154
IIR	2001-004A	26690	18	54	30.01.2001	E4	(NAVSTAR 50 (USA 156
IIR	2003-005A	27663	16	56	29.01.2003	B1	(NAVSTAR 51 (USA 166
IIR	2003-010A	27704	21	45	31.03.2003	D3	(NAVSTAR 52 (USA 168
IIR	2003-058A	28129	22	47	21.12.2003	E2	(NAVSTAR 53 (USA 175
IIR	2004-009A	28190	19	59	20.03.2004	C3	(NAVSTAR 54 (USA 177
IIR	2004-023A	28361	23	60	23.06.2004	F4	(NAVSTAR 55 (USA 178
IIR	2004-045A	28474	2	61	06.11.2004	D1	(NAVSTAR 56 (USA 180
IIR-M	2005-038A	28874	17	53	26.09.2005	C4	(NAVSTAR 57 (USA 183
IIR-M	2006-042A	29486	31	52	25.09.2006	A2	(NAVSTAR 58 (USA 190
IIR-M	2006-052A	29601	12	58	17.11.2006	B4	(NAVSTAR 59 (USA 192
IIR-M	2007-047A	32260	15	55	17.10.2007	F2	(NAVSTAR 60 (USA 196
IIR-M	2007-062A	32384	29	57	20.12.2007		(NAVSTAR 61 (USA 199

3-3-2-قسم التحكم :

و هو معني بالتحكم و بسلامة نظام GPS ، أيضا يعنى بالمحافظة على تموضع الأقمار الصناعية على مدارها، كما تعمل على رصد مواقع الأقمار الصناعية في الفضاء وهذه هي مسؤولية محطة التحكم الرئيسية (MCS) في ولاية كولورادو سبرينغز، كولورادو.

إن محطة MCS و 10 محطات رصد إضافية في جميع أنحاء العالم ترصد " مواقع الأقمار الصناعية في مداراتها، وصحتها ، والإشارات التي تبثها " . مع هذا الترتيب ، يمكن رؤية كل الأقمار الصناعية من محطتي رصد على الأقل.

يتم تشغيل MCS من قبل الولايات المتحدة " سلاح الجو " 24ساعة في اليوم لضمان وظائف النظام بشكل صحيح .

محطات الرصد تتتبع جميع الأقمار الصناعية في نطاقات كل منهما وتجمع البيانات من إشارات الأقمار الصناعية ، يتم إرسال البيانات الخام إلى MCS حيث يتم معالجتها و تحسب معلومات جديدة عن " المدارات، التقويم الفلكي، ساعات الأقمار الصناعية " ، يتم تحميل الأزمنة الجديدة من قبل موظفي في MCS تحمّل وأيضا البيانات المدارية لكل الأقمار الصناعية على أساس منتظم مرة واحدة أو مرتين في اليوم وترسل هذه البيانات وغيرها من الأوامر إلى الأقمار الصناعية من خلال هوائيات الإرسال في جزيرة الصعود (في جنوب المحيط الأطلسي، قبالة سواحل أفريقيا)، دييغو غارسيا (في المحيط الهندي المركزي) ، أو كواجالين (في منتصف المحيط الهادئ) عن طريق إشارة S-band (2000 to 4000 MHz).

و نميز نوعين من البيانات :

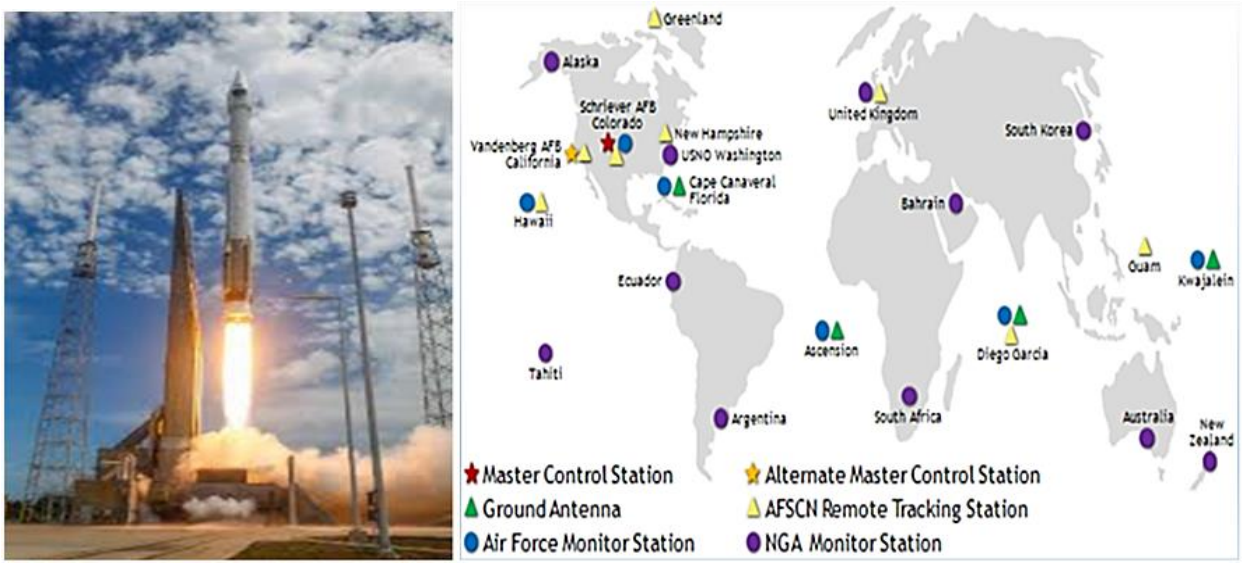
- **بيانات التقويم almanac :** والتي تحتوي على " المواقع المدارية للأقمار ، أوضاعها ، التصحيحات على مدار الساعة، ومعاملات التأخير في الغلاف الجوي ".
- **بيانات التقويم الفلكي ephemeris :** والتي تحتوي على " المواقع المتوقعة للأقمار الصناعية ".

" البيانات التقويم " و" التقويم الفلكي " تقلل من خطأ الإشارة عن طريق إعادة الأخطاء في الأزمنة و المواقع المتراكمة تدريجيا حتى آخر تحديث .

3-3-3-قسم المستخدم:

يتكون من مستخدمي إشارات GPS في أي مكان على الأرض أو في الفضاء.

جهاز استقبال GPS يقوم بحساب موقعه من خلال حل مجموعة من المعادلات القائمة على المسافة بينه وبين ثلاثة أو أكثر من الأقمار الصناعية .

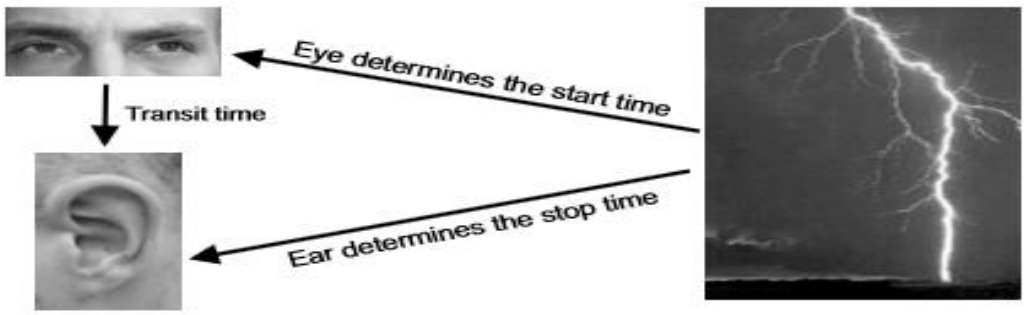


الشكل 3-4 : توزع محطات الرصد في أنحاء العالم – لحظة إطلاق قمر صناعي

3-4- مبدأ عمل GPS:

عندما يتم تشغيل جهاز استقبال GPS ، فإنه أولا يحمل معلومات المدارات لكل الأقمار حيث يقوم كل قمر صناعي بإرسال إشارات لاسلكية منخفضة مع رمز فريد على ترددات مختلفة، سامحا لجهاز إستقبال GPS تحديد الاشارة المشفرة لكل قمر " **التجميع بتقسيم الشيفرة CDMA** " والغرض الرئيسي من هذه الإشارات المشفرة هو حساب الوقت الذي تستغرقه الاشارة من قمر صناعي معين إلى جهاز الإستقبال، لتحديد هذا الوقت يقوم المستقل بمطابقة شيفرات الأقمار الصناعية مع شيفرته، وبمقارنتها يحدد كم يحتاج إلى تأخير شيفرته لمطابقة شيفرة الأقمار الصناعية .

يسجل المستقبل وقت وصول الإشارة ليستخدمها في حساب المسافة و ذلك انطلاقاً من المبدأ المبين بالشكل التالي :



الشكل 3-5 : تحديد مسافة البرق

و اعتماداً على الفرق بين لحظة لمعان البرق و لحظة سماع صوت الرعد نستفيد من العلاقة :

المسافة = السرعة × الزمن

حيث: السرعة : $c=2.99\times10^{8}$ سرعة الضوء

الزمن : زمن إنتقال الإشارة

هذه العملية، في المرة الأولى ، يمكن أن تستغرق 12.5 دقيقة ، ولكن بمجرد أن يتم تحميل هذه المعلومات، يتم تخزينها في ذاكرة أجهزة الاستقبال لاستخدامها في المستقبل . على الرغم من أن جهاز الإستقبال GPS يعرف الموقع الدقيق للأقمار الصناعية في الفضاء ، فإنه لا يزال يحتاج الى معرفة البعد عن كل قمر صناعي تلقى إشارة منه .

وبما أن السرعة كبيرة جداً فإذا كان باستطاعتنا حساب الزمن بأكبر دقة ممكنة ستكون جميع المواقع على سطح الأرض أو خارجها على نفس البعد من القمر الصناعي ، إذاً لكي يتم حساب المسافة بدقة تصل إلى بضعة أقدام يتم استخدام " الساعة الذرية " وهي ساعة دقيقة للغاية حيث لا تؤخر أو تقدم ثانية واحدة حتى لو استمرت بالعمل 300 مليون سنة إذ تحافظ هذه الساعة على دقتها بالانتقال بين سويتي طاقة مختلفتين للذرة وحسب ميكانيك الكم :

$$\Delta E= h\, \upsilon$$

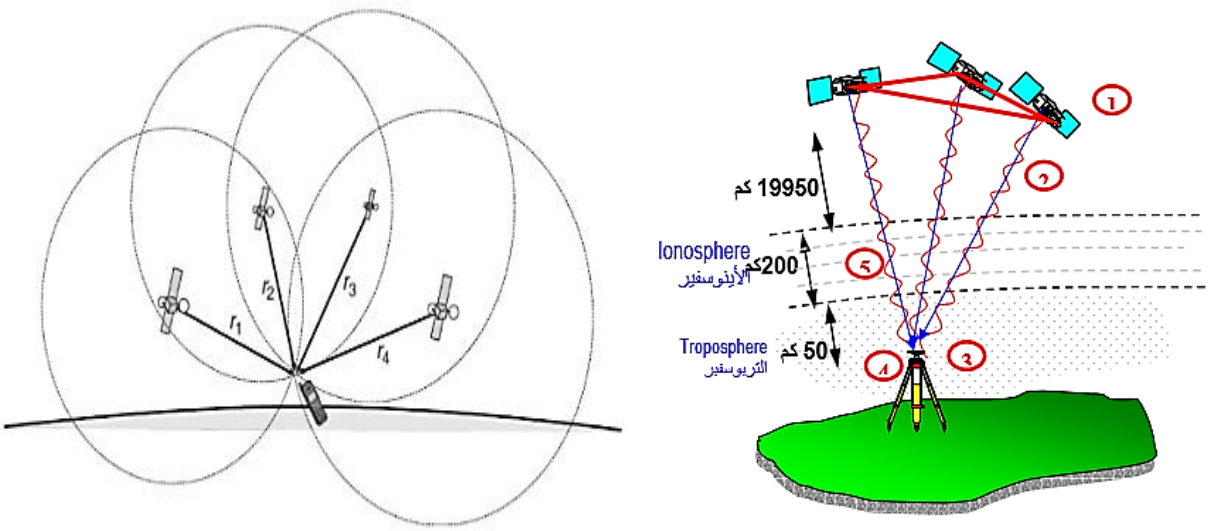
حيث : ΔE : تغير الطاقة

$h =6.626\times10\text{-}34$ ثابت بلانك

υ : هو التردد المميز وهو ما نريده من هذه المعادلة .

يعتمد GPS على الفوتونات الصادرة عن ذرات السيزيوم والروبيديوم المهيجة كمقياس للتردد، وفي حال استخدام السيزيوم 133 cesium يكون التردد المميز 9.193 GHZ وبالتالي فإن دقة القياس $\Delta t/t=1nsec$ وبالتالي نحصل على قياس دقيق للمسافة عن القمر الصناعي.

بفرض أن المستقبل يبعد مسافة ثابتة عن قمر صناعي ما فإن هذا المستقبل سيكون موجود بأي نقطة يغطيها هذا القمربمعنى آخر موجود على سطح كرة تتمركز حول القمر الصناعي ولتحديد موقع المستقبل يقيس المسافة التي تفصله عن قمر ثاني وبذلك نحصل على إحتمالية وجود المستقبل في منطقة تقاطع تغطية القمران وبحساب المسافة لقمر ثالث ورابع أيضاً يتم تحديد نقطة المستقبل بدقة (بعد إجراء عملية التصحيح) وفقاً لنظرية النسبية وهذا ما يعرف بمبدأ التثليث كما هو مبين في الشكل التالي :



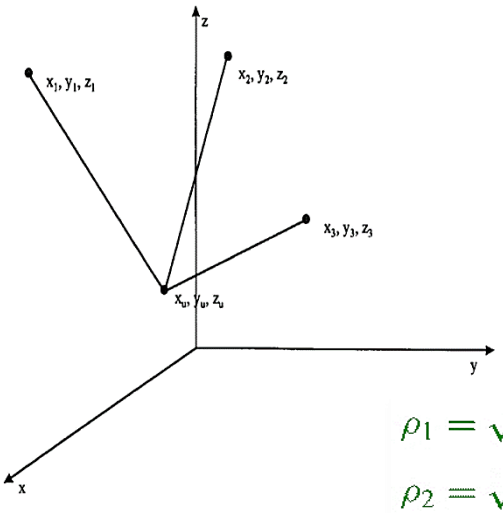
الشكل 3-6 : تحديد الموقع باستخدام GPS – تقاطع مناطق تغطية الأقمار

3-5- الاستنتاج الرياضي:

يتم اعتماد الطريقة التكرارية في تحديد الموقع و ذلك بأخذ الخطية بعين الاعتبار، و يمكن ان نميز حالتين :

3-5-1- نفترض أن المسافة المقاسة دقيقة وتحت هذا الشرط ثلاثة أقمار صناعية هي كافية:

لدينا ثلاث نقاط معلومة في مواقع **R1** أو(X1، Y1، Z1) ، **R2** أو(X2، Y2، Z2) ، **R3** أو (X3، Y3، Z3)، ونقطة مجهولة في **ru** أو (xu، yu ، zu) إذا أمكن قياس المسافات بين النقاط الثلاث (الشكل 3-7) المعلومة إلى النقطة مجهولة الهوية،يمكن كتابة المسافات ρ1 , ρ2 , ρ3 كما يلي:



الشكل 3-7: حالة ثلاثة أقمار

$$\rho_1 = \sqrt{(x_1 - x_u)^2 + (y_1 - y_u)^2 + (z_1 - z_u)^2}$$
$$\rho_2 = \sqrt{(x_2 - x_u)^2 + (y_2 - y_u)^2 + (z_2 - z_u)^2} \quad (1)$$
$$\rho_3 = \sqrt{(x_3 - x_u)^2 + (y_3 - y_u)^2 + (z_3 - z_u)^2}$$

ثلاثة مجاهيل وثلاثة معادلات إذاً يمكن تحديد قيم المجاهيل xu ,yu ,zu .

يجب ان تقاس المسافات من المستخدم (موقع غير معلوم) للاقمار الصناعية بشكل آني في نفس الوقت. ينقل كل قمر صناعي إشارة مع إشارة وقت مرتبطة معها و بالتالي يمكن قياس المسافة بين المستخدم و القمر عن طريق قياس إشارة الوقت المرسلة من القمر الصناعي للمستخدم .

قياس نطاق زائف Pseudorange :

ترسل كل الأقمار الصناعية إشارة في وقت معين tsi . جهاز الاستقبال سوف يتلقى إشارة بعد فترة زمنية tu .المسافة بين المستخدم والأقمار الصناعية i هي:

$$\rho_{iT} = c(t_u - t_{si}) \qquad (2)$$

حيث: c : هي سرعة الضوء

ρ_{iT}: غالبا ما تشير إلى القيمة الحقيقية للـ pseudo range من المستخدم إلى القمر الصناعي i

tsi : عن الوقت الحقيقي للانتقال من القمر الصناعي الأول

tu : هي الزمن الحقيقي للاستقبال .

من الناحية العملية هذه عملية صعبة، إن لم تكن مستحيلة، للحصول على الوقت الصحيح من القمر الصناعي أو المستخدم . الوقت الفعلي لساعة القمر t'si و الوقت الفعلي لساعة المستخدم t'u ترتبط مع الوقت الحقيقي بالعلاقات التالية:

$$t'_{si} = t_{si} + \Delta b_i$$
$$t'_u = t_u + b_{ut} \qquad (3)$$

حيث : Δbi: هو الخطأ في ساعة الأقمار الصناعية.

but: هو خطأ انحراف ساعة المستخدم .

وعلاوة على هذه الأخطاء، هناك عوامل أخرى تؤثر على قياس pseudo range و يمكن ان تكتب بالشكل:

$$\rho_i = \rho_{iT} + \Delta D_i - c(\Delta b_i - b_{ut}) + c(\Delta T_i + \Delta I_i + v_i + \Delta v_i) \qquad (4)$$

حيث: ΔDi: هو تأثير خطأ موقع الأقمار الصناعية على المدى

ΔTi: هو خطأ تأخير التروبوسفير.

ΔIi: هو خطأ تأخير في الأيونوسفير.

υi: هو خطأ الضوضاء قياس جهاز الاستقبال.

Δυi: هو تصحيح الوقت النسبي.

علماً أن بعض من هذه الأخطاء يمكن تصحيحها .

الأخطاء سوف تسبب عدم دقة موقع المستخدم .ومع ذلك، لا يمكن تصحيح الخطأ في ساعة المستخدم من خلال المعلومات التي وردت .وهكذا، فإنه سيبقى مجهول .ونتيجة لذلك، يمكن كتابة المعادلة (1) بالشكل:

$$\begin{aligned}\rho_1 &= \sqrt{(x_1 - x_u)^2 + (y_1 - y_u)^2 + (z_1 - z_u)^2} + b_u \\ \rho_2 &= \sqrt{(x_2 - x_u)^2 + (y_2 - y_u)^2 + (z_2 - z_u)^2} + b_u \\ \rho_3 &= \sqrt{(x_3 - x_u)^2 + (y_3 - y_u)^2 + (z_3 - z_u)^2} + b_u \\ \rho_4 &= \sqrt{(x_4 - x_u)^2 + (y_4 - y_u)^2 + (z_4 - z_u)^2} + b_u\end{aligned} \qquad (5)$$

حيث: bu =c.but هو خطأ انحراف ساعة المستخدم

في المعادلة (5) نحتاج إلى أربعة معادلات لايجاد قيم المجاهيل الاربعة xu , yu, zu , bu وهكذا، في جهاز استقبال GPS، مطلوب ما لا يقل عن أربعة أقمار صناعية لايجاد موقع المستخدم يمكن التعبير عن المعادلات المذكورة اعلاه بالشكل:

$$\rho_i = \sqrt{(x_i - x_u)^2 + (y_i - y_u)^2 + (z_i - z_u)^2} + b_u \qquad (6)$$

حيث: i = 1 ,2 ,3 ,4 و xu , yu, zu , bu مجهولة، باشتقاق العلاقة السابقة نجد:

$$\begin{aligned}\delta\rho_i &= \frac{(x_i - x_u)\delta x_u + (y_i - y_u)\delta y_u + (z_i - z_u)\delta z_u}{\sqrt{(x_i - x_u)^2 + (y_i - y_u)^2 + (z_i - z_u)^2}} + \delta b_u \\ &= \frac{(x_i - x_u)\delta x_u + (y_i - y_u)\delta y_u + (z_i - z_u)\delta z_u}{\rho_i - b_u} + \delta b_u\end{aligned} \qquad (7)$$

في هذه المعادلة تعتبر δxu، δyu، δzu، δbu مجاهيل، بينما الكميات xu , yu, zu , bu تعامل كقيم معروفة حيث نفترض قيم أولية لهذه الكميات. هكذا يمكن حساب المجاهيل . δxu، δyu، δzu، δbu وتستخدم هذه القيم لتعديل القيم الاصلية ل xu , yu, zu , bu و بالتالي الحصول على مجموعة جديدية من الحلول . هذه مجموعة جديدة من xu , yu, zu , bu يمكن اعتبارها مرة أخرى ككميات معروفة. وتستمر هذه العملية حتى

الحصول على قيم ل δxu، δyu، δzu، δbu صغيرة جدا وضمن حدود مسموحة مفروضة سلفا و تكون القيم النهائية ل xu , yu, zu , bu هي الحل المنشود. وغالبا ما يشار إلى هذا الأسلوب بأسلوب التكرار.

تصبح المعادلة المذكورة أعلاه مجموعة من المعادلات الخطية. وغالبا ما يشار إلى هذا الإجراء على أنه الخطية .

المعادلة المذكورة أعلاه يمكن أن تكتب بشكل مصفوفة:

$$\begin{bmatrix} \delta\rho_1 \\ \delta\rho_2 \\ \delta\rho_3 \\ \delta\rho_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & 1 \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} & 1 \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} & 1 \\ \alpha_{41} & \alpha_{42} & \alpha_{43} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta x_u \\ \delta y_u \\ \delta z_u \\ \delta b_u \end{bmatrix} \qquad (8)$$

$$\alpha_{i1} = \frac{x_i - x_u}{\rho_i - b_u} \qquad \alpha_{i2} = \frac{y_i - y_u}{\rho_i - b_u} \qquad \alpha_{i3} = \frac{z_i - z_u}{\rho_i - b_u}$$

و حل هذه المعادلة من الشكل:

$$\begin{bmatrix} \delta x_u \\ \delta y_u \\ \delta z_u \\ \delta b_u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & 1 \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} & 1 \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} & 1 \\ \alpha_{41} & \alpha_{42} & \alpha_{43} & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \delta\rho_1 \\ \delta\rho_2 \\ \delta\rho_3 \\ \delta\rho_4 \end{bmatrix} \qquad (9)$$

حيث $[]^{-1}$ يمثل معكوس المصفوفة α هذه المعادلة من الواضح أنها لا توفر الحلول المطلوبة مباشرة .ومع ذلك، يمكن الحصول على الحلول المرجوة منها .من أجل ايجاد حل الموقع المطلوب، يجب أن تستخدم هذه المعادلة بشكل متكرر بطريقة متكررة. وغالبا ما تستخدم كمية لتحديد ما إذا كان يتم الوصول إلى النتيجة المرجوة و يعبر عن هذه الكمية بالشكل:

$$\delta v = \sqrt{\delta x_u^2 + \delta y_u^2 + \delta z_u^2 + \delta b_u^2}$$

(10)

عندما تكون هذه القيمة أقل من عتبة محددة سلفا ، فإن التكرار يتوقف.

3-5-2- حل الموقع مع اكثر من اربع اقمار صناعية :

بنفس الاسلوب السابق و باستخدام نهج المربعات الصغيرة إذا كان هناك عدد n من الاقمار الصناعية المتاحة حيث n> 4 ، يمكن أن نكتب المعادلة(6) حيث i =1 ,2 , 3 , ... n و الفرق الوحيد بين هذه المعادلة والمعادلة (6)هو أن n > 4 بالحل نجد:

$$\begin{bmatrix} \delta\rho_1 \\ \delta\rho_2 \\ \delta\rho_3 \\ \delta\rho_4 \\ \vdots \\ \delta\rho_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & 1 \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} & 1 \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} & 1 \\ \alpha_{41} & \alpha_{42} & \alpha_{43} & 1 \\ \vdots & & & \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \alpha_{n3} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta x_u \\ \delta y_u \\ \delta z_u \\ \delta b_u \end{bmatrix} \qquad (11)$$

و يمكن كتابة هذه المعادلة بشكل مصفوفي: $\delta\rho = \alpha\delta x$ (12)

حيث: δρو δxهي اشعة ، α هو المصفوفة . و يمكن التعبير عنها بالشكل:

$$\delta\rho = \begin{bmatrix} \delta\rho_1 & \delta\rho_2 & \cdots & \delta\rho_n \end{bmatrix}^T$$
$$\delta x = \begin{bmatrix} \delta x_u & \delta y_u & \delta z_u & \delta b_u \end{bmatrix}^T \qquad (13)$$

حيث $[\ ]^T$ تمثل تبديل مصفوفة ،عندما α ليست مصفوفة مربعة؛ فإنه لا يمكن أن يكون مقلوب مباشرة . المعادلة(13)لا تزال معادلة خطية .إذا كان هناك المزيد من المعادلات من مجهولين في مجموعة من المعادلات الخطية، ونهج المربعات الصغرى يمكن استخدامها لايجاد الحلول . و المعكوس الزائف من α يمكن استخدامها للحصول على الحل .والحل هو: $\delta x = [\alpha^T\alpha]^{-1}\alpha^T\delta\rho$ (14)

من هذه المعادلة يمكن العثور على قيم δxu، δyu، δzu، δbu

بشكل عام، فإن النهج المربعات الصغرى ينتج حلا أفضل من موقع تم الحصول عليها من أربعة أقمار صناعية فقط، لأنه يتم استخدام المزيد من البيانات.

3-6- مصادر اخطاء نظام GPS :

قد يحدث خطا تحديد الموقع لدى المستقبل نتيجة بعض المصادر التالية :

3-6-1- معظم أخطاء ال GPS ناتجة عن خطأ المستخدم :

فمرجع الاسناد الغير صحيح و الأخطاء الطبوغرافية عند إدخال الإحداثيات إاى جهاز الـ GPS من الممكن ان تؤدي غلى اخطاء تصل الى عدة كيلو مترات. كما و أن الاعتماد على أقل من أربع أقمار صناعية لتحديد إحداثيات موقع ما يعطي ريب في الإحداثيات يصل إلى ميل، و حتى الجسم البشري قد يسبب تشويش للإشارة فإلصاق مستقبل الـ GPS بالجسم يحجب بعض الإشارات الواردة من الاقمار الصناعية و يعيق الدقة في تحديد الموقع و في حال كان لا بد من حمل جهاز الاستقبال و بدون هوائي خارجي فإن توجيهه نحو الجنوب سيساعد في التخفيف من وطأة حجب الاشارات المستقبلة و ذلك لان الاقمار الصناعية موجهة نحو النصف الجنوبي من الكرة الارضية.

و يجب الاشارة هنا ، إلى ان جهاز الاستقبال لا يملك طريقة تمكنه من التعرف و تصحيح الاخطاء الناجمة عن خطا المستخدم .

3-6-2- اخطاء ساعة الاقمار الصناعية Satellits Clock Error :

تحدث نتيجة التباين الطفيف بين الساعات الذرة للاقمار الصناعية الاربعة و يتم رصد الاخطاء و تصحيحها في محطة التحكم الرئيسية.

3-6-3- أخطاء المدارات Orbit Error:

إن مدار القمر الصناعي أو ما يسمى (التقويم الفلكي للقمر الصناعي) يتعلق بارتفاع و موقع سرعة القمر، و تختلف هذه المدارات بسبب الجاذبية و تقلبات الضغط الشمسي و أيضا يتم رصد هذه الأخطاء وتصحيحها في محطة التحكم الرئيسية.

3-6-4- تداخلات الغلاف الجوي المتباين (الايونوسفير) Ionospheric interference :

الأيونوسفير هي طبقة من الغلاف الجوي على ارتفاع Km(500 – 50) تتكون بشكل أساسي من الهواء المتأين. و تسبب تداخلات هذه الطبقة انكسار إشارات الراديو و إشارات الأقمار الصناعية فتؤدي إلى إبطاء أو تسريع الإشارات و بالتالي إلى عدم الدقة في قياس و تحديد الموقع لدى أجهزة الإستقبال الأرضية.

و على الرغم من ان إشارات الأقمار الصناعية تحوي على معلومات لتصحيح خطا التداخل الأيوني إلا أنه لا يمكن سوى إزالة نصف التأخير الممكن البالغ 70 nsec و يبقى إحتمالية وجود خطأ أفقي يبلغ 10 m على الأرض .

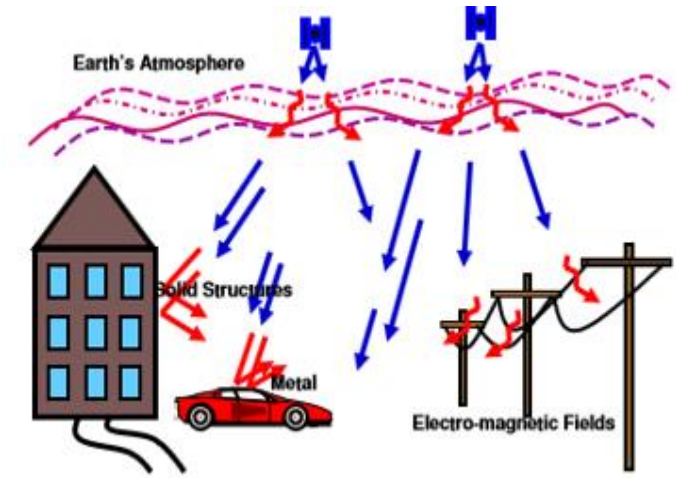
إن أجهزة إستقبال الـ GPS تعمل بشكل متوسط بالحد من خطأ التداخل من خلال حساب خطا الموقع إلا أن ذلك يكون مجدياً فقط عند نقطة واحدة، و لكن من حسن الحظ أن خطا تداخل المناخ لا يكون أكثر من 10 m و تم تخفيف هذا الخطأ في نظام WAAS .

3-6-5- تداخل طبقة التروبوسفير Tropospheric interference :

التروبوسفير هو الطبقة السفلى من الغلاف الجوي حيث يصل إرتفاعها الـ 13 Km و تتأثر بتغيرات الحرارة و الرطوبة و الضغط أي أنها مرتبطة بالتغيرات المناخية. و في هذه الطبقة يعتبر بخار الماء من أكثر العوامل المسببة للأخطاء في الـ GPS و تداخل هذه الطبقة بشكل عام لا تؤثر بشكل كبير على الـ GPS. أما الضجيج المُستَقبَل فهو ببساطة ضجيج داخلي ناتج عن الحقل الكهرومغناطيسي المتولد عند عمل الجهاز، يؤثر هذا الحقل على اشارات الراديو فيشوهها أي يؤثرعلى زمن سفر إشارة الـ GPS و ذلك قبل معالجتها من قبل جهاز الإستقبال .

3-6-6- تداخل المسارات المتعددة Multipath interference :

ينتج من انعكاس موجات الراديو عن الأسطح القريبة من جهاز إستقبال الـ GPS و موجات الراديو هذه إما أنها داخلية أو أنها الإشارات الواردة من القمر الصناعي و لكن بمسار غير مباشر . و كمثال على تعدد المسارات ، ما نلاحظه على التلفاز من تعدد أخيلة الصورة في حال إستقبال الهوائي الإشارة نفسها من عدة مسارات يصعب إكتشاف تعد المسارات و في بعض الأحيان يستحيل على المستخدم تجنبها أو تصحيحها و من أكثر مصادر تعدد المسارات شيوعاً هي هياكل السيارات و المباني و خطوط الطاقة و المياه .



الشكل3-8: التداخل الناتج عن تعدد المسارات

إن وضع هوائي إستقبال الـ GPS على سطح المركبة سيقضي على معظم تعدد المسارات الناتج عن الهياكل.

3-6-7- توفر الانتقائية (S/A) Selective Availability :

هو تدهور متعمد للإشارات الواردة من الأقمار الصناعية يتم التحكم بها من قبل وزارة الدفاع الأمريكية للحد من دقة استخدام الـ GPS لغير العسكريين و قد تم خفض قيمتها إلى الصفر في عام 2000 و تم ذكرها هنا لأنه قد يتم رفعها في أي وقت و بدون علم المستخدمين .

3-6-8- عدد الاقمار المرئية :

بزيادة عدد الأقمار التي يستطيع المستقبل التقاط الإشارات منها " رؤيتها " تزيد الدقة .

3-6-9- الوضع الهندسي للاقمار الصناعية Satellite geometry :

هو الوضع النسبي للأقمار في وقت ما، إن الوضع الهندسي المثالي يكون عندما تفصل بين الأقمار زوايا واسعة، أما اسوأ وضع هندسي فهو عندما تتجمع الأقمار على خط واحد.

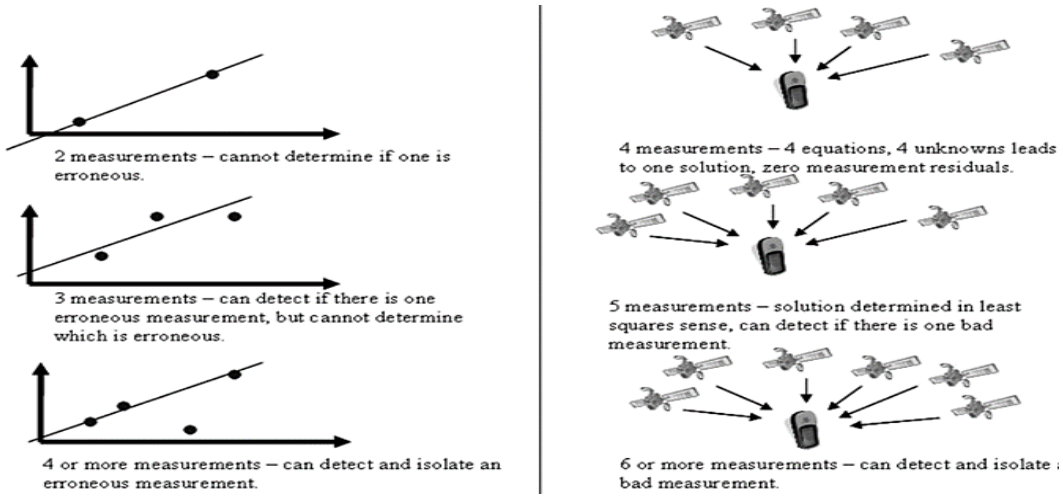
3-7- تقنيات GPS :

3-7-1- 2D Location :

في هذا النوع يكون المستقبل قادر على تأمين ثلاثة أقمار صناعية فقط وبالتالي يعطي إحداثيين فقط للموقع "دون ارتفاع" و قد يكون هناك خطأ كبير في المحور الأفقي.

3-7-2- 3D Location:

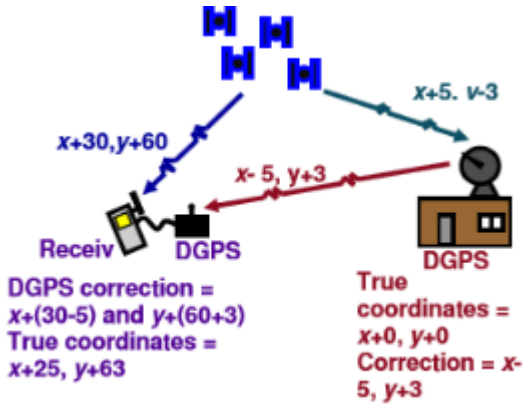
في هذا النوع يكون المستقبل قادر على تامين 4 أقمار صناعية و بالتالي يعطي ثلاث إحداثيات للموقع بما فيها الإرتفاع بالإضافة إلى التنسيق الأفقي مما يعني حساب الموقع بدقة أكبر.



الشكل 3-9 : زيادة دقة الموقع بزيادة عدد الأقمار المرئية

3-7-3- DGP :

هو نظام تحديد الموقع بالوقت الحقيقي التفاضلي "**Real Time Differential GPS**"، يدعم ثبات مستقبل ال GPS في بقعة قياس دقيقة من أجل كل ثانية . إن محطة DGPS قادرة على القيام بتصحيح أخطاء إشارة ال GPS بسبب حاسبها الذي يعرف موقعها بدقة مسبقا، ويمكن بسهولة تحديد مقدار الخطأ التي تصاحبه إشارات GPS .



الشكل3-10 : تقنيةDGP

إن نظام DGP يصحح أو يقلل من آثار:

- الأخطاء المدارية
- تشويه الغلاف الجوي
- توفرالانتقائية
- أخطاء ساعة القمر الصناعي
- أخطاء ساعة المستقبل

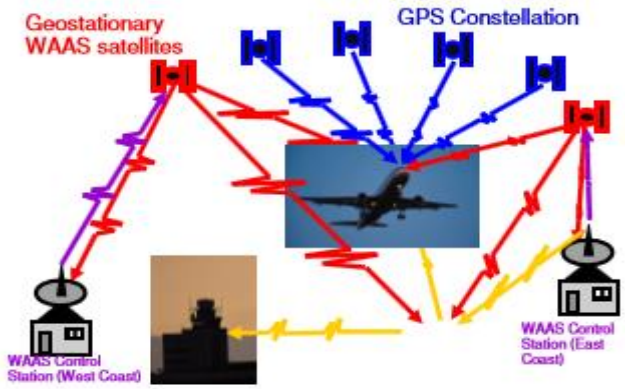
لكن لا يمكنه تصحيح ضوضاء جهاز استقبال GPS عند المستخدم وتعدد المسارات وأخطاء المستخدم. من أجل عمل DGPS بشكل صحيح "سواء جهاز إستقبال المستخدم أو مستقبل محطة DGPS" يجب الوصول إلى إشارات الأقمار الصناعية نفسها في نفس الوقت.

3-7-4- نظام تعزيز واسع النطاق :

إن نظام التعزيز واسع النطاق (WAAS) هو نظام تجريبي يهدف إلى تعزيز وتحسين الملاحة الفضائية.في أنحاء من الولايات المتحدة وأجزاء من المكسيك وكندا.

إن التفكير في WAAS يعتبر تقدم كبير لنظام DGPS. ولكن بدلا من استخدام أجهزة الإرسال الأرضية ببث معلومات تصحيح الموقع، يستخدم واس هوائيات ثابتة خاصة في مدار ثابت في أنحاء أمريكا الشمالية. هناك 25محطة مرجعية أرضية موزعة في جميع أنحاء الولايات المتحدة (بما في ذلك ثلاثة في جنوب ولاية ألاسكا، واحد في كل من بورتوريكو وهاواي) التي ترصد إشارات الأقمار الصناعية GPS . هذه المحطات تتلقى باستمرار معلومات الأقمار الصناعية الصحيحة مقابل مواقعها الخاصة المعروفة بدقة. كل محطة واس أرضية (يشار إليها بوصفها محطة مرجعية للمنطقة الواسعة WRS) ثم يرسل البيانات GPS الصحيحة لإحدى محطتي التحكم الرئيسيتين التي تقع على سواحل المحيط الهادئ والمحيط الأطلسي من الولايات المتحدة .

محطات التحكم الرئيسية تخلق رسالة التصحيح لتشوّه: الغلاف الجوي - مدار القمر الصناعي - اخطاء الساعة - وأأخطاء الوقت .ثم يتم بث هذه الرسالة إلى القمرين واس .وهذه بدورها تعيد بث معلومات



الشكل 3-11: نظام التعزيز واسع النطاق

التصحيح باستخدام البنية الأساسية لاشارة GPS إلى أي واس يدعم استقبال الـ GPS على عكس GPS التفاضلي التي تتطلب معدات إضافية للعمل، وواس متاحة لأي شخص مجهز بـ WAAS تدعم استقبال الـ GPS في كثير من الولايات المتحدة وأجزاء من المكسيك .ومع ذلك، فإن النظام لديه قيود حاليا ، بما في ذلك ضعف التغطية على أجزاء من شمال الولايات المتحدة .

3-7-5- معلم (Waypoint) :

تستند على القيم الجغرافية المنسقة المخزنة بذاكرة المستقبل و **هذه القيم تمثل إحدى حالتين :**

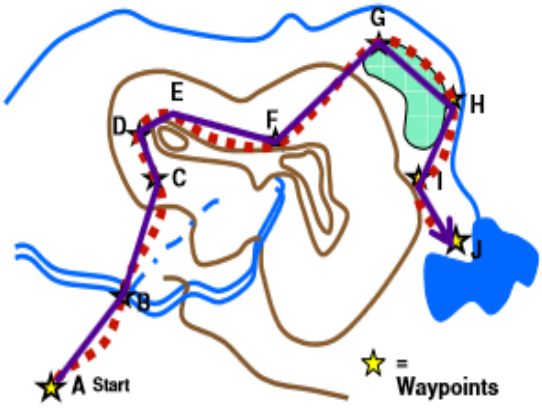
- الموقع الثابت و المخزن للمستقبل
- القيم المدخلة من قبل المستخدمين

أي أن للمعلم اسم تصميمي alphanumeric أو مستخدم مزود باسم .عندما يتم الدخول الى الشبكة و تخزين المعلومات فإنها تبقى ثابت حتى يتم تعديلها أو حذفها . إن هذه التقنية تستخدم لتحويل موقع معين إلى معلم. و هنا يجب على جهاز الاستقبال أن يتواصل مع عدد كاف من الأقمار الصناعية ليزودنا على الأقل بمواقع ذات أبعاد ثنائية 2D أو ثلاثية 3D.عادة يقوم جهاز الإستقبال بإعطاء قيم الموقع كـ alphanumeric لكن يمكن للمستخدم أن يصمم اسم فريد له و عندها فإن هذا الموقع يتحول إلى معلم بقيم ثابتة يتم تخزينه بذاكرة المستقبل . كما يمكن أن يتم اشتقاق المعلم من قيم أخرى عن طريق الـ GPS .

يمكن تحويل قيم مواقع معينة على خريطة إلى معالم. إن إرسال القيم من شخص بموقع بعيد إلى شخص آخر يمكن أن يشكل معلم إذا تم برمجة جهاز الإستقبال على ذلك.

3-7-6- التوجيه Route :

و هو عبارة عن سلسلة من المعالم عندما تعبر أول معلم فإن المعلم التالي سيصبح الهدف التالي . عندما تنشط التوجيه للمرة الأولى فان المستقبل سيفترض ان الـ leg الاولى هي من A إلى B و هنا ستعبّر النقطة B عن المعلم الوجهة و النقطة A تعبر عن المرساة التي تعرف الـ leg الأولى للطريق .



الشكل3-12: تقنية التوجيه

3-7-7- سجل المسار :

و هي الوحدة التي تسجل رحلتك أو المكان الذي كنت تتواجد فيه حيث يتم تسجيل كل تحركاتك على طول الطريق . يقوم المستقبل مع ميزة Trackback بإيجاد طريق العودة نفسه الذي مررت به أثناء الرحلة في الطريق الأصلي. و معظم أجهزة الإستقبال تظهر الطريق المسلوك على شاشة الخريطة.

3-7-8- وظيفة Go to :

هذه التقنية تمكن مستقبل الـ GPS من القدرة على قيادة المستخدم إلى أي مكان يريده بشرط أن يكون محدد مسبقا على أنه معلم و مخزن في ذاكرة المستقبل، و يقوم المستقبل بإرشاد المستخدم عن طريق شاشة التوجيه " شاشة القيادة " و يوجد إصدارات مختلفة لهذه الشاشة لكنها جميعا تقوم بنفس الغرض .

3-7-9- التنشيط من معلم :

هو المعلم الإبتدائي للمستخدم ، أو آخر معلم تم استقباله بعد آخر تنشيط .

3-7-10- تنشيط معلم to Go:

هو الوجهة التي قام المستخدم بتصميمها في جهاز الإستقبال سواء كانت توجيه نشط أو إشارة معلم .

3-7- تطبيقات ال GPS :

شكل 13-3 : رسم الخرائط

يستخدم لأغراض مختلفة نذكر منها :

- النقل : المركبات ذاتية القيادة، الطيران، التعقب و التوجيه، الاستجابة لحالات الطوارئ .
- الاستطلاع : مسح موقع محدد ، تخطيط الطريق السريع.
- رسم الخرائط : GIS ، إدارة المصادر ، الغابات .
- الإستجمام : التزلج و الصيد .
- إضافةً إلى الأمور العسكرية .

باختلاف استخدامات نظام GPS يمكن تصنيف تطبيقاته بشكل رئيسي الى :

1- **الملاحة :** و يستخدم لمعرفة المكان المحدد تلقائياً حيث يقوم جهاز الإستقبال بتلقي إشارات الأقمار الصناعية لتوجيه المستخدم ، و هنا لا داعي لإرسال المعلومات إلى كمبيوتر آخر أو شخص آخر.

2- **التعقب:** وهو ما سنتطرق إليه فيما يلي ...

3-8- نظام التعقب بواسطة ال GPS (GPS Tracking system):

وحدة نظام التعقب بالـ GPS هي جهاز يستخدم لتحديد الموقع الدقيق لشيء ما (مركبة ، شخص ، طيور ،حيوانات برية...)،حيث يتم تسجيل هذا الموقع خلال فترات منتظمة. ويمكن تخزين بيانات الموقع المسجل داخل وحدة تتبع، أو قد تحال إلى قاعدة بيانات الموقع المركزية، أو ترسل عبر الإنترنت إلى الحاسوب، أو ترسل باستخدام الشبكة الخلوية GPRS، أو عبر الراديو، أو عبر مودم الأقمار الصناعية. وهذا ما يسمح بعرض الموقع الذي تم الحصول عليه على خريطة والتتبع بالوقت الحقيقي Real-time أو دراسة تحركات الجسم فيما بعد.

إن نظام التتبع بالـ GPS يَستَخدم شبكة الـ GNSS (Global Navigation Satellite System)، وتضم هذه الشبكة مجموعة من الأقمار الصناعية التي ترسل أمواج مكروية إلى أجهزة تحديد المواقع لإعطاء المعلومات اللازمة ليتم حساب الموقع، سرعة السيارة والوقت والاتجاه.

نميز طريقتين رئيسيتين في نظام التعقب هما:

1- A PASSIVE GPS TRACKING SYSTEM (نظام التعقب السلبي):

هذا النظام يراقب الموقع ويخزن البيانات الخاصة بالرحلة، حيث تعتمد هذه البينات على أحداث معينة كفتح أوإغلاق الأبواب، تشغيل أو إيقاف المحرك...،وعادة ما يتم تخزين بيانات هذا النوع في الذاكرة الداخلية لوحدة التتبع أو في ذاكرة خارجية ليتم بعد ذلك تحليلها على الحاسوب، وقد يتم إرسال معلومات لنقاط محددة أو بفترات محددة لاسلكيا أو ترسل هذه المعلومات حسب الطلب.

2- AN ACTIVE GPS TRACKING SYSTEM (نظام التعقب النشط):

ويعرف أيضا بنظام تتبع بالـ GPS خلال الوقت الحقيقي (real-time system) يقوم هذا النظام تلقائياً بإرسال المعلومات للحاسوب المركزي خلال الوقت الحقيقي، يعد هذا النوع الخيار الأفضل للأغراض التجارية كتعقب أسطول أو مركبات حيث يوفر معلومات عن خط السير لحظة بلحظة.

3-9- أنواع نظام التعقب بال GPS:

هناك أنواع من أنظمة التعقب GPS وقد تم تصنيفها بناءً على كيفية تسجيل البينات واسترجاعها:

3-9-1- Data Loggers :

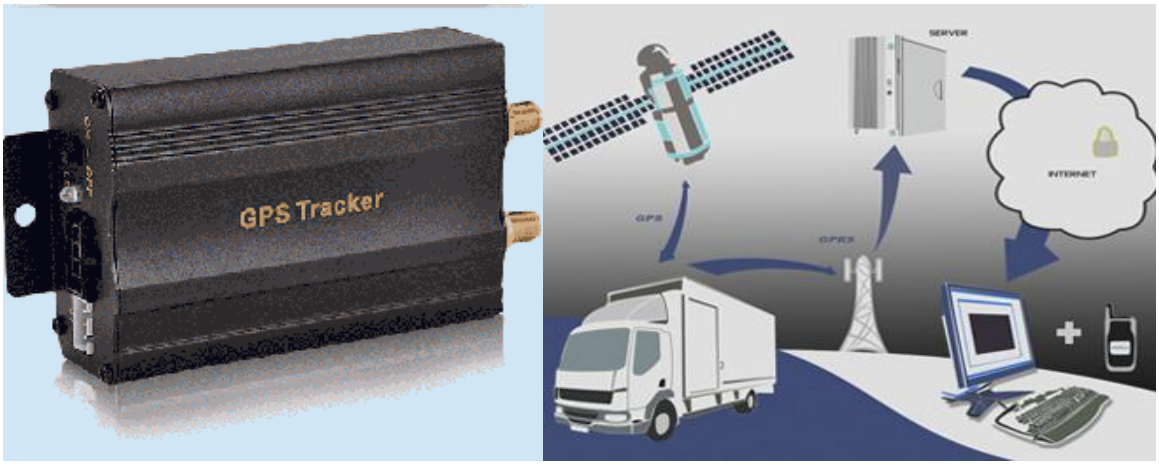
هو أبسط نوع من أنظمة التعقب بالـ GPS فهو يسجل موقف الكائن في فترات منتظمة، ويخزنها في ذاكرة داخلية وعادة ما يحوي هذا النوع ذاكرة فلاش لتسجيل البينات ليتم الوصول فيما بعد إلى هذه البينات عبروصلة USB أو عبر الـ Bluetooth يستخدم هذا النوع عادة في الأنشطة الرياضية لتسجيل مسار الرياضين.

الشكل 3-14: أجهزة تعقب Data Loggers

3-9-2 Data Pushers:

وهو أكثر الأنواع استخداماً ويعرف أيضاً بـ GPS beacons ، ترسل الـ Data Pushers معلومات الموقع والسرعة والمسافة إلى المخدم المركزي خلال فترات منتظمة، فيقوم المخدم بتخزين المعلومات ومعالجتها مباشرة .

تستخدم الـ Data Pushers بشكل شائع في الأساطيل التجارية والمركبات حيث يمكن معرفة مسارها باستمرار لحمايتها من السرقة، كما تستخدم الـ Data Pushers لتتبع الأفراد و رصد تحركاتهم.



الشكل 3-15 : خدمات - جهاز تعقب Data Pusher

3-9-3- Data Pullers :

تُعرف أيضا بـ (transponders)، وبخلاف الـ Data Pushers فإن هذا النظام يكون بحالة عمل دائمة إلا أنه لايرسل المعلومات إلاّ عند الحاجة كبلوغ موقع معين أو زمن معين أو عند الطلب، لم يستخدم هذا النوع على نطاق واسع. ويجري حالياً استخدام الـ Data Pullers في أجهزة استقبال GPS وفي الهواتف النقالة فعند تلقي SMS ستحوي هذه الرسالة على موقع المرسل.

3-10- تطبيقات نظام التعقب بالGPS:

أبرز التطبيقات التجارية لنظام التعقب حالياً:

الشكل 3-15 : مراقبة الأساطيل التجارية

1- مراقبة الأساطيل التجارية : ومعرفة الطريق الذي تسلكه وما إذا كانت ستصل بالوقت المناسب...

2- البحث عن السيارات المسروقة: حيث يتم وضع جهاز التعقب في السيارة وفي حال تعرضت للسرقة يتم تفعيل الجهاز ومعرفة موقع السيارة.

الشكل 3-17 : مراقبة الحيوانات

3- مراقبة الحيوانات البرية: حيث يضع العلماء طوق تعقب للحيوانات المدروسة مم يسمح لهم بمعرفة نمط حياتها وطريق هجرتها...

4- مراقبة تحركات الأطفال و الحيوانات الأليفة: وذلك من خلال رقاقات توضع على الساعة المعصم أو يتم زرعها في الحيوانات الأليفة .

5- مراقبة السباق: ففي بعض الرياضات كالتزلج على الثلج يحمل كل متشارك جهاز تعقب مم يسمح للمسؤلين عن السباق بمعرفة مواقع المتسابقين ومنع الغش، حيث يتم تعقب كل متسابق وعرض مساراتهم على الشاشة.

3-11- مستقبل نظام التعقب بالGPS:

1- تصغير حجم الأجهزة:

إن أجهزة التعقب اليوم تعد كبيرة إلى حد ما ، وذلك بسبب حجم البطارية ، في السنوات القليلة القادمة ستصبح البطارية أصغر حجماً وأطول عمراً مما يتيح تصغير الأجهزة و استخدامها لفترات طويلة دون الحاجة إلى إعادة الشحن .

2- تجنب التشويش في الأماكن المغلقة:

تعمل هذه التقنية اليوم بشكل جيد بالأماكن المفتوحة إلا أنه يوجد صعوبة باستخدامها في الأماكن المغلقة ، مستقبلاً سيتم التغلب على تلك الصعوبات وإعطاء الموقع بشكل دقيق في الأماكن المغلقة والمفتوحة على حد سواء، كما وسيتم تحسين الأداء في الأماكن النائية والتي لا تتوفر فيها أبراج إتصالات .

3- انخفاض الكلفة :

بسبب الطلب المتزايد لها .

4- انتشارها بشكل أوسع :

في بداية نشوء هذه التقنية كانت استعمالاتها عسكرية بحتة ثم بدأت تتنامى المتطلبات التجارية شيئاً فشيئاً، وعلى مدى السنوات العشر القادمة يمكن أن نتوقع مزيداً من التغييرات في التكنولوجيا وتطبيقات أكثر عملية في مختلف جوانب الحياة اليومية .

الفصل الرابع : شريحة NEO-6 والبروتوكولات والبرامج المتوافقة معها

4-1- لمحة عامة عن u-blox:

تأسست شركة u-blox عام 1997 و مقرها Thalwil في سويسرا، و هي شركة رائدة عالمياً في مجال الاتصالات اللاسلكية و تُصنع رقاقات LCC ، و تعمل على تقديم حلول لاسلكية وبرمجية تتمكّن من خلالها المركبات و الآلات و أيضاً الأشخاص من تحديد موقعهم بدقة.

و نميز ثلاثة أنواع رئيسية لشرائح u-blox:

1- Cellulare شرائح الهاتف النقال :

ومنها : TOBY، LARA ، MPCI، LISA و جميعها تتكامل مع تقنية تحديد موقع الهاتف النقال في البيئات المغلقة الفريدة بناء على الرؤية الخليوي النقال و تدعم كل من LTE، UMTS/HSPA، CDMA،GSM/GPRS

2- Short Range شرائح تحديد الموقع على المدى القصير :

و نذكر منها: THEO، EVK ، LILI ، ELLA، ELIN هذه الشرائح هي الأفضل من ناحية الأداء ، والتكامل الوثيق مع الوحدات الخلوية و تستخدم لتطبيقات البيئة الداخلية ، تمكّن اتصالات واي فاي و bloutooth و multiradio و v2x.

3- Position And Time الزمن و تحديد الموقع :

تمكّن هذه الشرئح من تحديد الموقع عبر أنظمة GNSS المختلفة كما و تمكن من التغلب على مشاكل Dead Reckoing و التزامن . نذكر من هذه الشرائح NEO، UBX ، LEA ، MAX، PAM .

الشكل 4-1 : النماذج المختلفة لشرائح u-blox

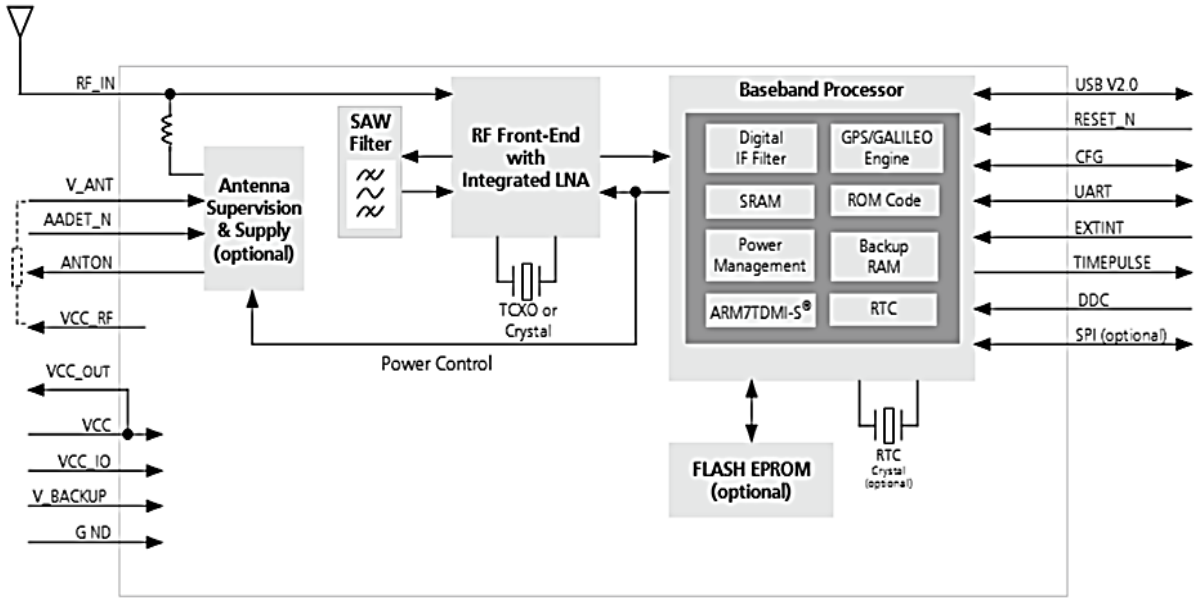
4-2- بنية رقاقات u-blox 6:

إن رقاقات U-blox 6 GPS هي رقاقات من نوع leadless chip carrier (LCC) (يستخدم فيها وسادات وصل صغيرة من ذهب بدلا من الإبر لتحقيق اتصال أفضل)، ومنها ما يدعم GPS فقط أو قد تدعم أنظمة GPS/GLONASS/QZSS لتحديد المواقع، وهي رقاقات تتميز بقوة الأداء ومرونة التصميم.

تتألف وحدات u-blox 6 LCC بشكل عام من قسمين وظيفيين:

1- قسم التردد اللاسلكي RF section: تضمن واجهة الـ RF عناصر موافقة الدخل، ومرشح SAW وهو مرشح تمرير حزمة، كما ويحوي الدارة التكاملية u-blox 6 RF-IC، ومنبع ترددات.

2- القسم القاعدي Baseband section: يحوي على معالج (u-blox 6 Baseband processor) ، وهزازة كريستالية RTC، بالإضافة إلى عناصر أخرى كذاكرة فلاش التي تُميّز هذه الوحدة بمرونة الاستخدام وقابلية البرمجة.



الشكل 2-4 : البنية الداخلية لشرائح u-blox6

وفي بحثنا هذا سوف نذكر ميزات شريحة u-blox نوع NEO-6 .

4-3- شريحة NEO-6 :

الشكل 4-3 : شريحة NEO 6

تعتبر سلسلة رقاقات NEO-6 من u-blox عائلة قائمة بذاتها من رقاقات الـ GPS وتبلغ أبعاد هذه الرقاقات 16 × 12.2 × 2.4 mm بمحرك ذو 50 قناة (50-channel u-blox positioning engine) لديه القدرة على تحديد الموقع بأقل من 1 ثانية Time-To-First-Fix (TTFF)، كما تتسم رقاقات الـ GPS هذه بقوة أداء و خيارات إتصالات واسعة إضافة إلى حجمها الصغير وبنيتها المدمجة وتعدد خيارات الطاقة مما يجعلها مثالية للاستخدام في الأجهزة النقالة، كما أنها ذات تكنولوجيا تقلل التشويش بشكل كبير وتخفف من آثار ظاهرة الإنتشار المتعدد .

سنبين في ما يلي **مواصفات رقاقة NEO-6** من حيث الأداء والتكلفة.

- إن كل ما سيتم ذكره من مواصفات تنطبق على الأنواع التالية من رقاقات NEO-6 :

الجدول 4-1 : مواصفات رقاقة NEO-6M

Name	Type number	ROM/FLASH version	PCN reference
NEO-6G	NEO-6G-0-001	ROM7.03	UBX-TN-11047-1
NEO-6Q	NEO-6Q-0-001	ROM7.03	UBX-TN-11047-1
NEO-6M	NEO-6M-0-001	ROM7.03	UBX-TN-11047-1
NEO-6P	NEO-6P-0-000	ROM6.02	N/A
NEO-6V	NEO-6V-0-000	ROM7.03	N/A
NEO-6T	NEO-6T-0-000	ROM7.03	N/A

4-3-1-المواصفات الوظيفية لشريحة NEO-6:

الجدول التالي يبين الإصدارات المختلفة لـ NEO-6 متضمناً التقنيات التي تدعمها كل منها ، التغذية ، الواجهات بالاضافة إلى بعض المعلومات الأساسية الاخرى

جدول 2-4: المواصفات الوظيفية

Model	Type					Supply		Interfaces				Features						
	GPS	PPP	Timing	Raw Data	Dead Reckoning	1.75 V - 2.0 V	2.7 V - 3.6 V	UART	USB	SPI	DDC (I²C compliant)	Programmable (Flash) FW update	TCXO	RTC crystal	Antenna supply and supervisor	Configuration pins	Timepulse	External interrupt/ Wakeup
NEO-6G	•					•		•	•	•	•		•	•	o	3	1	•
NEO-6Q	•						•	•	•	•	•		•	•	o	3	1	•
NEO-6M	•						•	•	•	•	•			•	o	3	1	•
NEO-6P	•	•		•			•	•	•	•	•			•	o	3	1	•
NEO-6V	•				•		•	•	•	•	•			•	o	3	1	•
NEO-6T	•		•	•			•	•	•	•	•		•	•	o	3	1	•

o = Requires external components and integration on application processor

1- المساعد Assisted:

Assisted GPS (A-GPS) (مساعد GPS):

تقوم بتزويد معلومات مساعدة كالتقويم الفلكي، التاريخ، وآخر موقع وحالة لقمر وآخر إشارة تزامن اختيارية فيقلل بذلك زمن أول معالجة بشكل كبير ويحسن الأداء، جميع شرائح NEO-6 تدعم خدمات A-GPS بحالتيه (AssistNow Online) و (AssistNow Offline) وهي توافق OMA SUPL.

AssistNow ذاتي التحكم :

يوفر وظائف مماثلة لمساعدة نظام تحديد المواقع دون الحاجة الى مضيف أو اتصال شبكة خارجية. تستند تلقائيا الى بيانات التقويم الفلكي التي تبثها الاقمار الفضائية و يتم تحميلها وتخزينها بواسطة جهاز استقبال GPS ، تقوم بإنشاء البيانات المدارية للاقمار الفضائية بشكل تلقائي دقيق (بيانات AssistNow المستقلة ذاتيا) التي يمكن استخدامها لإصلاح موقع GPS في المستقبل، هذه البيانات موثوقٌ بها لمدة تصل إلى3 أيام.
وفوائد AssistNow ذاتية التحكم هي :

- تحديد المواقع بشكل أسرع .
- لا تتطلب ربط .
- تدعم خدمات AssistNow online و AssistNow offline على حد سواء.
- تتم الحسابات في الخلفية.

2- تحديد موقع نقطة بدقة PPP:

تستخدم بعض وحدات الـ neo-6 خوارزمية Precise Point Positioning و ذلك لتحقيق مستويات عالية من الدقة في التطبيقات ذات الحركية البطيئة و الثابتة .

3- دقة التوقيت Precision Timing:

أوضاع التوقيت time mode:

نلاحظ من الجدول السابق ان neo-6T توفر أوضاع خاصة للتوقيت و ذلك للوصول إلى أعلى دقة زمنية ممكنة ، و يحوي الـ Time Mode على ثلاثة أوضاع :

- **وضع التوقيت الخاص Disabled:** يعمل على مواصفات PVT القياسية.
- **وضع المسح Survey-In:** يقوم مستقبل الـ GPS في هذه الحالة بحساب متوسط زمن الوصول للموقع على مدى فترة زمنية طويلة حتى يتم تحديد أقصى إنحراف معياري تم الحصول عليه، بعد ذلك يتم تعين هذا الزمن تلقائيا والإنتقال إلى الوضع الثابت Fixed mode.
- **الوضع الثابت Fixed Mode:** إما أن يتم تفعيل هذا الوضع مباشرة وذلك بتغذيتها بمعلومات سابقة أو يتم تفعيله بعد عملية المسح Surve-In.

نبضات التزامن و التردد المرجعي :

يمكن تهيئة نبضة التزامن في neo-6T ضمن المجال (0.25 Hz – 10 MHz) ، تُستخدم نبضة التزامن " نبضة في الثانية الواحدة " أو تُستخدم كتردد مرجعي في نطاق MHz .

دليل الزمن Time Mark :

يُمكّن دليل الزمن من قياس الزمن بدقة تصل إلى الميكرو ثانية و ذلك باستخدام المقاطعة الخارجية EXTINT0، الجبهة الصاعدة و الهابطة لهذه الإشارة تستخدم لتحديد الوقت و حسابه في نظام GPS و التوقيت العالمي UTC ، تُفعّل وظيفة دليل الزمن عن طريق رسالة UBX-CFG-TM2.

4- البيانات الخام Raw Data:

يتم تمكين منفذ البيانات الخام في كل من شريحتي في NEO-6T و NEO-6P بمعدّل تحديث 5 Hz ، تتضمن رسالة UBX-RXM-RAW " طور الحامل – حل إلتباس نصف الدورة – طور الزمن – قياسات دوبلر " حيث يمكن استخدام هذه المعلومات في التطبيقات الخارجية التي تدعم دقة تحديد المواقع ، و الحركية في الوقت الحقيقي RTK و الاستشعار .

5- انعدام تقدير موقع المركبات ADR :

هو اختصار لـ Automotive Dead Reckoning يجمع بين الـ GPS وحساس البيانات الرقمية و ذلك باستخدام فلتر Kalman مما يؤدي إلى دقة بتحديد المواقع خلال فترات إنعدام أو تدهور إشارة الـ GPS.

4-3-2- إدارة الطاقة:

لدى وحدات u-blox ثلاث أرجل للطاقة وهي : VCC ,V-BCKP,VDDUSB .

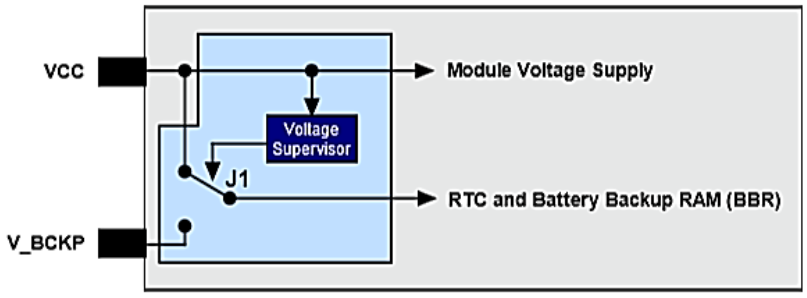
1- جهد التغذية الرئيسي Vcc:

يتم تغذية منبع التغذية الرئيسي من خلال الرجل VCC.

2- V-BCKP:

توصل لهذه الرجل بطارية احتياطية ، ففي حال انقطاع التغذية عن المنبع الرئيسي VCC تغذي هذه الرجل ساعة الوقت الحقيقي RTC وذاكرة الوصول العشوائية RAM الاحتياطية وذلك لحماية البيانات المحفوظة من الضياع، يوضح " الشكل 4-4 " كيف يتم فصل التغذية الاحتياطية في حال توفر التغذية الرئيسة وذلك للمحافظة على البطارية الاحتياطية .

إذا لم تتوفر بطارية احتياطية فإنه يتم تأريض الرجل V-BCKP.



الشكل 4-4 : وصل البطارية الاحتياطية

3- VDD-USB:

تغذي الرجل VDD-USB واجهة الـ USB، في حال عدم استخدام واجهة الـ USB فإنه يتم تأريض الرجل VDD-USB.

- **تدعم الـ u-blox ثلاث أوضاع للطاقة و ذلك لتحقيق أفضل أداء والحفاظ على الطاقة قدر الإمكان:**

1- وضع الطاقة القصوى:

يكون هذا الوضع فعالاً في بداية التشغيل ، يعمل المستقبل بأعلى أداء ، ويقوم محرك الاستحواذ بالبحث عن كافة الأقمار الصناعية المتواجدة وعندما يتم إصلاح أو حساب الموقع فإن المحرك يستمر في عمله بالبحث عن كافة الأقمار الصناعية الممكنة والتي لم يتم تتبعها بعد .

2- الوضع البيئي ECO-mode:

في بداية التشغيل يعمل هذا الوضع تماماً كوضع الطاقة القصوى، يتم حساب الموقع والتقاط عدد كافي من الأقمار وتتبعها، وهو مدعوم بمحرك استحواذ عديم استهلاك الطاقة مما أدى إلى توفير الطاقة بشكل كبير، في هذا الوضع يتم تتبع الأقمار التي التقطها ، وتستمر عملية اكتساب الأقمار الصناعية الجديدة .

3- وضع التوفير:

SPM (Save Power Mode) يخفض استهلاك الطاقة عن طريق التحكم بتشغيل وإطفاء بعض أجزاء المستقبل.

إن وضع التوفير غير متاح في NEO-6P وNEO-6T وNEO-6V.

3-3-4- الواجهات:

1- UART:

تتضمن وحدات NEO-6 واجهة UART(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) للاتصال التسلسلي.

2- USB:

وهو اختصار لـ Universal Serial Bus، توفر وحدات NEO-6 نسخة USB2.0FS(ذات سرعة كاملة 12Mbit/sec) كبديل عن UART، يعمل منفذ VDDUSB كواجهة للـ USB ، توفر u-blox برامج تشغيل USB معتمدة من قبل شركة Microsoft وذلك لأنظمة التشغيل التالية : Windows XP و Windows Vista و Windows7 .

3- واجهة التسلسل المحيطية SPI:

Serial Peripheral Interface(SPI) تسمح بربط الأجهزة الخارجية مع واجهة تسلسلية، يمكن أن تعمل هذه الواجهة على نمطين:

- نمط السيد: شريحة واحدة تختار الإشارة لتحديد التوابع الخارجية.
- نمط التابع: شريحة واحدة تختار إشارة قابلة للاتصال مع المضيف.

4- قناة بيانات العرض (DDC):

تحوي الشريحة أيضاً واجهة DDC يمكن استخدامها إما للوصول إلى الأجهزة الخارجية مع واجهة EEPROM تسلسلية أو للتفاعل مع وحدة المعالجة المركزية للمضيف. فهي تحوي على عملية السيد والتابع. واجهة DDC هي متوافقة مع النمط القياسي لـ I^2C ، تدعم الاتصال التسلسلي مع وحدات لاسلكية u-blox .

4-3-4- بعض المواصفات الأخرى:

1- المهتزات:

تستخدم بعض وحدات neo-6 مهتزات كريستالية نوع TCXO "Temperature Compensated Crystal Oscillator ".

2- الهوائيات:

تم تصميم وحدات NEO-6 للاستخدام مع الهوائيات الفعالة و غير الفعالة (الجدول4-3) .وسوف نتطرق إلى كيفية وصل الهوائي في مكان لاحق من هذا الفصل .

جدول 4-3

Parameter	Specification	
Antenna Type		Passive and active antenna
Active Antenna Recommendations	Minimum gain	15 dB (to compensate signal loss in RF cable)
	Maximum gain	50 dB
	Maximum noise figure	1.5 dB

4-3-5- البروتوكولات:

جميع هذه البروتوكولات متوفرة في USB، DDC، UART.

جدول 4-4

Protocol	Type
NMEA	Input/output, ASCII, 0183, 2.3 (compatible to 3.0)
UBX	Input/output, binary, u-blox proprietary
RTCM	Input, 2.3

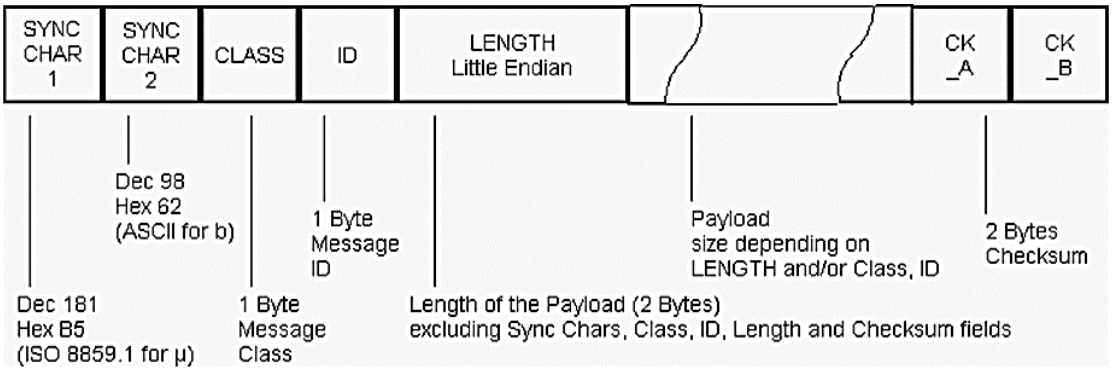
1- بروتوكول UBX:

ميزاته الرئيسية:

إن أجهزة استقبال u-blox GPS تستخدم بروتوكول خصوصية u-blox لنقل بيانات الـ GPS للحاسوب المضيف باستخدام المنفذ غير المتزامن RS232 و له الميزات التالية :

- **الموثوقية :** باستخدام بيانات ثنائية ب 8 خانات .
- **حماية تصحيح الخطأ :** باستخدم خوارزمية كشف خطأ بترويسة إضافية صغيرة .
- **وحدات :** باستخدام معرفات رسائل بمرحلتين .

بنية رزم بروتوكول UBX:



الشكل 5-4 : بنية رزم UBX

2- بروتوكول RTCM :

اختصار لـ Radio Technical Commission for Maritime Services أي اللجنة التقنية الراديوية للخدمات البحرية ، و هو بروتوكول أحادي الجانب اي المدخلات إلى جهاز الإستقبال و هو يستخدم لتزويد مستقبل GPS ببيانات تصحيح تفاضلي في الزمن الحقيقي DGPS .

الرسائل المعتمدة بهذا البرتكول لها ثلاثة أنواع :

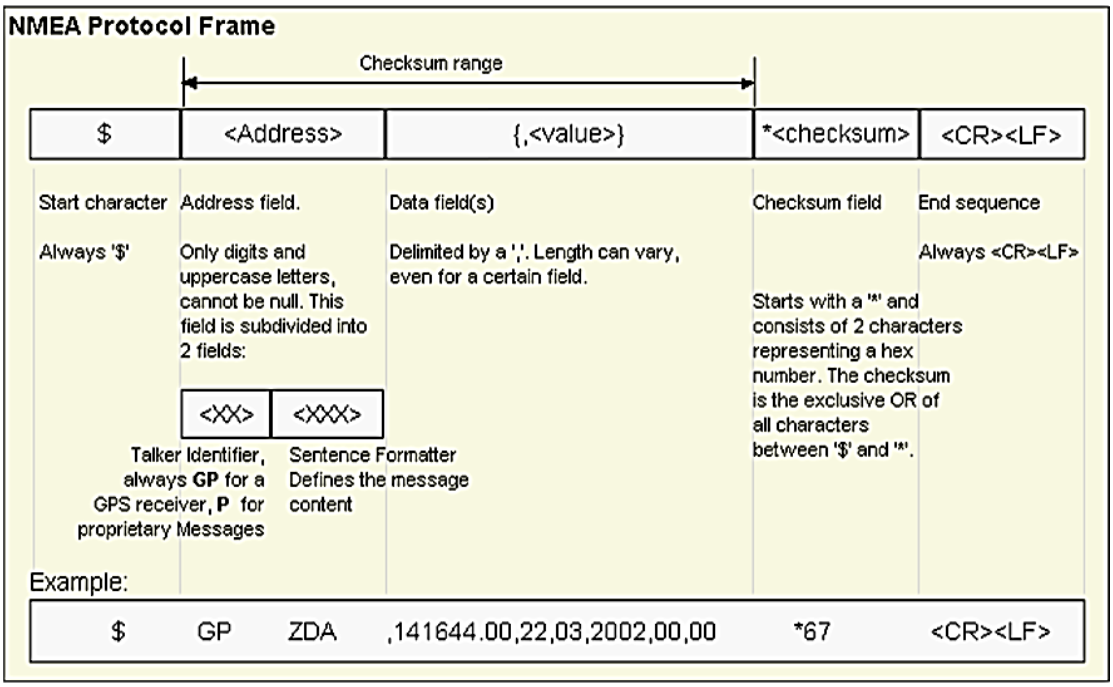
جدول 5-4

Message Type	*Description*
1	Differential GPS Corrections
2	Delta Differential GPS Corrections
3	GPS Reference Station Parameters
9	GPS Partial Correction Set

3- بروتوكول NMEA:

إن هذا البرتكول يسمح باستخدام عبارات خاصة بالاضافة إلى إضافة رسائل منتج معينة ، لذلك يتم التأشير إليها عند ذكر المنتج ، من أجل الـ u-blox تستعمل الرسائل الخاصة على أنها UBX ، رسائل نميا الخاصة هذه تملك حقل عنونة هو PUBX (سوف نأتي بذكر بروتوكول NMEA في هذا الفصل بشكل مفصل).

بنية رسالة هذا البروتوكول



الشكل 6-4 : بنية رسالة NMEA

6-3-4- التهيئة:

التهيئة الأولية Boot-time configuration:

لدى الـ NEO-6 أرجل خاصة بالتهيئة الأولية Boot-time، حيث تصبح الشريحة فعالة فور تشغيلها، يتم تعديل إعدادات التهيئة من خلال رسائل التهيئة UBX وتبقى هذه الإعدادت فعالة حتى نفاد الطاقة أو إعادة التشغيل، وفي حال استخدام بطارية احتياطية فإنه يتم حفظ الإعدادات في ذاكرة الوصول العشوائي RAM.

تحوي وحدات NEO-6 على الأرجل CFG-COM0 و CFG-COM1 التي تتم تهيئتها كما في الجدول التالي (الاعدادات الافتراضية بالخط الأسود العريض):

جدول4-6

CFG_COM1	CFG_COM0	Protocol	Messages	UARTBaud rate	USB power
1	**1**	**NMEA**	**GSV, RMC, GSA, GGA, GLL, VTG, TXT**	**9600**	**BUS Powered**
1	0	NMEA	GSV, RMC, GSA, GGA, GLL, VTG, TXT	38400	Self Powered
0	1	NMEA	GSV[4], RMC, GSA, GGA, VTG, TXT	4800	BUS Powered
0	0	UBX	NAV-SOL, NAV-STATUS, NAV-SVINFO, NAV-CLOCK, INF, MON-EXCEPT, AID-ALPSERV	57600	BUS Powered

للـ NEO-6 أيضا الرجل CFG-GPS0 التي تُعني بالإعدادت البدائية للطاقة الجدول التالي (الإعدادت الافتراضية بالخط الأسود العريض)

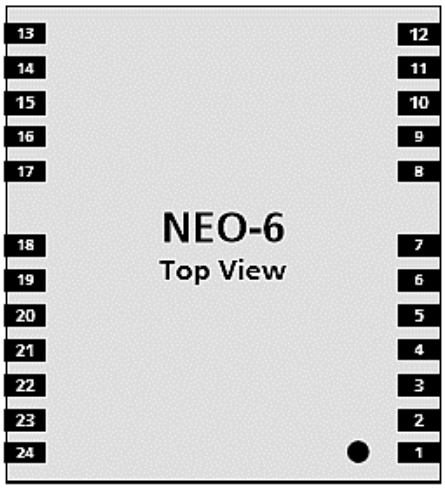
جدول4-7

CFG_GPS0	Power Mode
0	Eco Mode
1	**Maximum Performance Mode**

- إن CFG-GPS و CFG-COM غير متوافقة مع واجهة الSPI

4-3-7-التعريف بأرجل شريحة NEO-6:

الشكل 4-6 يبين ترتيب منافذ شريحة NEO-6 أما الجدول فيبين اسم و وظيفة كل رجل وما إذا كانت مدخل أم مخرج .



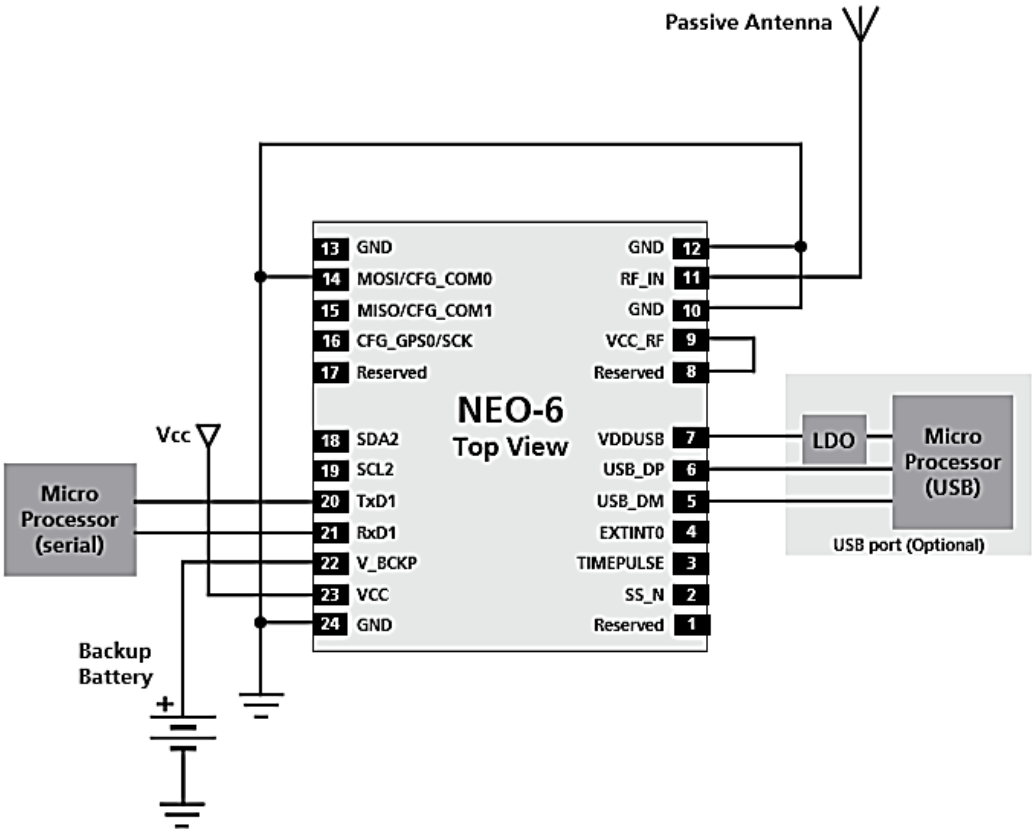
الشكل 4-7 : ترتيب منافذ الشريحة

جدول 4-8

Function	PIN	No	I/O	Description	Remarks
Power	VCC		I	Supply Voltage	Max allowed ripple on VCC=50 mVpp
	GND	1,10,12	I	Ground	Assure a good GND connection to all GND pins of the module, preferably with a large ground plane.
	V_BCKP		I	Backup voltage supply	It's recommended to connect a backup battery to V_BCKP Pin in order to enable Warm and Hot Start features on the receivers. Otherwise connect to GND.
	VDDUSB	7	I	USB Power Supply	To use the USB interface connect this pin to 3.0- 3.6V. If no USB serial port used connect to GND.
Antenna	RF_IN	11	I	GPS signal input from antenna	The connection to the antenna has to be routed on the PCB. Use controlled impedance to Ω to connect RF_IN to the antenna or the antenna connector.
	VCC_RF	9	O	Output Voltage RF section	Pins 8 and 9 must be connected together. VCC_RF can also be used to power an external active antenna.
UART	TxD1		O	Serial Port 1	Communication interface, can be programmed as TX ready for I2C interface.
	RxD1	21	I	Serial Port 1	Serial input. Internal pull-up resistor to VCC. Leave open if not used
USB	USB_DM	5	I/O	USB I/O line	USB2.0 bidirectional communication pin. Leave open if unused. Implementation see Section 0
	USB_DP	6	I/O	USB I/O line	
System	TIMEPULSE	3	O	Timepulse Signal	Configurable Timepulse signal (one pulse per second by default) Leave open if not used.
	EXTINT0	4	I	External Interrupt	External Interrupt Pin. Internal pull-up resistor to VCC Leave open if not used.
	SDA2	18	I/O	DDC Pins	DDC Data. Leave open, if not used.
	SCL2	19	I/O	DDC Pins	DDC Clock. Leave open, if not used.
	Reserved	17	I/O	Reserved	Can be configured as ANTOFF
	CFG_COM1 /MISO	15	I/O	Config. Pin /SPI MISO	Leave open if not used.
	CFG_COM0 /MOSI	14	I/O	Config. Pin /SPI MOSI	Leave open if not used. Note Connect to GND to use USB in Self Powered mode. See Section 1.7.4 and the NEO-6 Data Sheet [3]
	Reserved	8	I	Reserved	Pins 8 and 9 must be connected together. Can be used as a RESET_N input. See Section 1.7.1
	Reserved	1	-	Reserved	Leave open.
	SS_N	2	I/O	SPI Select	Leave open if not used.
	CFG_GPS0 /SCK	16	I/O	Config. Pin /SPI SCK	Leave open if not used.

4-3-8- تصميم NEO-6:

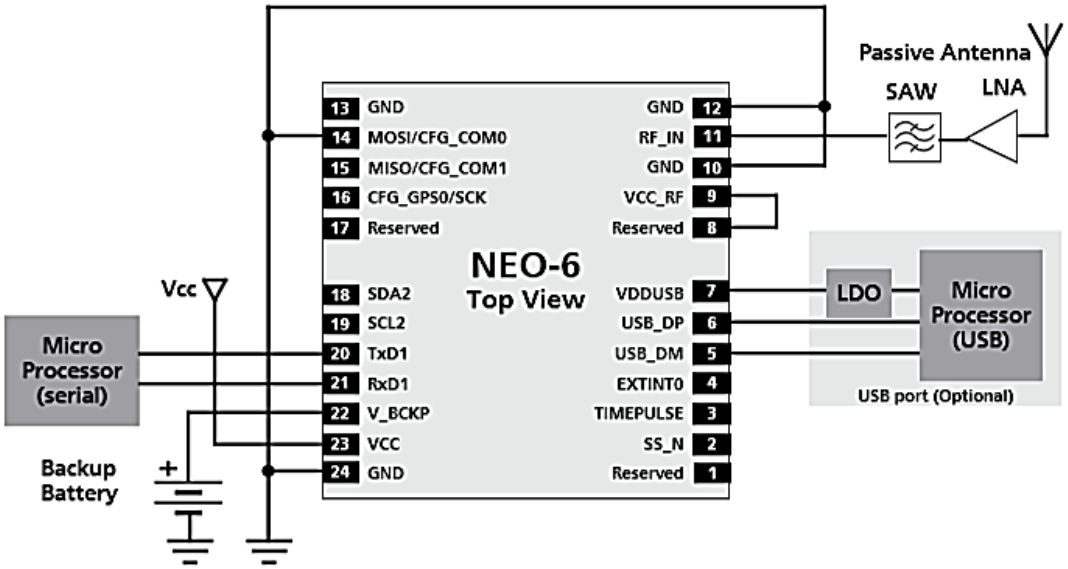
- وصل شريحة NEO-6 بهوائي سلبي : هو الحد الأدنى من الإعدادات لتعمل الشريحة كمستقبل PVT GPS



الشكل 8-4: وصل بهوائي سلبي

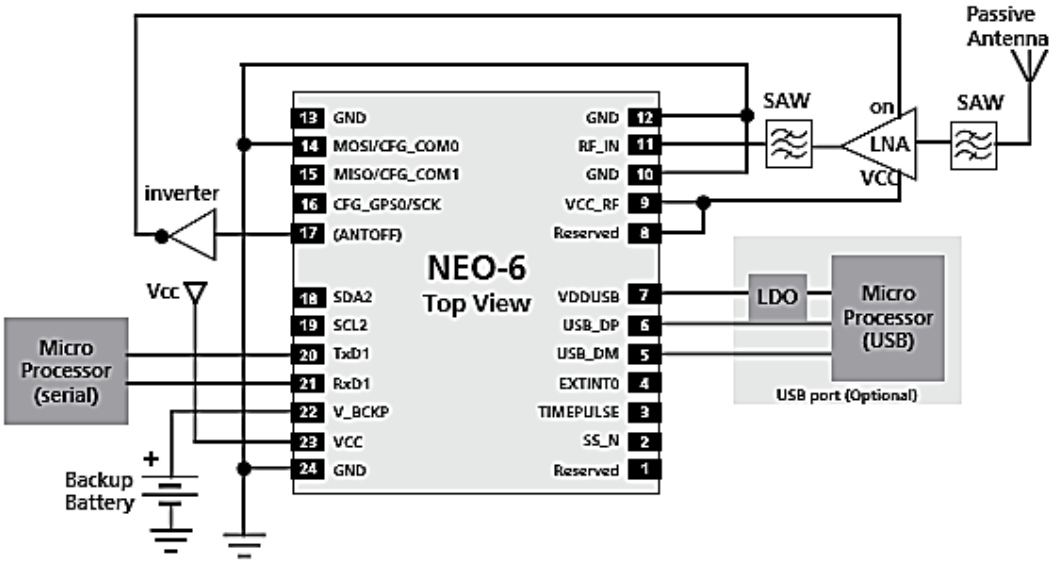
- إن التصميم المبين أعلاه هو لجعل ال USB في الوضع الذاتي (self-powered)، وللعمل على الوضع bus-powered ينبغي عدم وصل الرجل 14 (CFG_COM0)، و وصل VCC مع VDDUSB.
- يكون الـ baud rate للـ NMEA هو 38400 وذلك في حال العمل بالوضع الذاتي.

- لزيادة حساسية المستقبل يفضل إضافة مضخم ذو ضجيج منخفض LNA مع SAW (Surface Acoustic Wave) كما هو مبين في الشكل .



الشكل 9-4: إضافة مضخم LAN

- وللحصول على أفضل أداء و حماية من التشويش كتشويش GSM نستخدم SAW-LNA-SAW



الشكل 10-4 : التوصيل من أجل أفضل أداء

4-3-8- المواصفات الكهربائية:

يبين الجدول المواصفات الكهربائية القصوى لشريحة NEO-6:

جدول4-9

Parameter	Symbol	Module	Min	Max	Units	Condition
Power supply voltage	VCC	NEO-6G	-0.5	2.0	V	
		NEO-6Q, 6M, 6P, 6V, 6T	-0.5	3.6	V	
Backup battery voltage	V_BCKP	All	-0.5	3.6	V	
USB supply voltage	VDDUSB	All	-0.5	3.6	V	
Input pin voltage	Vin	All	-0.5	3.6	V	
	Vin_usb	All	-0.5	VDDUSB	V	
DC current trough any digital I/O pin (except supplies)	Ipin			10	mA	
VCC_RF output current	ICC_RF	All		100	mA	
Input power at RF_IN	Prfin	NEO-6Q, 6M, 6G, 6V, 6T		15	dBm	source impedance = 50Ω, continuous wave
		NEO-6P		-5	dBm	
Storage temperature	Tstg	All	-40	85	°C	

هذا الجدول يبين المواصفات الكهربائية في الظروف العادية وبدرجة حرارة 25°C:

جدول4-10

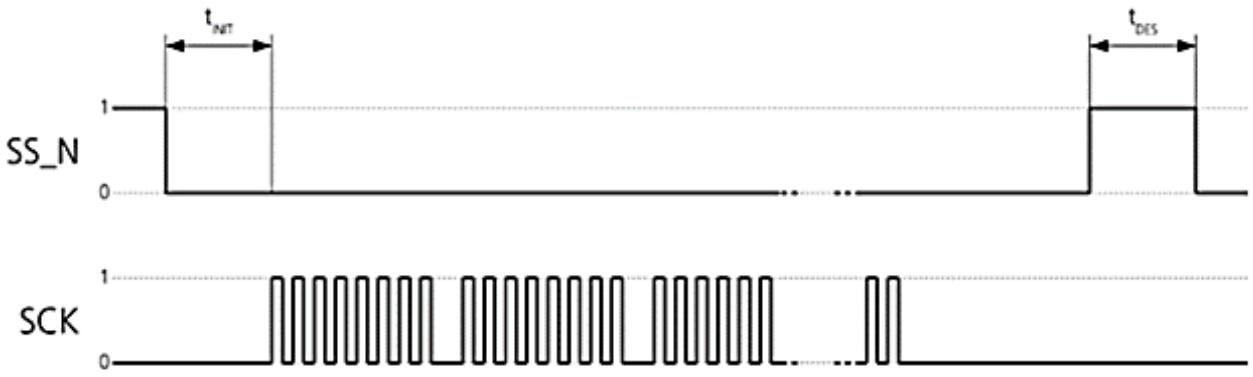
Parameter	Symbol	Module	Min	Typ	Max	Units	Condition
Power supply voltage	VCC	NEO-6G	1.75	1.8	1.95	V	
		NEO-6Q/M NEO-6P/V/T	2.7	3.0	3.6	V	
Supply voltage USB	VDDUSB	All	3.0	3.3	3.6	V	
Backup battery voltage	V_BCKP	All	1.4		3.6	V	
Backup battery current	I_BCKP	All		22		µA	V_BCKP = 1.8 V, VCC = 0V
Input pin voltage range	Vin	All	0		VCC	V	
Digital IO Pin Low level input voltage	Vil	All	0		0.2*VCC	V	
Digital IO Pin High level input voltage	Vih	All	0.7*VCC		VCC	V	
Digital IO Pin Low level output voltage	Vol	All			0.4	V	Iol=4mA
Digital IO Pin High level output voltage	Voh	All	VCC -0.4			V	Ioh=4mA
USB_DM, USB_DP	VinU	All	Compatible with USB with 22 Ohms series resistance				
VCC_RF voltage	VCC_RF	All		VCC-0.1		V	
VCC_RF output current	ICC_RF	All			50	mA	
Antenna gain	Gant	All			50	dB	
Receiver Chain Noise Figure	NFtot	All		3.0		dB	
Operating temperature	Topr	All	-40		85	°C	

4-3-10- مخططات توقيت SPI:

لتجنب الاستخدام الخاطئ للـ SPI ينبغي على المستخدم أن يكون على دراية بشروط وقيود التوقيت التالية:

جدول 4-11

Symbol	Description	
SS_N	Slave Select signal	إشارة إختيار التابع
SCK	Slave Clock signal	إشارة نبضات التابع



الشكل 4-11: مخطط توقيت الـSPI

توصيات التوقيت:

جدول 4-12

Parameter	Description		Recommendation
t_{INIT}	Initialization Time	وقت التهيئة	500 µs
t_{DES}	Deselect Time	وقت الإلغاء	1 ms
Bitrate			100 kbit/s

- إن قيم الوقت في الجدول السابق تكون من أجل الحصول على نقل خالي من الأخطاء، وإذا تم التجاوز عن عدد قليل من الأخطاء عندها يمكن رفع معدل البايت بشكل كبير، ويمكن أن يتم رفع معدل البايت أيضاً من خلال إلغاء عمل الواجهات الأخرى كواجهة UART.
- يبلغ أقصى حد لعرض الحزمة (bandwidth) 100Kbit/s.

4-3-11- الإعدادات الافتراضية:

جدول 4-13

Interface	Settings
Serial Port 1 Output	9600 Baud, 8 bits, no parity bit, 1 stop bit Configured to transmit both NMEA and UBX protocols, but only following NMEA and no UBX messages have been activated at start-up: **GGA, GLL, GSA, GSV, RMC, VTG, TXT** (In addition to the 6 standard NMEA messages the NEO-6T includes **ZDA**).
USB Output	Configured to transmit both NMEA and UBX protocols, but only following NMEA and no UBX messages have been activated at start-up: **GGA, GLL, GSA, GSV, RMC, VTG, TXT** (In addition to the 6 standard NMEA messages the NEO-6T includes **ZDA**). USB Power Mode: Bus-Powered
Serial Port 1 Input	9600 Baud, 8 bits, no parity bit, 1 stop bit Automatically accepts following protocols without need of explicit configuration: **UBX, NMEA** The GPS receiver supports interleaved UBX and NMEA messages.
USB Input	Automatically accepts following protocols without need of explicit configuration: **UBX, NMEA** The GPS receiver supports interleaved UBX and NMEA messages. USB Power Mode: Bus-Powered
TIMEPULSE (1Hz Nav)	1 pulse per second, synchronized at rising edge, pulse length 100ms
Power Mode	Maximum Performance mode
AssistNow Autonomous	Disabled.

4-4-بروتوكول NMEA:

4-4-1- مقدمة:

إن البروتوكول NMEA هو اختصار لمصطلح **The National Marine Electronics Association** ويعني جمعية الإلكترونيات البحرية الوطنية.

وضعت هذه الجمعية جملة من المواصفات التي تعرّف واجهة interface بين قطع مختلفة من المعدات الالكترونية البحرية ، يسمح معيار الالكترونيات البحرية بإرسال معلومات إلى أجهزة الكمبيوتر والمعدات البحرية الأخرى .

و يتم تعريف " اتصالات مستقبل GPS " ضمن هذه المواصفات ، معظم برامج الكمبيوتر توفر فهم معلومات الموقع في " الوقت الحقيقي " و توافق على وضع البيانات بشكل NMEA ، تتضمن هذه البيانات كامل الـ PVT (الموقع ، السرعة ، الوقت) التي يمكن حسابها عن طريق جهاز استقبال GPS .

فكرة نميا هي أن تُرسل خط من البيانات يسمى " **sentence عبارة** " و هي نفس البيانات الواردة تماماً ومستقلة عن العبارات الأخرى .

و نميز نوعين أساسيين لهذه العبارات :

- **عبارات قياسية standard sentences** لكل فئة من الأجهزة .
- **عبارات خاصة proprietary sentences** للاستخدام من قبل شركة فردية .

كل العبارات القياسية لديها حرفين " بادئة لتعريف الجهاز الذي يستخدم هذا النوع من العبارات " ، على سبيل المثال ، من أجل مستقبلات **GPS** البادئة هي **GP** يتبع البادئة ثلاثة أحرف وفق التسلسل الذي يحدد محتويات العبارة .

وبالإضافة إلى ذلك يسمح نميا للأجهزة بتحديد عبارات خاصة بها لأي غرض يرونه مناسبا ، تبدأ جميع العبارات الخاصة بحرف **P** يليه ثلاثة حروف تحدد الشركة المصنعة المسيطرة على هذه العبارة ، على سبيل المثال ، الجملة Garmin ستبدأ مع **PGRM** وأن Magellan تبدأ مع **PMGN** .

تبدأ كل عبارة ب ' **$** ' وتنتهي مع تسلسل " إرجاع حمل / تغذية خط " ، ويمكن أن لا تزيد عن 80 حرفا من النص المرئي (بالإضافة إلى إنهاء الخط) ، وترد البيانات ضمن هذا الخط الواحيد مع عناصر البيانات مفصولة بفواصل .

البيانات في هذا المعيارعبارة عن نص مكتوب بلغة الأسكي وقد يمتد فوق عبارات متعددة في بعض الحالات المتخصصة ولكن عادة ما ترد الجملة بالكامل بطول متغير واحد ، قد تختلف البيانات في مقدار الدقة الواردة في الرسالة ، على سبيل المثال ، يمكن أن يشير الزمن إلى أجزاء عشرية من الثانية أو قد يكون المكان ب 3 أو حتى 4 خانات بعد الفاصلة العشرية ، إن برامج قراءة البيانات يجب أن تستخدام الفواصل فقط لتحديد حدود الميدان ، وألا تعتمد على مواقع العمود ، هناك جملة للاختبار checksum في نهاية كل عبارة والتي قد يتم فحصها من قبل الوحدة التي تقرأ البيانات أو قد لا يتم فحصها ، يتكون الحقل الاختباري من ' * '

وخانتي Hexa تمثلان 8 بت من عملية OR لكل ما بين الحروف ، ما عدا " * , $ " ، الاختبار مطلوب على بعض الجمل .

هناك العديد من التغييرات على المعايير و لكن من أجل الـ GPS فإن المعايير الوحيدة التي يحتمل أن نواجهها هي 1.5 و 2.0 من خلال 2.3 ، هذا مجرد تحديد لبعض تكوينات عبارة مختلفة والتي قد تكون غير مناسبة لاحتياجات جهاز معين و قد تحتاج إلى تغيير لتتناسب مع الأجهزة التي يتم ربطه معها لتحديد المواقع ، توفر بعض مستقبلات GPS القدرة على تكوين مجموعة مخصصة من العبارات في حين أن غيرها قد تقدم مجموعة من الخيارات الثابتة ، العديد من أجهزة الاستقبال GPS تعطي ببساطة مجموعة مخرجات ثابتة من العبارات التي لا يمكن تغييرها من قبل المستخدم ، الإصدار الحالي من المعيار هو 3.01.

2-4-4- اتصال الأجهزة :

تم تصميم واجهة أجهزة وحدات GPS لتلبية متطلبات نميا ، كما أنها متوافقة مع معظم منافذ الكمبيوتر التسلسلية باستخدام بروتوكولات RS232 ، ولكن بالمعنى الدقيق للكلمة المعيار نميا ليس RS232 ، المسؤولون يطابقونها لتصبح EIA-422 ، يمكن تعديل سرعة الواجهة على بعض النماذج ، لكن المعيار نميا هو **4800 b/s** مع 8 بت من البيانات، دون بت تكافؤ، وبت واحد للتوقف ، وينبغي لجميع الوحدات التي تدعم نميا أن تدعم هذه السرعة ، لاحظ أنه في معدل 4800 b/s ، يمكنك بسهولة إرسال بيانات كافية لملأ أكثر من ثانية كاملة من الزمن .

لهذا السبب بعض الوحدات ترسل تحديثات كل ثانيتين فقط أو قد ترسل بعض البيانات في كل ثانية بينما تقوم بالاحتفاظ بغيرها من البيانات ليتم إرسالها أقل في كثير من الأحيان ، وبالإضافة إلى ذلك قد ترسل بعض الوحدات بيانات بضع ثوان قديمة في حين أن وحدات أخرى قد ترسل البيانات التي يتم جمعها ضمن ثانية إرسالها ، عموما يتم إرسال الزمن في بعض الحقول في كل ثانية ولذلك فمن السهل جدا معرفة ما يقوم به نظام تحديد المواقع بالضبط ، يمكن أن يتم إرسال بعض العبارات خلال إجراء بمستقبل معين فقط ،على سبيل المثال ، بينما يتم تتبع الطريق فإن مستقبلات أخرى قد ترسل بشكل دائم عبارة فارغة تماما من القيم ، وسوف تلاحظ الفروق الأخرى في وصف بيانات محددة في وقت لاحق في النص .

في 4800 b/s يمكنك إرسال 480 حرفاً في ثانية واحدة فقط ، إبتداءً من عبارة نميا التي يمكن أن تكون بطول مثل 82 حرف " يمكن أن يتم تحديدها إلى أقل من 6 جمل مختلفة " ، يتم تحديد الحد الفعلي من الجمل المحددة المستخدمة ، ولكن هذا يدل على أنه من السهل تجاوز القدرات إذا كنت تريد إجابة جملة سريعة ، تم تصميم نميا للتشغيل كعملية في الخلفية تلفظ الجمل التي بعد ذلك يتم التقاطها من قبل البرنامج المُستخدم عند الحاجة ، بعض البرامج لا تستطيع أن تقوم بهذه المهمة و بدلاً من ذلك تقوم بأخذ عينات من البيانات المتدفقة ، ثم تستخدم البيانات للعرض على الشاشة ، ثم أخذ عينات من البيانات مرة أخرى .

اعتمادا على الزمن اللازم لاستخدام البيانات يمكن أن يكون هناك تأخر في الاستجابة لتغيّر البيانات لمدة 4 ثوان بسهولة ، يمكن تجاهل هذا التأخير في بعض التطبيقات ولكنه غير مقبول تماماً في حالات أخرى ، على سبيل المثال ، سيارة تسير بسرعة 60 ميلا في الساعة وسوف تقطع 88 قدم في ثانية واحدة ، العديد من التأخيرات الثانوية يمكن أن تجعل النظام برمته يبدو غير قادر على الاستجابة ، ويمكن أن تكون سبب لك بأن تفوت دورك .

استُحدث المعيار نميا منذ سنوات عديدة (1983)، وشهدت عدة تنقيحات ، لقد تغير البروتوكول كما أن عدد وأنواع الجمل قد تختلف تبعا للإصدار ، معظم أجهزة الاستقبال فهمت المعيار الذي يسمى **0183 version 2** ، هذا المعيار يعطي معدل نقل 4800 b/s ، فهمت بعض أجهزة الاستقبال أيضا المعايير القديمة ، أقدم معيار هو 0180 يليه 0182 بمعدل نقل بيانات1200 b/s . كما تم فهم الإصدار السابق من المعيار 0183 الذي سُمي الإصدار 1.5 من قبل بعض أجهزة الاستقبال ايضا . بعض وحدات Garmin وغيرها من العلامات التجارية يمكن وضعها على 9600 من مخرجات نميا أو أعلى من ذلك وهذا يُنصح إلا إذا كنت قد قررت أن 4800 يعمل بشكل جيد وبعد ذلك يمكنك محاولة تعيينه على سرعة أكبر و تعيينه إلى وضع التشغيل السريع كما يمكنك تحسين استجابة البرنامج .

من أجل استخدام واجهة الجهاز سوف تحتاج إلى سلك موصل ، عموما الأسلاك الموصلة فريدة لنماذج الأجهزة ، لذلك سوف تحتاج إلى كابل لهذه العلامة التجارية بالتحديد ونموذج لوحدتك ، بعض أجهزة الحاسب الحديثة لم تعد تشمل منفذ تسلسلي بل منفذ USB فقط ، لذلك فإن معظم أجهزة استقبال gps تعمل على التسلسل مع محولات USB والمنافذ التسلسلية التي تعلق على محول pcmcia (pc card) ، لاستخدام نميا العام مع جهاز استقبال gps سوف تحتاج زوجين فقط من أسلاك موصلة " البيانات الخارجة من gps والأرض " ، السلك الثالث يستخدم " للبيانات الداخلة " يمكن أن تحتاجه إذا كنت تتوقع أن المستقبل يقوم بقبول البيانات على هذا السلك الموصل مثلاً لتحميل نقاط الطريق أو إرسال بيانات GPS إلى المستقبل .

ويمكن استخدام جهاز استقبال GPS للتفاعل مع أجهزة نميا الأخرى مثل الدليل ، fishfinders، أو حتى مستقبل gps آخر ، يمكنهم أيضا الاستماع إلى مستقبلات المنارة التفاضلية التي يمكن أن ترسل البيانات باستخدام معيار RTCM SC-104 ، هذه البيانات غير متسقة مع متطلبات الأجهزة لبيانات NMEA المدخلة ، كما أنه لا يوجد خطوط مصافحة محددة لنميا .

3-4-4- عبارات NMEA :

يتكون نميا من **عبارات** ، والكلمة الأولى تسمى نوع البيانات و تعرّف تفسير بقية الجملة ، إن كل نوع بيانات له تفسير فريد ويتم تعريفه في معيار NMEA

العبارة GGA على سبيل المثال ، توفر بيانات الإصلاح الأساسية ، قد تكرر بعض العبارات نفس المعلومات ولكن أيضا توفر بيانات جديدة ، أيا كان الجهاز أو البرنامج الذي يقرأ البيانات يمكنك مشاهدة بيانات العبارة التي تريد وببساطة يمكنك تجاهل العبارات الأخرى التي لا تبالي بها .في المعيار نميا لا توجد أوامر للإشارة إلى أن GPS يجب أن يفعل شيئا مختلفا ، لذلك لا يمكن تجاهل أن كل جهاز استقبال يقوم فقط بإرسال كافة البيانات ويتوقع الكثير منه ، بعض أجهزة الاستقبال لديها أوامر داخل الوحدة تحدد مجموعة فرعية من كافة العبارات ، أو في بعض الحالات، إلى أن يتم إرسال العبارات الفردية ، لا توجد وسيلة لإعادة أي إشارة إلى وحدة ما ثانيةً لتعرف ما إذا تم قراءة الجملة بشكل صحيح أو تطلب إعادة ارسال بعض البيانات التي لم تحصل عليها ، بدلا من ذلك تقوم وحدة استقبال باختبار الـ checksum فقط وتجاهل البيانات ، إذا اعتقد أن ال checksum سيء سيتم إعادة إرسال البيانات مرة أخرى في وقت لاحق .

هناك العديد من العبارات في معيار نميا لجميع أنواع الأجهزة التي يمكن استخدامها في البيئة البحرية ، وفيما يلي بعض العبارات التي لها تطبيق في مستقبلات GPS "كل رسالة تبدأ GP " :

- **AAM** - Waypoint Arrival Alarm انذار وصول المعلم
- **ALM** - Almanac data بيانات التقويم
- **APA** - Auto Pilot A sentence العبارة أي للدليل
- **APB** - Auto Pilot B sentence العبارة بي للدليل
- **BOD** - Bearing Origin to Destination صلة أصلية للاتجاه
- **BWC** - Bearing using Great Circle route صلة باستخدام مساردائري عظيم
- **DTM** - Datum being used. المسند المُستخدم
- **GGA** - Fix information معلومات ثابتة
- **GLL** - Lat/Lon data بيانات خطوط الطول / خطوط العرض
- **GRS** - GPS Range Residuals بقايا مدى
- **GSA** - Overall Satellite data جميع بيانات القمر الصناعي
- **GST** - GPS Pseudorange Noise Statistics ثابت ضجيج المدى الزائف
- **GSV** - Detailed Satellite data بيانات القمر التفصيلية
- **MSK** - send control for a beacon receiver ارسال التحكم لمستقبل البيكون
- **MSS** - Beacon receiver status information. معلومات حالة مستقبل بيكون
- **RMA** - recommended Loran data بيانات لوران الموصى بها
- **RMB** - recommended navigation data for gps بيانات الملاحة الموصى بها
- **RMC** - recommended minimum data for gps الحد الاصغري من البيانات
- **RTE** - route message رسالة توجيه
- **TRF** - Transit Fix Data بيانات ثابتة للمرور
- **STN** - Multiple Data ID بيانات متعددة
- **VBW** - dual Ground / Water Spped مزدوجة سرعة المياه الجوفية
- **VTG** - Vector track an Speed over the Ground اتباع التوجيه و سرعة
- **WCV** - Waypoint closure velocity (Velocity Made Good) سرعة إغلاق المعلم
- **WPL** - Waypoint Location information معلومات موقع المعلم
- **XTC** - cross track error خطأ خلال التعقب
- **XTE** - measured cross track error أخطاء مقاسة أثناء التعقب
- **ZTG** - Zulu (UTC) time and time to go (to destination) للوجهة
- **ZDA** - Date and Time البيانات و الوقت

بعض أجهزة الاستقبال لتحديد المواقع مع مخرجات قدرات خاصة وهذه الرسائل الخاصة هي :

- **HCHDG** - Compass output خرج البوصلة
- **PSLIB** - Remote Control for a DGPS receiver التحكم عن بعد بمستقبل النظام التفاضلي

وبالإضافة إلى ذلك يمكن لبعض أجهزة الاستقبال تقليد مستقبلات Loran-C عن طريق إخراج البادئة LC في بعض رسائلهم بحيث أنها يمكن أن تستخدم لتكون واجهة للمعدات التي تنتظر هذه البادئة بدلا من GP السابقة .

وكانت آخر نسخة من الإصدار الثاني للمعيار نميا هي 2.3 ، وأضافت مؤشر النمط لعدة عبارات و الذي يُستخدم للإشارة إلى نوع الإصلاح الحالي للمستقبل ، هذا المؤشر هو جزء من معلومات سلامة الإشارة التي تحتاجها الـ FAA "إدارة الطيران الفيدرالية"، يمكن أن تكون قيمة A = مستقلة ، D = التفاضلي ، E = المقدرة ، N = غير صالحة، S = محاكي ، في بعض الأحيان يمكن أن يكون هناك قيمة فارغة أيضا ، قيم A و D فقط سوف تتوافق مع جملة نشطة وموثوق بها، تمت إضافة هذا الحرف النمطي إلى RMC، RMB، VTG، وGLL، و العبارات اختيارية للبعض الآخر بما في ذلك عبارات BWC و XTE .

إذا قمت بربط وحدة GPS إلى جهاز آخر، بما في ذلك برنامج كمبيوتر، ستحتاج إلى التأكد من أن وحدة الاستقبال تعطي كل العبارات التي يحتاج إليها ، إذا كان يحتاج إلى عبارة الـ GPS الخاص بك لن يرسل لواجهة تلك الوحدة بعد ذلك و من المرجح أن تفشل ، و هذا ارتباط لتلبية احتياجات بعض البرامج النموذجية ، يتم إرسال العبارات بواسطة مستقبلات مثالية من بينها :

جدول 14-4

Name	Garmin	Magellan	Lowrance	SiRF	Notes:
GPAPB	N	Y	Y	N	Auto Pilot B
GPBOD	Y	N	N	N	bearing, origin to destination - earlier G-12's do not transmit this
GPGGA	Y	Y	Y	Y	fix data
GPGLL	Y	Y	Y	Y	Lat/Lon data - earlier G-12's do not transmit this
GPGSA	Y	Y	Y	Y	overall satellite reception data, missing on some Garmin models
GPGSV	Y	Y	Y	Y	detailed satellite data, missing on some Garmin models
GPRMB	Y	Y	Y	N	minimum recommended data when following a route
GPRMC	Y	Y	Y	Y	minimum recommended data
GPRTE	Y	U	U	N	route data, only when there is an active route. (this is sometimes bidirectional)
GPWPL	Y	Y	U	N	waypoint data, only when there is an active route (this is sometimes bidirectional)

نميا 1.5 : بعض الوحدات لا تدعم الإصدار1.5 ، توفر وحدات لورانس القدرة على تخصيص عبارات مخرجات نميا بحيث يمكنك تطوير قدراتها في بناء عبارة محددة خاصة بك :

جدول 4-15

Name	Garmin	Magellan	Notes:
GPAPA	N	Y	Automatic Pilot A
GPBOD	Y	N	bearing origin to destination - earlier G-12's do not send this
GPBWC	Y	Y	bearing to waypoint using great circle route.
GPGLL	Y	Y	lat/lon - earlier G-12's do not send this
GPRMC	Y	N	minimum recommend data
GPRMB	Y	N	minimum recommended data when following a route
GPVTG	Y	Y	vector track and speed over ground
GPWPL	Y	N	waypoint data (only when active goto)
GPXTE	Y	Y	cross track error

- مخرجات نميا 2.3 من Garmin Legend ، Vista ، و غيرها : تشمل العبارات BWC، VTG، XTE .

- مخرجات تريمبل : و تشمل العبارات APA ، APB، BWC، GGA، GLL، GSA، GSV، RMC، RMC، VTG، WCV، XTE، VTG

- مخرجات موتورولا : و تشمل العبارات GGA ، GLL، GSV، RMC، VTG، ZDA بالإضافة إلى عبارة خاصة هي PMOTG

- مخرجات وحدات على أساس شرائح سرف : GGA ، GLL، GSA، GSV، RMC، و vtg ، في الواقع يرتكز سيرف على المخرجات التي يتم اختيارها من قبل برنامج المستخدم أو التطبيق ، وقد عززت بعض التطبيقات قدرات سرف مع العبارات الأخرى أيضا عن طريق تغيير البرامج الثابتة ، على سبيل المثال، مستقبلات u-blox إضافة ZDA وبعض العبارات الخاصة إلى قائمة العبارات .

ترسل أجهزة استقبال غارمين العبارات الملكية التالية:

PGRME (estimated error) - not sent if set to 0183 1.5 خطأ تقديري

PGRMM (map datum) خريطة مسند

PGRMZ (altitude) الارتفاع

PSLIB (beacon receiver control) التحكم بمستقبل المنارة

لاحظ أن غارمين تحول إحداثيات خطوط الطول /العرض التي اختارها المستخدم إلى مسند عند إرسال هذه البيانات ، ويدل على ذلك العبارة الخاصة **PGRMM** ، و هذا يمكن أن يساعد في البرامج التي تستخدم الخرائط مع مساند أخرى ولكن ليس في المعيار NMEA، تأكد من وضع مسند على WGS84 لوحدات غارمين عند الاتصال بأجهزة نميا أخرى.

تحول ماجلان أيضا إحداثيات خطوط الطول /العرض إلى مسند يتم اختياره من قبل المستقبل ولكن لا تشير إلى ذلك في الرسالة ، وحدات ماجلان تستخدم العبارات الخاصة لصيانة معلم و لمهام أخرى ايضاً ، كما أنها تستخدم بادئة **PMGN** لهذه البيانات .

يمكن عرض المعلومات على واجهة NMEA باستخدام برنامج بسيط لمحطة طرفية ، إذا كان برنامج المحطة الطرفية قادر على تسجيل الجلسة يمكنك إنشاء ملف تاريخ الجلسة بأكملها ، كما يمكن لبرامج تسجيل أكثر تطوراً تصفية رسائل عبارات معينة فقط أو تصفية جمع العبارت على الفترات المقررة فقط ، بعض برامج الكمبيوتر التي تقدم عرض في الوقت الحقيقي و logging تحفظ السجل في شكل أسكي يمكن أن يُنظر إليها في محرر النصوص أو استخدامها بشكل مستقل عن البرنامج الذي ولدت فيه .

4-4-4- مدخلات NMEA :

بعض الوحدات تدعم أيضا نمط إدخال NMEA، في حين العديد من البرامج لا تدعم هذا النمط بل تقدم وسيلة موحدة لتحديث أو إضافة بيانات المعلم والطريق ، لاحظ أنه لا يوجد مصافحة أو أوامر في وضع NMEA لذلك أنت ترسل البيانات في العبارة الصحيحة فقط وسوف تقبل وحدة البيانات إضافة أو كتابة المعلومات في الذاكرة ، إذا لم تكن البيانات بالشكل الصحيح يمكن تجاهلها ببساطة ، مطلوب تسلسل تغذية خط / ارجاع حمل ، إذا تكرر اسم المعلم نفسه سوف يتم الكتابة فوق البيانات الموجودة ولن تُصدِر أي تحذير ، بناء العبارة مطابق لتنزيلات الوحدة بحيث يمكنك ، على سبيل المثال، التقاط الجملة WPL من وحدة واحدة وبعد ذلك ترسل هذه الجملة نفسها إلى وحدة أخرى ولكن تاكد أن الوحدتين لا تدعمان أسماء معالم بأطوال مختلفة لأن وحدة الاستقبال قد تقتطع الاسم وتكتب معلم خاطئ ، إذا قمت بإنشاء العبارة من الصفر عليك إنشاء الاختبار الصحيح ، و تأكد أنك وضعت وحدتك على مسند صحيح ، العديد من الوحدات تدعم عبارات الإدخال WPL وعدد قليل منها يدعم RTE .
يقوم المستقبل بتخزين المعلومات على مدخلات NMEA اعتماداً على تفسير العبارة نفسها ، في حين أن بعض أجهزة الاستقبال تقبل مدخلات NMEA قياسية وهذه لا يمكن أن تُستخدم إلا لتحديث معلم أو ما شابه ذلك ولا تُستخدم لإرسال الأوامر إلى وحدة ، عبارات المدخلات الخاصة يمكن أن تُستخدم لإرسال الأوامر ، في حين ان بروتوكول تحميل وصيانة تحميل ماجلان يستند على عبارات NMEA التي تدعم رسالة WPL المُعَدّلة التي تضيف (تعليقات ، الارتفاع ، وبيانات رمز) .

قد تقبل بعض الوحدات البحرية المدخلات لأجهزة الإنذار مثل المياه العميقة أو الضحلة على أساس العبارة DPT أو MTW لقراءة درجة حرارة الماء ، على سبيل المثال ، خريطة غارمين 76 تدعم عبارات الإدخال DPT ، MTW (درجة الحرارة) و VHW (السرعة) ، قد تستخدم وحدات أخرى مدخلات NMEA لتوفير بيانات التهيئة عبر العبارات الخاصة ، أو لاختيار عبارات خرج NMEA.

5-4-4- فك تشفير عبارات الموقع المحدد:

تشمل العبارات الأكثر أهمية في نميا :

- **GGA** : توفر بيانات الإصلاح الحالية .
- **RMC**: توفر الحد الأدنى من معلومات عبارات GPS .
- **GSA**: توفر بيانات حالة الأقمار الصناعية.
- **GGA**: توفر بيانات الإصلاح الأساسية التي توفر بيانات الموقع ودقة 3D .

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال لعبارة GGA :

```
$GPGGA,123519,4807.038,N,01131.000,E,1,08,0.9,545.4,M,46.9,M,,*47
Where:
    GGA          Global Positioning System Fix Data
    123519       Fix taken at 12:35:19 UTC
    4807.038,N   Latitude 48 deg 07.038' N
    01131.000,E  Longitude 11 deg 31.000' E
    1            Fix quality: 0 = invalid
                              1 = GPS fix (SPS)
                              2 = DGPS fix
                              3 = PPS fix
                              4 = Real Time Kinematic
                              5 = Float RTK
                              6 = estimated (dead reckoning) (2.3        feature)
                              7 = Manual input mode
                              8 = Simulation mode
    08           Number of satellites being tracked
    0.9          Horizontal dilution of position
    545.4,M      Altitude, Meters, above mean sea level
    46.9,M       Height of geoid (mean sea level) above   WGS84ellipsoid
    (empty field) time in seconds since last DGPS update
    (empty field) DGPS station ID number
    *47          the checksum data, always begins with *
```

إذا كان ارتفاع geoid مفقود يجب أن يكون هناك ارتفاع مشتبه به ، وتفيد بعض التطبيقات غير القياسية بالارتفاع الإهليلجي بدلا من ارتفاع geoid ، بعض الوحدات لا تبلغ ارتفاعات سلبية على الإطلاق ، العبارة الوحيدة التي تفيد الارتفاع مذكورة في المثال أعلاه .

- **GSA** : GPS DOP " التخفيف من دقة GPS " والأقمار الصناعية النشطة ، توفر هذه العبارة جملة من التفاصيل حول طبيعة الإصلاح ويشمل أعداد الأقمار الصناعية المستخدمة في الحل الحالي و DOP ، إن DOP هو دلالة على تأثير الهندسة الفضائية على دقة الإصلاح ، وهو رقم الكمية اللابعدية حيث الأصغر أفضل ، لإصلاحات 3D باستخدام 4 أقمار سيعتبر 1.0 هو الافضل .

هناك اختلافات في الطريقة التي يتم بها عرض ملف الطباعة PRN والتي يمكن أن تؤثر على قدرة بعض البرامج لعرض هذه البيانات ، ففي المثال الموضح أدناه هناك 5 أقمار صناعية تشارك في حل الموقع وتنشر حقول فارغة مما يدل على أن بيانات التقويم سوف تُظهر الأقمار الصناعية في مواقع خالية لم يتم استخدامها كجزء من هذا الحل ، إن مستقبلات أخرى يمكن أن تُخرج كل الأقمار الصناعية المُستخدمة في بداية العبارة مع حقل فارغ و تقوم بتكديس كل شيئ في النهاية ، ويمثل هذا الفرق لبعض برامج عرض الأقمار الصناعية التي لا تكون دائما قادرة على عرض تعقب الأقمار الصناعية ، قد تُظهر بعض الوحدات جميع الأقمار الصناعية التي تحتوي على بيانات التقويم الفلكي دون اعتبار لاستخدامها كجزء من الحل ولكن هذا غير قياسي .

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة GSA :

$GPGSA,A,3,04,05,,09,12,,,24,,,,,2.5,1.3,2.1*39

Where:

GSA	Satellite status
A	Auto selection of 2D or 3D fix (M = manual)
3	3D fix - values include: 1 = no fix 2 = 2D fix 3 = 3D fix
04,05...	PRNs of satellites used for fix (space for 12)
2.5	PDOP (dilution of precision)
1.3	Horizontal dilution of precision (HDOP)
2.1	Vertical dilution of precision (VDOP)
*39	the checksum data, always begins with *

- **GSV**: إن بيانات View shows للأقمار الصناعية حول الأقمار الصناعية تبين أنها قد تكون قادرة على العثور على الوحدة استنادا إلى بيانات viewing mask and almanac ، لكنه يُظهر أيضا القدرة الحالية لتعقب هذه البيانات ، لاحظ أن عبارة GSV واحدة فقط يمكن أن توفر البيانات لأقمار يصل عددها إلى 4 أقمار صناعية ، وبالتالي قد تحتاج إلى ثلاثة عبارات للحصول على كامل المعلومات ، فمن المعقول لجملة GSV احتواء عدد من الأقمار الصناعية أكثر من GGA ، قد تشير GSV إلى الأقمار الصناعية التي لا يتم استخدامها كجزء من الحل ، ليس شرطا أن تظهر الجمل GSV كل التسلسل ، لتجنب إثقال نطاق تمرير بيانات بعض أجهزة الاستقبال قد وُضع عبارات مختلفة في عينات مختلفة تماما حتى تتمكن كل عبارة من تعريف نفسها .

الحقل الذي يدعى **SNR** (نسبة الاشارة الى الضجيج) في المعيار NMEA غالباً ما يُشار إليه على أنه قوة الإشارة SNR هو قيمة غير مباشرة ولكنها أكثر فائدة من قوة الإشارة الخام ، ويمكن أن تتراوح بين " 0 → 99 " ويعبر عنه بواحدت الديسيبل dB وفقا لمعيار NMEA ، ولكن الشركات المصنعة المختلفة تقوم بإرسال نطاقات مختلفة من الأرقام مع أرقام بداية مختلفة بحيث لا يمكن بالضرورة أن تستخدم نفس القيم لتقييم وحدات مختلفة ، تظهر مجموعة قيم عمل معينة في GPS عادة بفارق حوالي 25 إلى 35 بين أدنى

وأعلى القيم ، على أية حال أن يكون الفارق 0 بين أعلى و أدنى قيمة يعتبر حالة خاصة ، ويمكن أن يظهر ال 0 على الأقمار الصناعية التي هي في العرض ولكن لا يجري تعقبها .

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة GSV :

$GPGSV,2,1,08,01,40,083,46,02,17,308,41,12,07,344,39,14,22,228,45*75

Where:
GSV Satellites in view
2 Number of sentences for full data
1 sentence 1 of 2
08 Number of satellites in view

01 Satellite PRN number
40 Elevation, degrees
083 Azimuth, degrees
46 SNR - higher is better
for up to 4 satellites per sentence
*75 the checksum data, always begins with *

- **RMC** إن نميا تملك إصدار خاص من بيانات GPS PVT (الموقع والسرعة والوقت) ، و تدعى RMC والموصى بها الدنيا، والتي سوف تبدو مشابهة لـ:

$GPRMC,123519,A,4807.038,N,01131.000,E,022.4,084.4,230394,003.1,W*6A

Where:
RMC Recommended Minimum sentence C
123519 Fix taken at 12:35:19 UTC
A Status A=active or V=Void.
4807.038,N Latitude 48 deg 07.038' N
01131.000,E Longitude 11 deg 31.000' E
022.4 Speed over the ground in knots
084.4 Track angle in degrees True
230394 Date - 23rd of March 1994
003.1,W Magnetic Variation
*6A The checksum data, always begins with *

لاحظ أنه اعتباراً من الإصدار 2.3 لنميا هناك حقل جديد في نهاية العبارة RMC قبيل الاختبار .

- **GLL** خطوط الطول والعرض الجغرفية هي عبارة عن بيانات مستمرة من لوران وبعض الوحدات القديمة قد لا ترسل الزمن وبيانات المعلومات النشطة إذا كانت محاكاة لبيانات لوران ، إذا كان GPS هو محاكاة لبيانات لوران تُستخدم البادئة LC بدلا من بادئة GP.

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة GLL :

```
$GPGLL,4916.45,N,12311.12,W,225444,A,*1D
```

Where:

GLL	Geographic position, Latitude and Longitude
4916.46,N	Latitude 49 deg. 16.45 min. North
12311.12,W	Longitude 123 deg. 11.12 min. West
225444	Fix taken at 22:54:44 UTC
A	Data Active or V (void)
*iD	checksum data

لاحظ أنه اعتباراً من ال 2.3 من NMEA ، هناك حقل جديد في نهاية الجملة GLL قبيل الاختبار .

- **VMG** جعل السرعة جيدة ، قد يستخدم جهاز استقبال GPS البادئة LC بدلا من GP إذا كان محاكاة لخرج لوران .

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة VTG :

```
$GPVTG,054.7,T,034.4,M,005.5,N,010.2,K*48
```

where:

VTG	Track made good and ground speed
054.7,T	True track made good (degrees)
034.4,M	Magnetic track made good
005.5,N	Ground speed, knots
010.2,K	Ground speed, Kilometers per hour
*48	Checksum

لاحظ أنه اعتباراً من ال 2.3 من NMEA ، هناك حقل جديد في نهاية الجملة VTG قبيل الاختبار .
تعتبر أجهزة الاستقبال جيدة عندما لا يكون لديها جدول الانحراف المغناطيسي (الاختلاف) التي بُنيت فيه وفارغة من المسار المغناطيسي .

6-4-4- فك شيفرة بعض عبارات الملاحة:

و فيما يلي سنذكر بعض عبارات الملاحة :

- **WPL** توفر بيانات موقع المعلم بيانات المعلم الأساسية ، تُستخدم للإخراج عندما تكون الملاحة لتوجيه البيانات حول الاتجاه ويدعم أحيانا مدخلات لإعادة تعريف موقع المعلم ، لاحظ أن بيانات المعلم على النحو المحدد في المعيار لا تجد الارتفاع ، والتعليقات، أو بيانات رمز ، عندما يكون الطريق نشط ، يتم إرسال هذه العبارة مرة واحدة لكل معلم في الطريق، على التسلسل ، عندما يتم

الإبلاغ عن كل نقاط الطريق ، يتم إرسال العبارة **RTE** في مجموعة البيانات التالية ، لاحظ انه في أي مجموعة من العبارات سيتم إرسال عبارة WPL أو RTE واحدة فقط .

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة WPL :

$GPWPL,4807.038,N,01131.000,E,WPTNME*5C

With an interpretation of:

WPL	Waypoint Location
4807.038,N	Latitude
01131.000,E	Longitude
WPTNME	Waypoint Name
*5C	The checksum data, always begins with *

- **AAM** يتم إنشاء انذاروصول المعلم من قبل بعض الوحدات للإشارة إلى حالة الوصول (دخول دائرة وصوله، أو عبور من خط عمودي) على جهة المعلم .

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة AAM :

$GPAAM,A,A,0.10,N,WPTNME*32

Where:

AAM	Arrival Alarm
A	Arrival circle entered
A	Perpendicular passed
0.10	Circle radius
N	Nautical miles
WPTNME	Waypoint name
*32	Checksum data

- **BOD** العنوان من المصدر إلى الوجهة و تُظهر زوايا العنوان على الخط ، وتُحسب على المعلم الأصلي ، وتمتد حتى تشمل المعلم الوجهة من معالم مرحلة الملاحة النشطة من الرحلة.

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة BOD :

$GPBOD,045.,T,023.,M,DEST,START*01

where:

BOD	Bearing - origin to destination waypoint
045.,T	bearing 045 True from "START" to "DEST"

023.,M	bearing 023 Magnetic from "START" to "DEST"
DEST	destination waypoint ID
START	origin waypoint ID
*01	checksum

- **BWC** العنوان والمسافة إلى المعلم باستخدام طريق الدائرة العظمى ، الوقت (بالتوقيت العالمي) والمسافة والعنوان الى ، والموقع ، المعلم المحدد للموقع الراهن على طول مسار دائرة كبيرة.

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة BWC :

```
$GPBWC,225444,4917.24,N,12309.57,W,051.9,T,031.6,M,001.3,N,004*29
```

where:

BWC	Bearing and distance to waypoint - great circle
225444	UTC time of fix 22:54:44
4917.24,N	Latitude of waypoint
12309.57,W	Longitude of waypoint
051.9,T	Bearing to waypoint, degrees true
031.6,M	Bearing to waypoint, degrees magnetic
001.3,N	Distance to waypoint, Nautical miles
004	Waypoint ID
*29	checksum

- **RMB** يتم إرسال عبارة الملاحة الأصغرية الموصى بها كلما تم تنشيط الطريق أو الـ goto ، في بعض الأنظمة يتم إرساله طوال الوقت مع بيانات فارغة ، علم إنذار الوصول يشبه ناقوس خطر الوصول داخل الوحدة ويمكن فك تشفيره لقيادة إنذار خارجي ، لاحظ استخدام بادئة الأصفار في هذه الرسالة للحفاظ على تباعد الأحرف ، ويتم هذا، على ما أعتقد، لأن بعض الأدلة تعتمد على تباعد أحرف محدد .

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة RMB :

```
$GPRMB,A,0.66,L,003,004,4917.24,N,12309.57,W,001.3,052.5,000.5,V*20
```

where:

RMB	Recommended minimum navigation information
A	Data status A = OK, V = Void (warning)
0.66,L	Cross-track error (nautical miles, 9.99 max), steer Left to correct (or R = right)
003	Origin waypoint ID
004	Destination waypoint ID
4917.24,N	Destination waypoint latitude 49 deg. 17.24 min. N
12309.57,W	Destination waypoint longitude 123 deg. 09.57 min. W

001.3	Range to destination, nautical miles (999.9 max)
052.5	True bearing to destination
000.5	Velocity towards destination, knots
V	Arrival alarm A = arrived, V = not arrived
*20	checksum

- **RTE** يتم إرسال RTE للإشارة إلى أسماء المعالم المُستخدمة في مسار رحلة نشطة، هناك نوعان من الجمل RTE، إمّا أن تدون جميع المعالم على طول الطريق أو أن تشكل قائمة بالمعالم التي لا تزال أمامها ، لأن عبارة NMEA تقتصر على 80 حرف قد تحتاج إلى أن تشكل تعدد عبارات لتحديد جميع المعالم ، البيانات حول المعالم سوف ترسل نفسها في عبارات WPL اللاحقة التي سيتم إرسالها في الدورات المقبلة من بيانات NMEA.

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة RTE :

```
$GPRTE,2,1,c,0,W3IWI,DRIVWY,32CEDR,32-29,32BKLD,32-I95,32-US1,BW-32,BW-198*69
```

Where:

RTE	Waypoints in active route
2	total number of sentences needed for full data
1	this is sentence 1 of 2
c	Type c = complete list of waypoints in this route w = first listed waypoint is start of current leg
0	Route identifier
W3IWI,...	Waypoint identifiers (names)
*69	checksum

- **XTE** قياس الخطأ عبر المسار هو مجموعة فرعية صغيرة من رسالة RMB من أجل التوافق مع بعض المعدات القديمة المصممة للعمل مع لوران ، لاحظ أن نفس القيود الموجودة في لوران تنطبق على هذه الرسالة فمن المتوقع أن يتم فك الشفرة من قبل الدليل أيضا.

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة XTE :

```
$GPXTE,A,A,0.67,L,N*6F
```

Where:

XTE	Cross track error, measured
A	General warning flag V = warning (Loran-C Blink or SNR warning)
A	Not used for GPS (Loran-C cycle lock flag)
0.67	cross track error distance
L	Steer left to correct error (or R for right)
N	Distance units - Nautical miles
*6F	checksum

7-4-4- عبارات أخرى قد تكون مفيدة:

- **ALM** بيانات التقويم لـ GPS ويحوي رقم الأسبوع لـ GPS ، وصحة الأقمار الصناعية وبيانات تقويم كاملة لقمر واحد ، قد ينقل رسائل متعددة ، واحدة لكل قمر صناعي في كوكبة نظام GPS بحد أقصى 32 رسالة ، لاحظ أن هذه العبارات يمكن أن تستغرق وقتا طويلا للإرسال بحيث لا يتم إرسالها عادة تلقائيا من قبل مستقبل GPS ، لاحظ أن هذه العبارة تكسر قاعدة الـ 80 حر ، لاحظ أيضا أن هذه الجملة كثيرا ما قبلت كدخل بحيث يمكنك التحميل المسبق لبيانات تقويم جديد في المُستقبِل.

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة ALM :

```
$GPALM,A.B,C.D,E,F,hh,hhhh,...
```

Where:

ALM	Almanac Data being sent
A	Total number of messages
B	Message number
C	Satellite PRN number
D	GPS week number (0-1023)
E	Satellite health (bits 17-24 of message)
F	eccentricity
hh	t index OA, almanac reference time
hhhh	sigma index 1, inclination angle
...	OMEGADOT rate of right ascension
	SQRA(A) root of semi-major axis
	Omega, argument of perigee
	Omega index 0, longitude of ascension node
	M index 0, mean anomaly
	a index f0, clock parameter
	a index f1, clock parameter

- **HCHDG** خرج البوصلة و يستخدم في Garmin etrex summit ، Vista ، ومستقبلات 76S لإخراج قيمة بوصلة تدفق البوابة الداخلية ، تُظهر العنوان المغناطيسي فقط والاختلاف المغناطيسي في الرسالة.

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة HCHDG :

```
$HCHDG,101.1,,,7.1,W*3C
```

where:

HCHDG	Magnetic heading, deviation, variation
101.1	heading
,,	deviation (no data)
7.1,W	variation

- **ZDA** البيانات والوقت

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة ZDA :

```
$GPZDA,hhmmss.ss,dd,mm,yyyy,xx,yy*CC
$GPZDA,201530.00,04,07,2002,00,00*60
```

where:

hhmmss	HrMinSec(UTC)
dd,mm,yyy	Day,Month,Year
xx	local zone hours -13..13
yy	local zone minutes 0..59
*CC	checksum

- **MSK** التحكم بمستقبل المنارة

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة MSK :

```
$GPMSK,318.0,A,100,M,2*45
```

where:

318.0	Frequency to use
A	Frequency mode, A=auto, M=manual
100	Beacon bit rate
M	Bitrate, A=auto, M=manual
2	frequency for MSS message status (null for no status)
*45	checksum

- **MSS** حالة مستقبل المنارة

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة MSS :

```
$GPMSS,55,27,318.0,100,*66
```

where:

55	signal strength in dB
27	signal to noise ratio in dB
318.0	Beacon Frequency in KHz
100	Beacon bitrate in bps
*66	checksum

8-4-4- العبارات الخاصة:

إما أن تكون مخرجات من نظام gps أو أن يتم استخدامها كدخل للتحكم بالمعلومات ، دائما تبدأ مع P يليه 3 أحرف أساسية وأحرف إضافية لتحديد نوع العبارة .

سرف SiRF :

شرائح خط سرف تدعم عدة عبارات إدخال تسمح للمستخدم بتخصيص سلوك الرقاقة ، وبالإضافة إلى ذلك سرف لديها بروتوكول ثنائي أكثر قوة حيث تسمح لتطبيقات مختلفة بأن تأخذ سلوك مختلف تماماً ، على أي حال ، إن معظم التطبيقات لا تحاول تخصيص السلوك و بالتالي فإن المستخدم سوف يحتاج إلى أن يتأكد من استخدامه للتخصيص المناسب للتطبيق الذي سيتعامل معه .هناك 5 عبارات دخل تبدأ ب $PSRF يليها ثلاثة خانات ، كل عبارة تأخذ كمية صالحة من حقول الإدخال التي يجب أن تكون موجودة ، و ليس من الحقول الفارغة ، و تنتهي مع تسلسل المعيار CR/LF ، و الاختبار هنا مطلوب .

و سنذكر بعض العبارات الخاصة بسيرف فيما يلي :

- العبارات **100** و **102** تحدد المنافذ التسلسلية ، 100 تحدد الميناء الرئيسي بينما 102 تحدد DGPS على منفذ الإدخال B ، العبارة 100 لديها حقل إضافي يمكن استخدامه للتبديل الواجهة إلى النمط الثنائي ، يتطلب النمط الثنائي 8 بت، 1 بت توقف، دون بت تكافؤ ، هناك أمر في الوضع الثنائي يُحول الواجهة إلى نميا مجدداً ، لا تستخدم الأمر نميا للتبديل إلى النمط الثنائي إن لم يكن لديك القدرة على التبديل مرة أخرى ، يمكنك أن تجعل نظام GPS الخاص بك غير قابلة للتنفيذ .

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارات سيرف الخاصة 100 و 102 :

```
$PSRF100,0,9600,8,1,0*0C
 $PSRF102,9600,8,1,0*3C

where
  $PSRF100
  0       0=SiRF, 1=NMEA  - This is where the protocol is changed.
  9600    b/s rate 4800, 9600, 19200, 38400
  8       7, 8 Databits
  1       0, 1 Stopbits
  0       0=none, 1=odd, 2=even Parity
  *0C     checksum
```

- العبارتين **101** و **104** يمكن استخدامها لتهيئة القيم التي سيتم استخدامها من قبل GPS ، التزويد بهذه القيم يمكّن من اختصار وقت القفل الأولي، إذا تم ضبط الساعة إلى 0 سيتم الانتقال إلى النمط الافتراضي الداخلي ، العبارة 101 توفر بيانات في صيغة ECEF الداخلي (توسيط الأرض، والأرض الثابتة) بالأمتار في حين العبارة 104 توفر البيانات في شكل خطوط الطول / العرض التقليدية.

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة 104 :

```
$PSRF101,-2686700,-4304200,3851624,95000,497260,921,12,3*22
 $PSRF104,37.3875111,-121.97232,0,95000,237759,922,12,3*3A

where
  $PSRF104
  37.3875111 Latitude in degrees
  -121.97232  Longitude in degrees
  0           Ellipsoid Altitude in meters
  95000       Clock offset
  237759      GPS Time of Week in seconds
  922         GPS Week Number
  12          Channel count (1 to 12)
  3           Reset config where
              1 = warm start, ephemeris valid
              2 = clear ephemeris, warm start (First Fix)
             3 = initialize with data, clear ephemeris
             4 = cold start, clear all data
             8 = cold start, set factory defaults
  *3A         checksum
```

- العبارة **103** تستخدم للتحكم بتحديد عبارات NMEA التي سيتم إرسالها وفي اغلب الأحيان تتحكم بطريقة الإرسال ايضاً ، يتم التحكم بكل نوع من العبارات بشكل فردي ، إذا تم تعيين بت الاستعلام سيستجيب الـ GPS عن طريق إرسال هذه الرسالة في الثانية المقبلة بغض النظر عن المعدل المحدد ، لاحظ أنه إذا كانت الطاقة قيد الاستخدام منخفضة (يمكن وضعها فقط في الوضع الثنائي) فإن معدل التحديث الفعلي سيكون أقل بعدة بمرات من معدل التحديث الذي تم تحديده مسبقاً مما قد يعني أنه سيتم إرسال البيانات بشكل أقل بكثير مما هو مقرر لها .

و فيما يلي برنامج بسيط كمثال على عبارة 104 :

```
$PSRF103,05,00,01,01*20

where
  $PSRF103
  05      00=GGA
          01=GLL
          02=GSA
          03=GSV
          04=RMC
          05=VTG
  00      mode, 0=set rate, 1=query
  01      rate in seconds, 0-255
  01      checksum 0=no, 1=yes
```

*20 checksum

- العبارة **105** تسيطر على نمط التصحيح الذي يسبب الإبلاغ عن أي أخطاء يمكن أن تتواجد مع البيانات المدخلة في GPS ، الـ $PSRF105,1*3E تجعل التصحيح إلى الوضع ON في حين أن $PSRF105,00*3F ستجعله على الوضع OFF .

4-4-9- جداول العينات :

وسيتم تعديل هذه الجداول عندما يتم تنشيط الطريق مع إدراج بيانات تحديد الطريق.

UBlox

$GPRMC,162254.00,A,3723.02837,N,12159.39853,W,0.820,188.36,110706,,,A*74
$GPVTG,188.36,T,,M,0.820,N,1.519,K,A*3F
$GPGGA,162254.00,3723.02837,N,12159.39853,W,1,03,2.36,525.6,M,-25.6,M,,*65
$GPGSA,A,2,25,01,22,,,,,,,,,,2.56,2.36,1.00*02
$GPGSV,4,1,14,25,15,175,30,14,80,041,,19,38,259,14,01,52,223,18*76
$GPGSV,4,2,14,18,16,079,,11,19,312,,14,80,041,,21,04,135,25*7D
$GPGSV,4,3,14,15,27,134,18,03,25,222,,22,51,057,16,09,07,036,*79
$GPGSV,4,4,14,07,01,181,,15,25,135,*76
$GPGLL,3723.02837,N,12159.39853,W,162254.00,A,A*7C
$GPZDA,162254.00,11,07,2006,00,00*63

ملاحظات :

- انها وحدة ب 16 قناة و تُظهر 4 عبارات GSV .
- يتم القبض على العبارات بمعدل 9600 b/s ، و بعضها يُفقد في 4800 .
- أقمار WAAS يمكن أن تُستخدم للقياس المدى حتى لو كان الـ WAAS على الوضع off .

4-5- برنامج u-center:

برمجية تتيح للمستخدمين تقييم و اختبار رقائق ووحدات u-blox GNSS للملاحة و تحديد المواقع ، كما يوفّر برمجية لتكامل النظم والمستخدمين النهائيين مع وسيلة سريعة وبسيطة للتواصل مع شرائح ووحدات و ألواح u-blox GNSS ، حيث يمكّن من (سهولة التقييم - اختبار الأداء - تطويروتصحيح شرائح ووحدات تحديد الموقع GNSS - يسمح باتصال سهل لمنتجات u-blox) ، ويوفر مجموعة من الميزات لعرض وتسجيل وتحليل الأداء .

وتشمل الميزات:

- دعم أجهزة استقبال الـ u-blox باستخدام تكنولوجيا تحديد المواقع u-blox و بروتوكول UBX أو بروتوكول NMEA معيار 0183 .
- دعم أجهزة الاستقبال التي تستخدم سلاسل نميا القياسية .
- يعرض جميع المعلومات التي تم جمعها أثناء تشغيل جهاز GNSS ، و يمكن رصد جميع بيانات GNSS (الموقع والسرعة والوقت وتتبع الأقمار الصناعية، الخ) وتسجيلها بموجب سيناريوهات الاختبار المختلفة لتقييم جهاز استقبال معين ، كما يسمح بتحليل البيانات التي تم جمعها من أجل التحقيق في قضايا الأداء مثل الدقة وتتبع الأقمار الصناعية ووقت الإصلاح الأول، يمكن أن يتم التقاط جميع البيانات التي تمت معالجتها في شكل ASCII و تحوّل إلى شكل جداول بيانات لتأمين إحصائيات إضافية .
- يوفّر كاميرا عرض .
- إمكانية تصدير ملفات البيانات إلى google earth و google map .
- يدعم كل من AssistNow Online و AssistNow Offline .
- تسجيل البيانات و وظيفة التشغيل .
- تصوير البيانات في الوقت الحقيقي عن طريق الرسوم الهيكلية و البيانية .
- تصدير وظائف لتطبيقات الكمبيوتر القياسية.
- يعرض مناظر كوكبة الأقمار الصناعية، البوصلة، الساعة ، مقياس الارتفاع ، عداد السرعة ، معلومات الأقمار الصناعية و GNSS .

4-5-1-البدء في العمل :

معلومات عامة حول عرض القيم

- عرض خط الطول / العرض وفقاً لمعطيات محددة في جهاز GNSS (WGS -84) يمكن تعيين هذا الخيار باستخدام رسالة UBX - CFG -DAT .
- عرض الوقت مع الإشارة إلى UTC "urban traffic control" .
- عرض الارتفاع : و له شكلين :
  - **MSL** (الارتفاع فوق المستوى الوسطي للبحر أو Orthometric الارتفاع)
  - **HAE** (الارتفاع فوق - WGS -84 الإهليلجي)

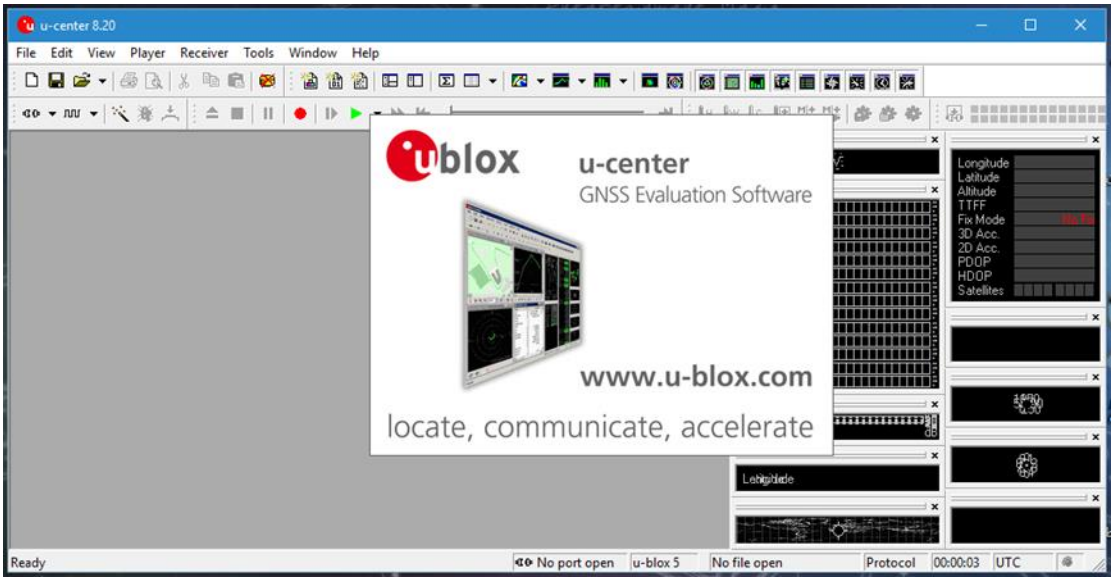
توصيل شريحة u-blox بالكمبيوتر :

يمكن ربطها بجهاز الكمبيوتر بوصلة USB أو كبل تسلسلي باستخدام مزيحات مستوى RS-232 مناسبة.

العرض الاول للبرنامج :

يستخدم هذا البرنامج مكتبات الارتباط الحيوي DLL " dynamic link libraries " .

يتم الوصول إلى البرنامج من قائمة إبدأ – كافة البرامج – u-blox – u-center و سوف يكون العرض الأول على الشكل التالي :

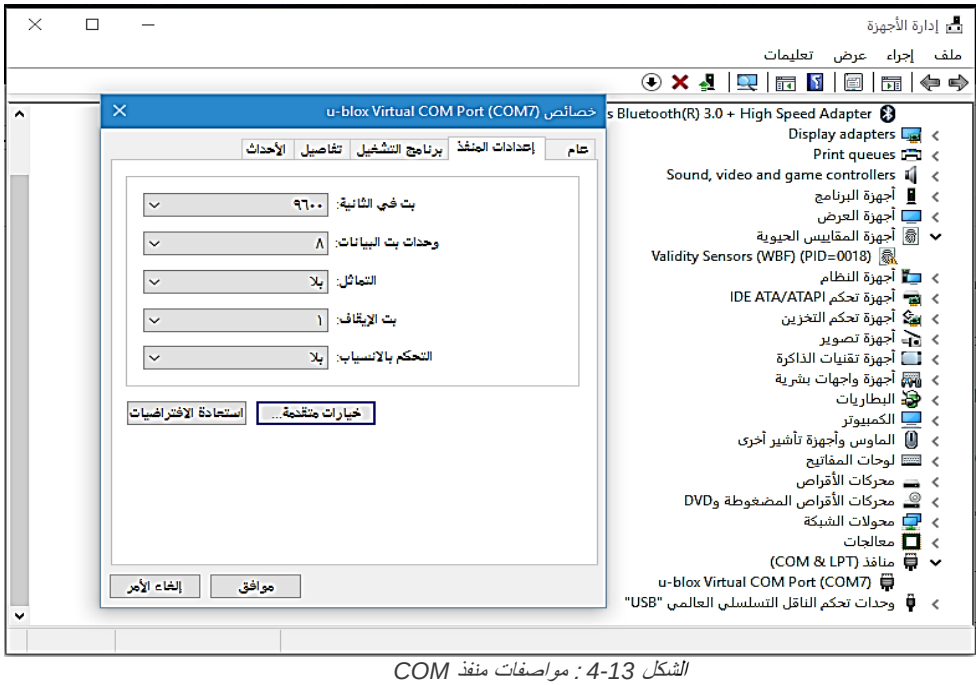


الشكل 12-4 : العرض الاول للبرنامج

الوصل مع جهاز الاستقبال :

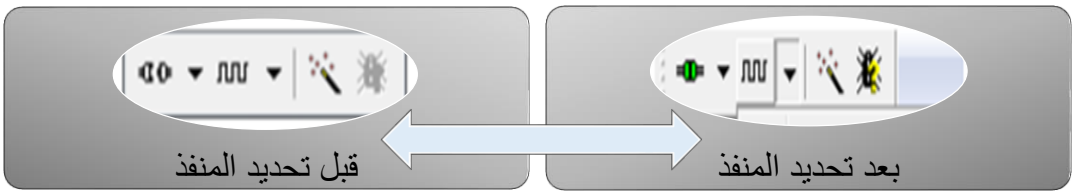
1- تحديدي المنفذ:

لاحظ وجود أيقونة تشبه " مقبس / منفذ متباعدين " في أعلى يسار الشاشة انقر على السهم بجانبها تظهر قائمة مع كافة منافذ COM المتوفرة ، حدد منفذ COM المناسب لتوصيل جهاز الاستقبال .



الشكل 4-13 : مواصفات منفذ COM

إذا كان إنشاء الوصلة ممكناً ، فإن رمز الأيقونة السابقة يصبح " مقبس / منفذ متداخلين و يتحول إلى اللون الأخضر " .

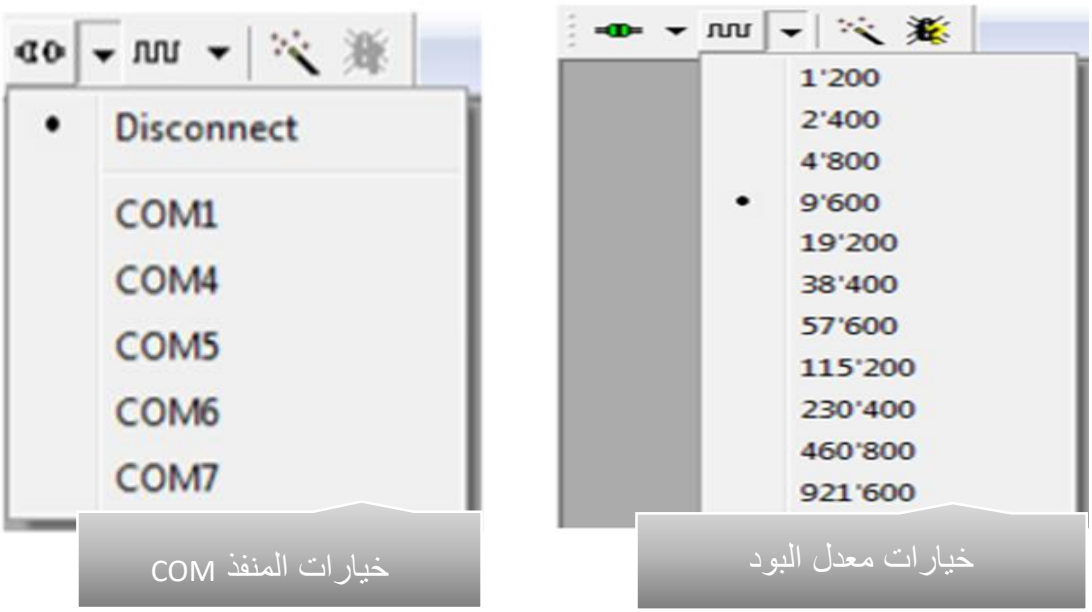


الشكل 4-14 : تغير شكل الايقونة

كما يتحوّل النص في شريط الحالة من **Disconnecting** إلى COM6 9600 أو ما شابه حسب المنفذ الذي قُمت بتحديده ، و هذا لا يعني ان الاتصال فعّال و لكن يضمن لك أن المنفذ قابل للفتح .

2- تحديد معدل البود :

لاحظ وجود ايقونة على شكل قطار من نبضات مستطيلة بجانب أيقونة " مقبس منفذ " السابقة ، انقر على السهم بجانب هذه الأيقونة فتظهر قائمة بكل معدلات البود المتوفرة ، حدد البود المناسب لاتصالك " عادةً 9600 بود " .
إن برنامج u-center قادر على فك رموز البيانات من جهاز الاستقبال .
الآن يُظهر شريط الحالة وميض أخضر و هذا يدل على أن تاسيس الاتصال تم بنجاح و التواصل بين جهاز الاستقبال و البرنامج يجري على قدمٍ و ساق .



الشكل15-1 : الخيارات

الآن أصبحت جاهزاً لاستخدام جهازك .

2-5-4- هندسة البرمجيات:

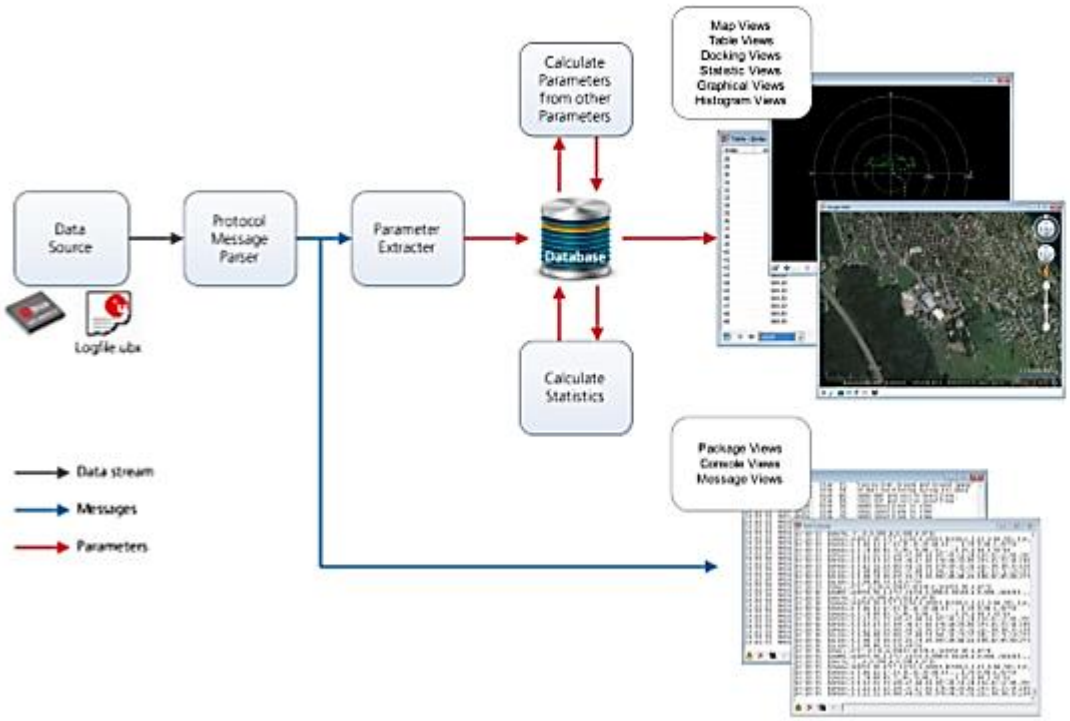
يحصل البرنامج على تدفق البيانات من أي منفذ COM " المنطقي " أو ملف سجل و يحولها إلى رسائل بروتوكول ، يتم استخراج المعلَمات من هذه الرسائل ذات الصلة و إدراجها في مجموعة البيانات الحالية في قاعدة البيانات في ورقة العمل الحالي ، ويتم حساب القيم الإحصائية من المعلمات ، يتم احتساب الحد الأدنى والحد الأقصى للانحراف المعياري لمعظم المعلمات ، إذا لم يوفر البرتكول اي معلومات سيحاول البرنامج حساب معلمه من البيانات المتوفرة ، على سبيل المثال إذا كانت السرعة متوفرة ، يقوم بحساب السرعة فوق الأرض .

عندما يتم اكتشاف بيانات جديدة (متغييرة مع الزمن) ، يتم تخزين البيانات الحالية كتاريخ في قاعدة البيانات لهذا التاريخ حجم محدود " قابل للتعديل " ، إذا تم تجاوز قدرة البرنامج على الحفظ يتم إزالة البيانات الأكثر قدماً

و يوفر عدة أشكال لعرض البيانات :

- عرض على رسالة
- عرض أشكال تخطيطية
- عرض ضمن جداول
- عرض ضمن نوافذ

سوف نستخدم طريقة العرض ضمن نوافذ ، و يوفر نافذة لكل من (البوصلة ، الخريطة ، الارتفاع و السرعة و خطوط طول/عرض) بالاضافة إلى نافذة أخرى تبيّن استطاعة الاشارة و وصف للأقمار الصناعية التي تم التقاط اشارتها من قبل الجهاز .



الشكل16-4: البنية الهندسية

وحدة تشفير الالوان للعرض ضمن نوافذ :

تُبيّن حالة كل قمر و تختلف دلالات الالوان حسب طريقة العرض المستخدمة .

جدول4-15

Color	Meaning
Green	Satellite used in navigation (with Ephemeris)
Olive	Satellite used in navigation (with Ephemeris and PPP)
Dark Green	Satellite used in navigation (with aiding data: AssistNow Autonomous, AssistNow Online/Offline)
Cyan	Satellite signal available, available for use in navigation
Blue	Satellite signal available, not available for use in navigation
Red	Satellite signal not available

وحدة تشفير الأقمار الصناعية :

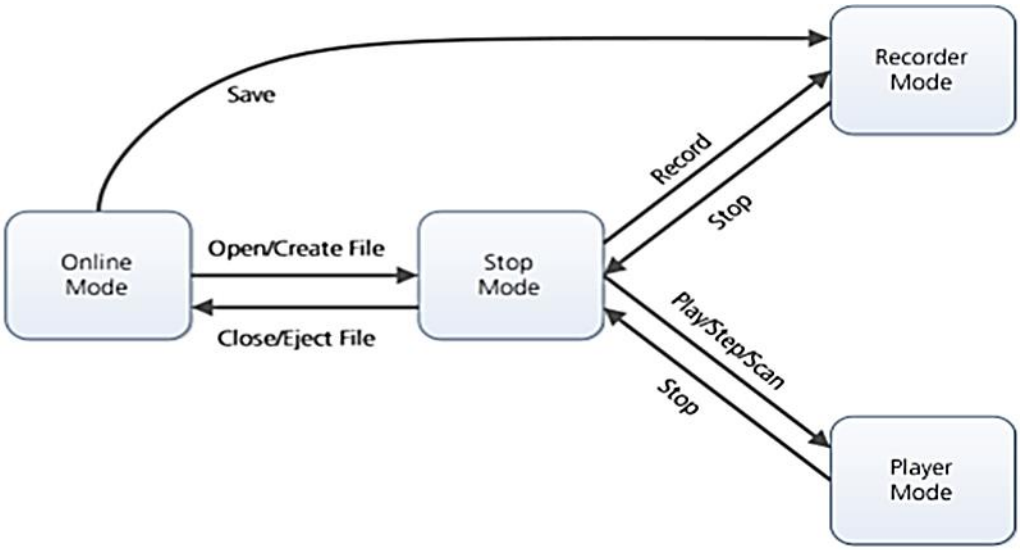
توافق قيم الجدول التالي شيفرة النظام و ذلك عند تحديد نمط العرض " window "

جدول4-17

Satellite Code	System
Gxx	GPS
Rxx	GLONASS
Bxx	BeiDou
Exx	Galileo
Sxx	SBAS
Qxx	QZSS

4-5-3-نمط التشغيل:

يدعم هذا البرنامج أنظمة تشغيل مختلفة ، يتغير النمط عند فتح أو إغلاق ملف السجل أو عند ورود امر ما



الشكل 4-17 : أنماط التشغيل و طرق التنقل بينها

و نميز أربع أنماط اساسية :

1- نمط online :

في هذا النمط يتم الربط بين جهاز GNSS و البرنامج مباشرة بوساطة منفذ COM و يقوم البرنامج بمراقبة عمل المُستَقبِل ويعرض البيانات التي يرسلها المستقبل دورياً .

2- نمط التوقف :

في هذا النمط لا تتوجه أي بيانات من المستقبِل او ملف السجل إلى قاعدة البيانات أو المعرض ، حيث يكون البرنامج مفعّل على هذا النمط عندما يكون ملف السجل مفتوح لكن المشغل و المسجل " player & recorder " غير نشطين .

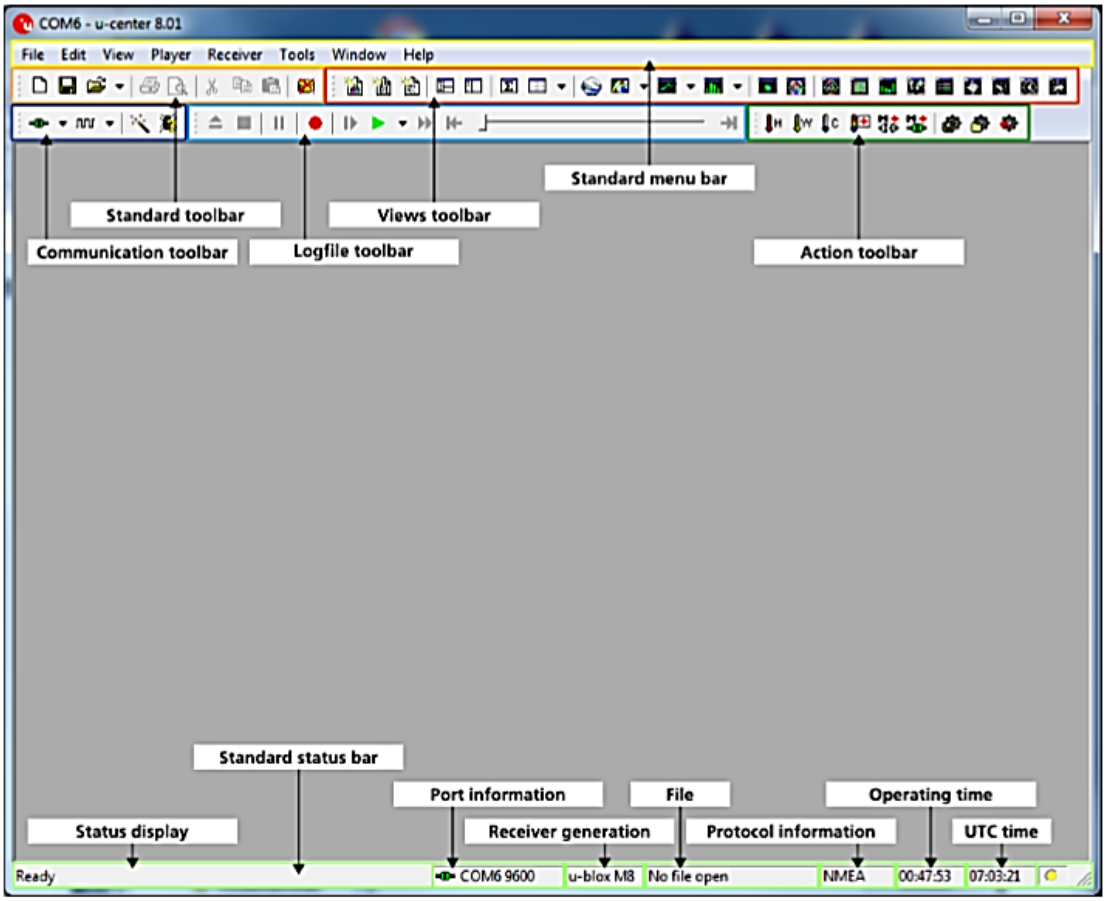
3- نمط المسجل :

نفس نمط online ، باستثناء أن البرنامج هنا يقوم بانشاء ملف سجل بالاضافة إلى توصيل كل الرسائل المرسَلة من قبل المستقبِل ، يمكن تفعيل هذا النمط عن طريق إنشاء ملف سجل جديد أو فتح ملف السجل الموجود دون حماية من الكتابة و الضغط على زر التسجيل ، ومثال على استخدام هذا الوضع هو أخذ القياسات بين عشية وضحاها وتقييم البيانات في وقت لاحق

4- نمط المشغل player :

يسمح هذا النمط بإعادة ملف السجل المُسجّل سابقاً خطوة بخطوة و ذلك بالزمن الحقيقي أو بمعدل متسارع، و يمكن تفعيل هذا النمط بالفتح ملف و الضغط على زر " مسح scan ، خطوة step ، تشغيل play " .

4-5-4-الاطارات و القوائم الرئيسية:



الشكل 18 : الاطارات و القوائم الرئيسية

4-5-5- العرض و النوافذ :

له ثلاثة اشكال :

1- وحدة الرزمة:

تسرد جميع الرسائل الواردة والصادرة ، وتوفر معلومات حول طول الرسالة و نوعها ، ويظهر اتجاه الرسالة على النحو التالي :

R<- إرسال الرسالة إلى جهاز الاستقبال

R-> استقبال رسالة من جهاز الاستقبال

2- وحدة ثنائية :

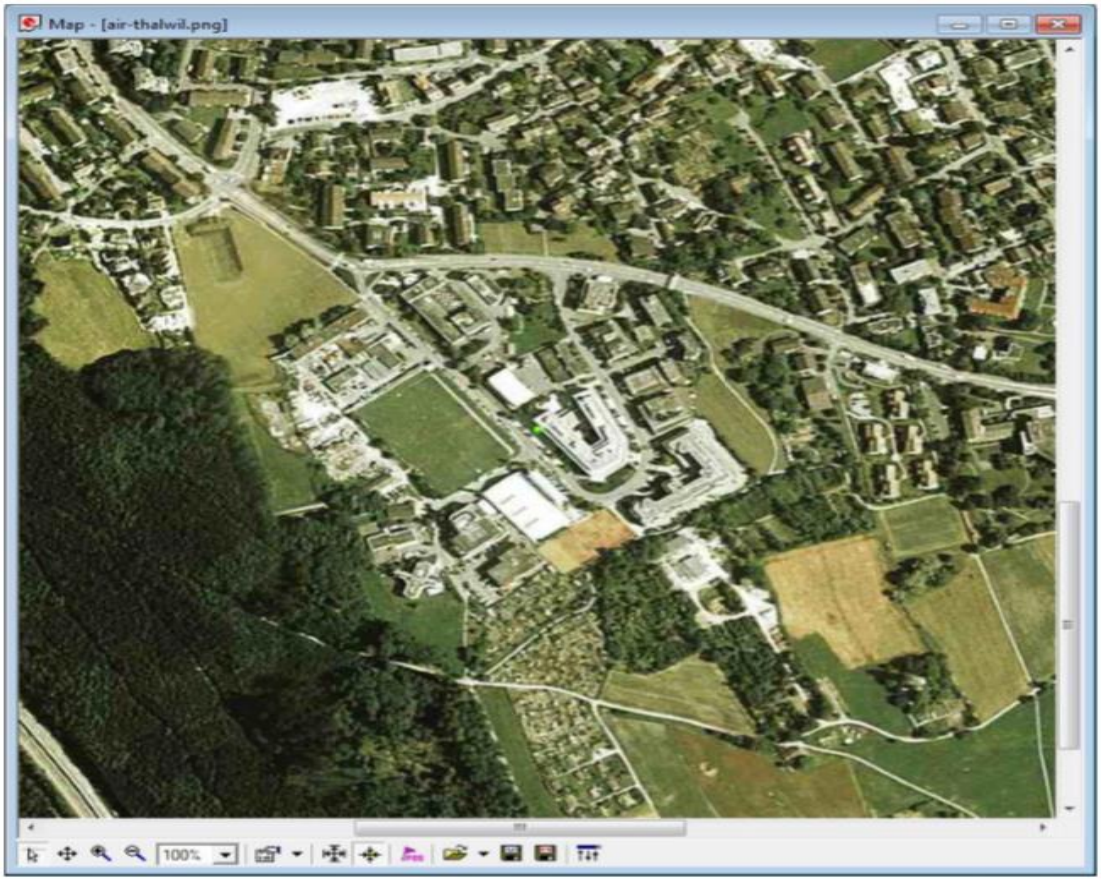
تسرد جميع الرسائل الواردة بتنسيق ثنائي و محارف ASCII

3- وحدة نصية :

يسرد محتوى الرسائل بشكل نصي مثل معلومات UBX و رسائل NMEA ، و من الجدير بالذكر هنا ان رسائل NMEA تظهر مع البادئة $Gxyyy حيث تعبر ال x عن نظام القمر الصناعي (P = GPS, SBAS, QZSS, L = GLONASS, A = Galileo, B = BeiDou, N = Any) و تعبر yyy عن نوع الرسالة على سبيل المثال ZDA=Time & Date

4-5-6-عرض الخرائط:

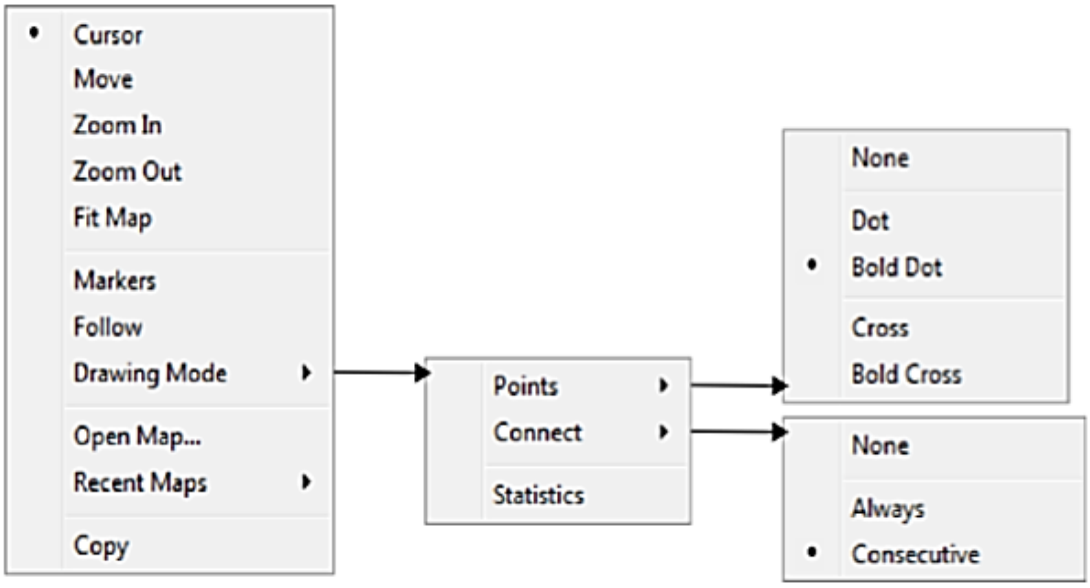
يسمح هذا البرنامج بعرض خرائط تمت معايرتها مُسبقاً و هذا يسمح بإمكانية التحليل الاساسي للاختبارات.



الشكل 19-4 : عرض الخريطة

استخدام عرض الخرائط :

يمكنك الوصول إلى وجهة محددة عن طريق عرض الخريطة بطريقتين مختلفتين :
- استخدام أوامر شريط أدوات الموجود تحت الخريطة المعروضة .
- وضع المؤشر داخل عرض الخريطة و الضغط على الزر الأيمن للفأرة ، سيؤدي هذا إلى فتح القائمة المنسدلة التالية :

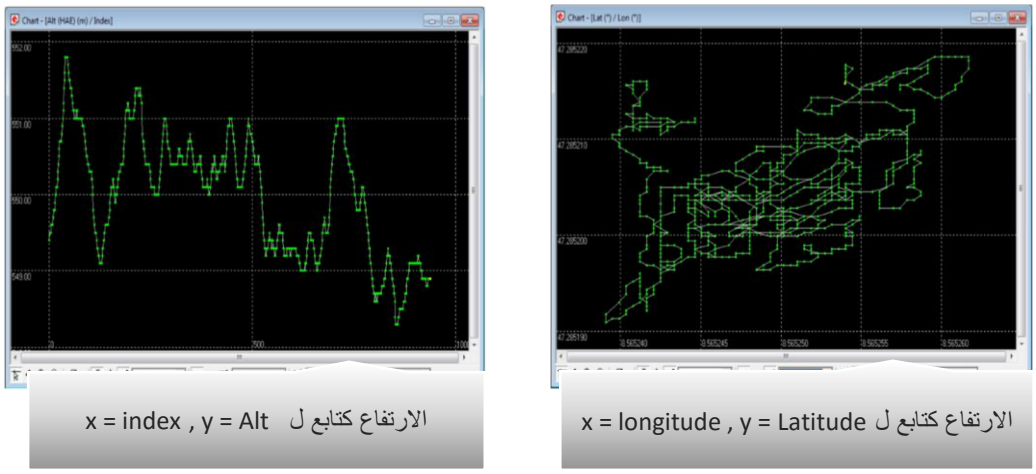


الشكل 4-20: القائمة المنسدلة

يمكن نسخ خريطة المشاهدات إلى الحافظة باستخدام وظيفة " طباعة الشاشة " .
باختيار " قاعدة بيانات فارغة " في القائمة ملف أو الضغط على زر " أيقونة صفراء عليها اشارة خطأ حمراء في شريط أدوات بأعلى نافذة البرنامج الاساسية " سيتم حذف كافة المواقف و الطرق.

4-5-7-عرض الرسم البياني:

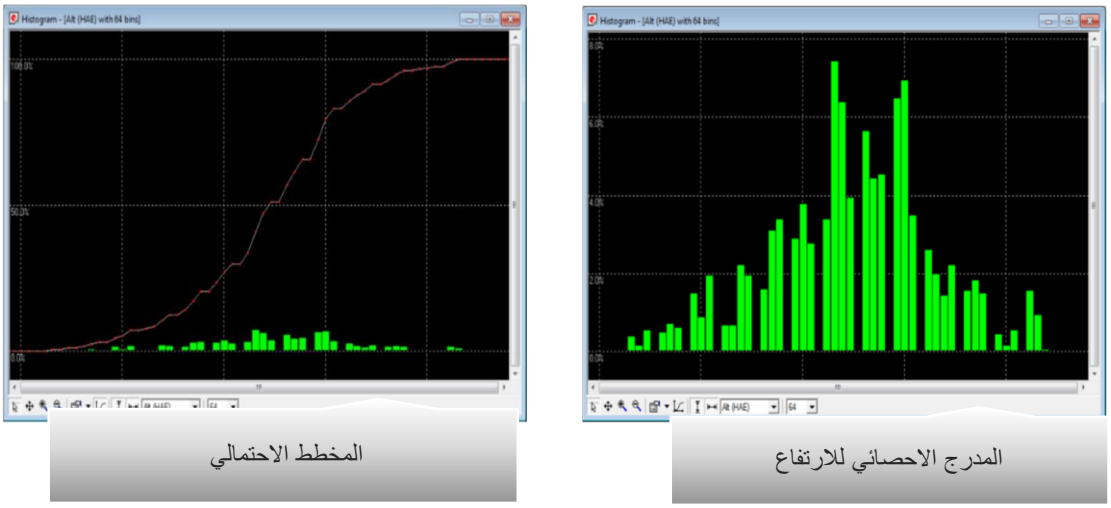
يسمح للمستخدم بعرض سجلات بيانات الشبكات بشكل رسوم بيانية ، يمكن قياس البيانات بالعديد من الطرق كما يمكن طباعة المخطط بأكمله ، وتوضح الأمثلة أدناه اثنين من التطبيقات النموذجية .



الشكل 4-21: نموذجين لعرض رسم بياني

4-5-8- عرض مدرجات إحصائية :

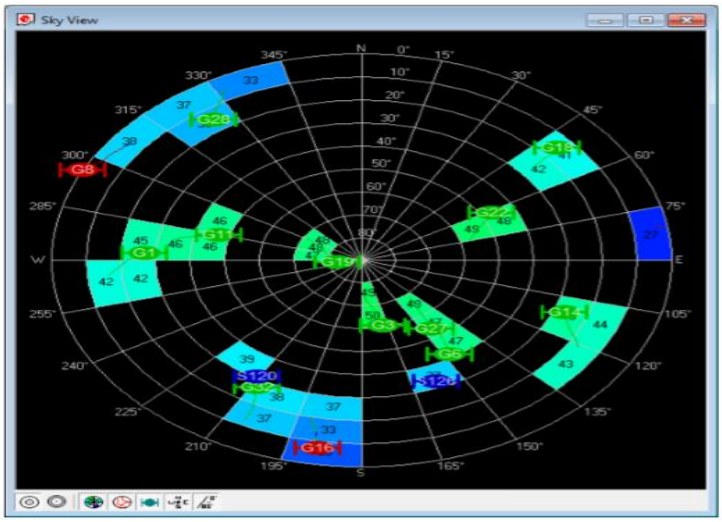
تسمح للمستخدم بعرض بيانات الشبكات و التوزيعات الاحتمالية وطباعة المدرج الاحصائي بأكمله ، و يمكن تعيين عدد الصناديق (حاويات التخزين) من قبل المستخدم .



الشكل 22-4 : عرض المدرّج الاحصائي

4-5-9- العرض السمائي:

أداة ممتازة لتحليل أداء الهوائيات و مراقبة الظروف البيئية للأقمار الصناعية ، تعرض المؤامرة القطبية polar polt بيانيا متوسط قوة إشارة القمر الصناعي النسبي ، ومواقع الأقمار الصناعية في السماء ، وتحدد عددها و تشير إلى تلك التي تُستخدم في حسابات جهاز الاستقبال .



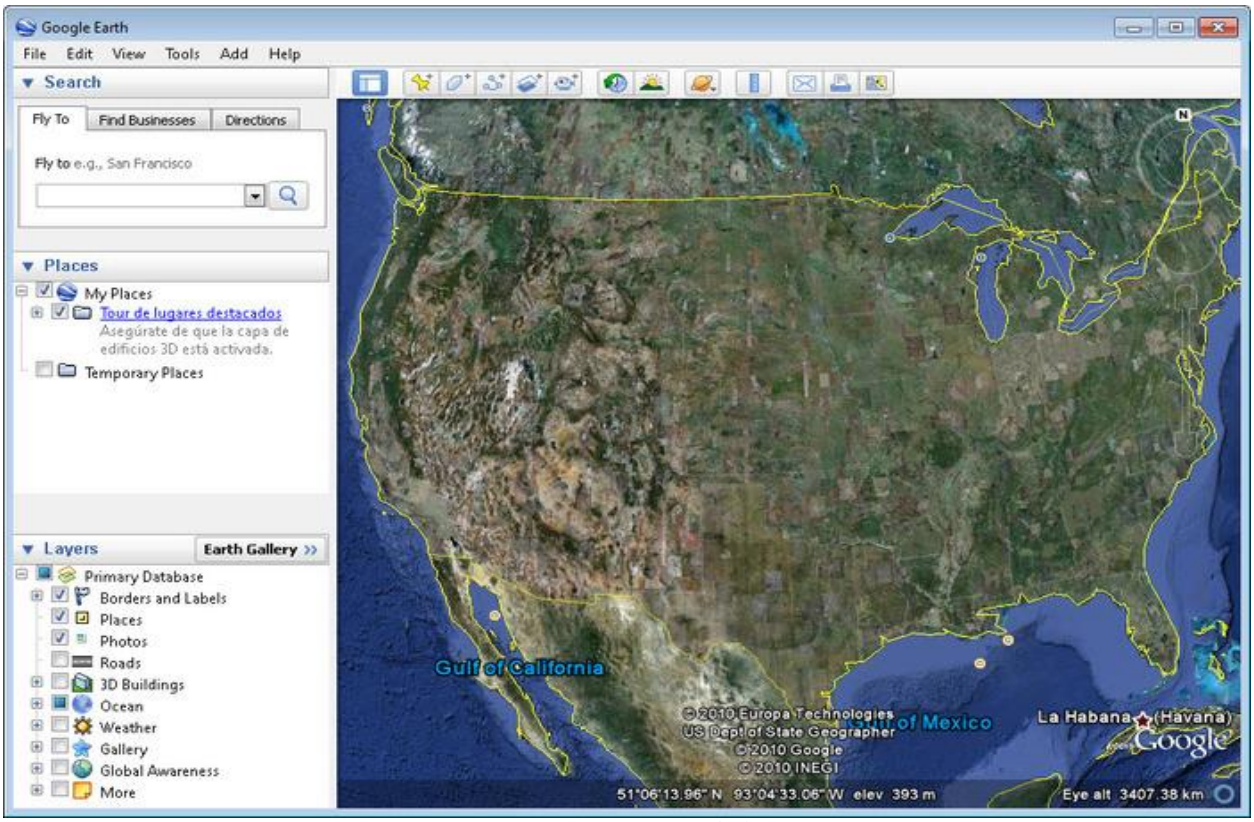
الشكل4-23: العرض السمائي

هذه البرمجية تستخدم للتعامل مع الشّرائح المُنتجة من شركة U-BLUX بشكل خاص ، كما يمكن استثمار تطبيق آخر لهذا الغرض و هو Google earth الذي يستخدم لتحديد الموقع عموما سواء لشرائح u-blux أو غيرها .

4-6-غوغل إيرث Google Earth :

يعد Google Earth برنامجا يقدم صور ثلاثية الأبعاد لكوكب الأرض. وهو يستخدم صور أقمار صناعية متراكبة، وصور نظام معلومات جوية وجغرافية لإنشاء عالم افتراضي ثلاثي الأبعاد يمثل الأرض. وباستخدامGoogle Earth، يمكن للمستخدم استكشاف الكثير عن الأرض، بما في ذلك المحيطات بصور ثلاثية الأبعاد والحصول على صور ثلاثية الأبعاد للشوارع باستخدام خاصية عرض الشارع. وهو برنامج مستمر بالنمو والتحسن، حيث يتم تجميع المزيد والمزيد من الصور وإضافتها لتكوين صور ثلاثية الأبعاد أفضل وأفضل. وتتنوع جودة ودقة الصور، اعتمادا بشكل خاص على شعبية النقطة المحددة. الأماكن الأكثر شعبية، تكون الصور بها أفضل .

ويمكن استخدام Google Earth في العديد من الاستخدامات. فهو يشتهر بشكل خاص كأداة تعليمية، ولكنه يستخدم كذلك في تخطيط المدن والتخطيط العمراني، وإدارة الكوارث، والحصول على الاتجاهات، والتخطيط للرحلات، والبحث عن مواقع مباني، وغيرها.
يتوافق Google Earth is مع أنظمة تشغيل ويندوز، OS X، لينوكس، أندرويد وiOS ، وهو متاح بـ 45 لغة.



الشكل 4-24 : Google earth

تعقب نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) في الوقت الحقيقي:

إذا تم وصل الكمبيوتر المحمول بجهاز نظام تحديد المواقع العالمي(GPS) ، فيمكن عرض معلومات نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) في الوقت الحقيقي. أي إنه فيمكن تحديد الموقع وتعقب مدى التقدم عبر برنامج Google Earthولإجراء ذلك:

1- وصّل جهاز نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) وجهاز الكمبيوتر المحمول في مربع الحوار نظام تحديد المواقع العالمي(GPS) ، انقر على علامة التبويب "الوقت الحقيقي."

2- تحديد الخيارات المناسبة:

- تحديد البروتوكول "NMEA"
- حد استيراد نقطة المسار :يُحدد الخيار "حد استيراد نقطة المسار" عدد المواضع التي يتم حفظها ورسمها على الشاشة. يمكن أن يؤدي العدد الصغير إلى بيانات أسرع ولكن أقل دقة ، بينما يؤدي العدد الكبير إلى العكس.
- الفاصل الزمني للاستقصاء (بالثواني) :الفاصل الزمني للاستقصاء هو عدد مرات تجميع برنامج Google Earth للبيانات من جهاز نظام تحديد المواقع العالمي.(GPS)
- تتبع المسار تلقائيًا :هذا الخيار لتشغيل مركز العارض الثلاثي الأبعاد وتتبع مسار نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) الحالي في الوقت الحقيقي.

انقر على بدء لبدء تعقب نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) في الوقت الفعلي.

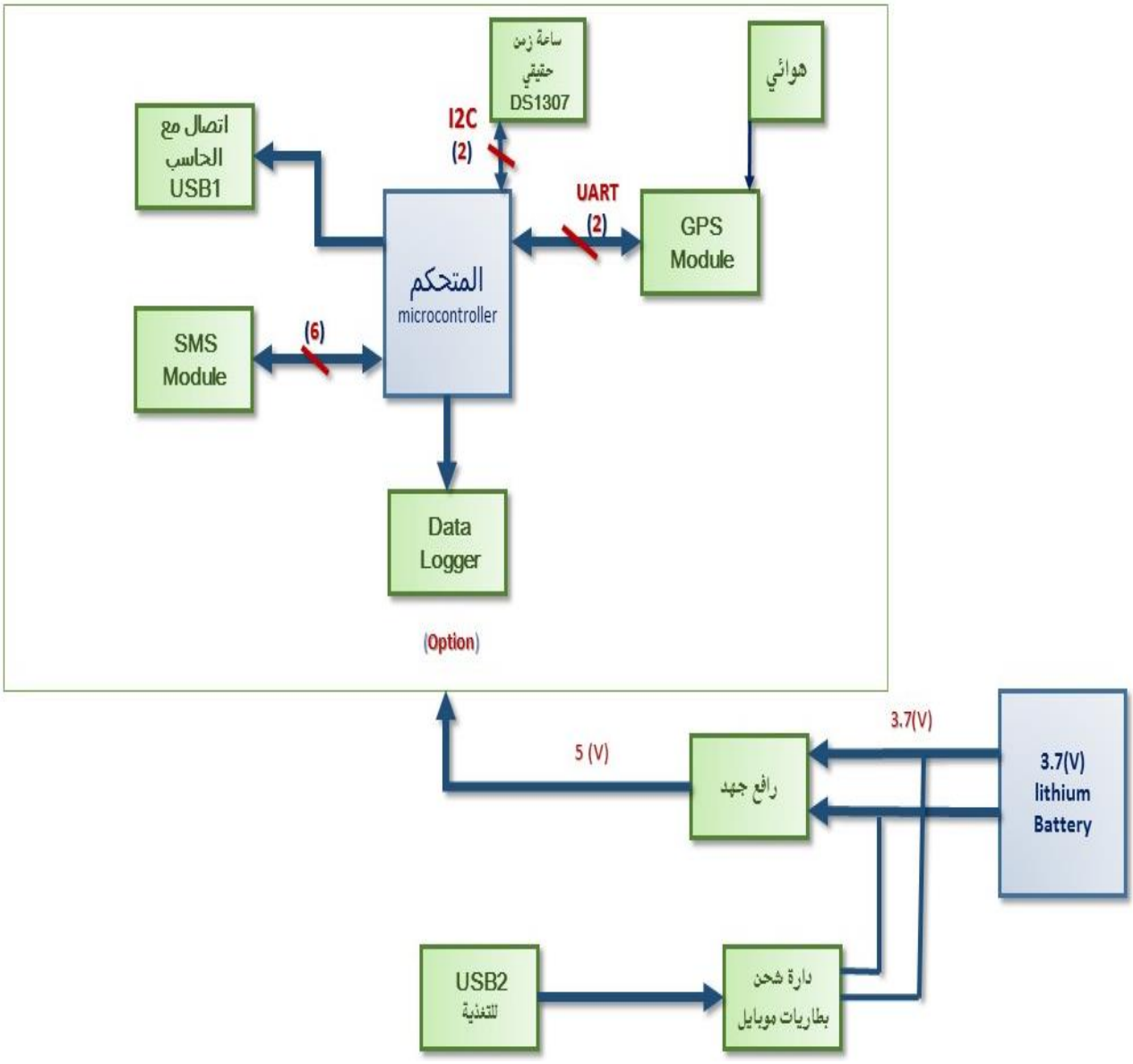
الفصل الخامس :القسم العملي

5-1- مقدمة عامة :

هذا الفصل يعتبر القسم العملي من مشروعنا سوف نتترق فيه إلى مختلف الشرائح و الوحدات التي استخدمناها، بالإضافة إلى البرنامج الذي تم شحنه إلى المتحكم الصغري ، لكن و قبل كل شيئ لا بد من توصيف بسيط للدارة عن طريق مخطط صندوقي عام مع شرح بسيط لآلية عملها في السطور القليلة التالية ....

5-2- المخطط الصندوقي:

يبين المخطط الصندوقي التالي المكونات الأساسية لهذه الدارة .

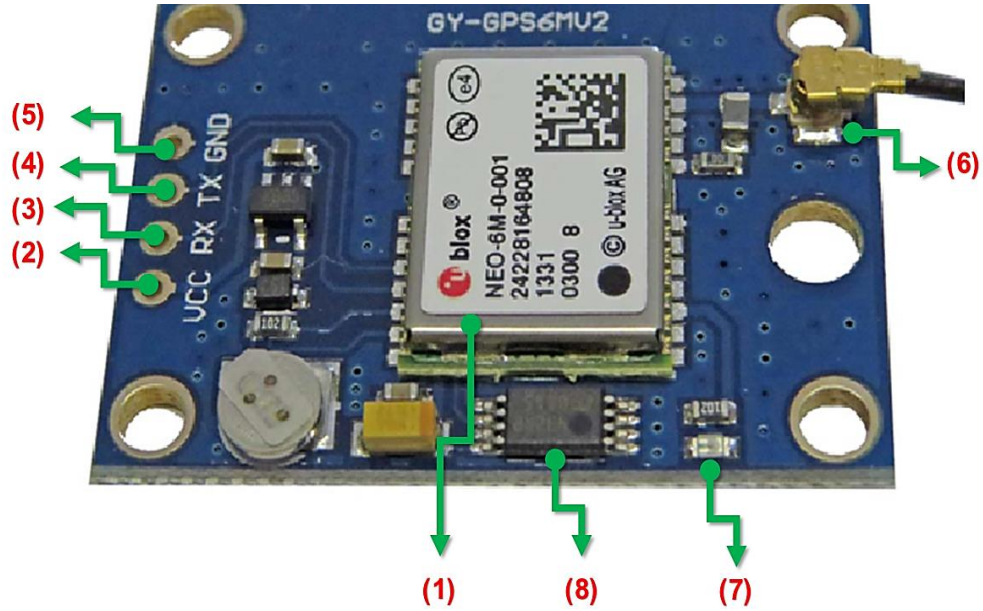


شكل 5-1 : المخطط الصندوقي للدارة

5-3- الوحدات الأساسية في الجهاز:

5-3-1- وحدة NEO-6M:

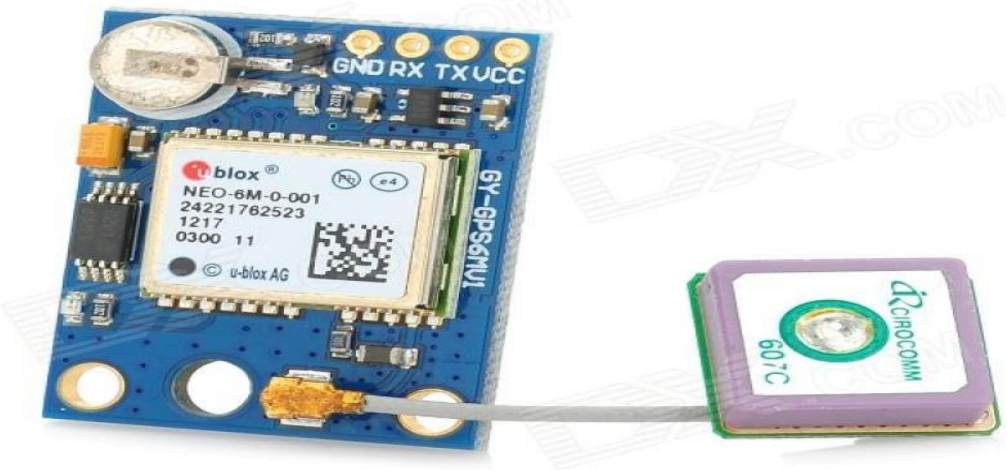
وهي المسؤولة عن إستقبال الإشارات القادمة من الأقمار الصناعية ثم إرسال البيانات المستقبلة عن طريق منفذ UART.



الشكل 5-2 : وحدة NEO-6M

يبين الشكل 5-2 وحدة NEO-6M المستخدمة في الدارة والمكونات الأساسية لهذه الوحدة:

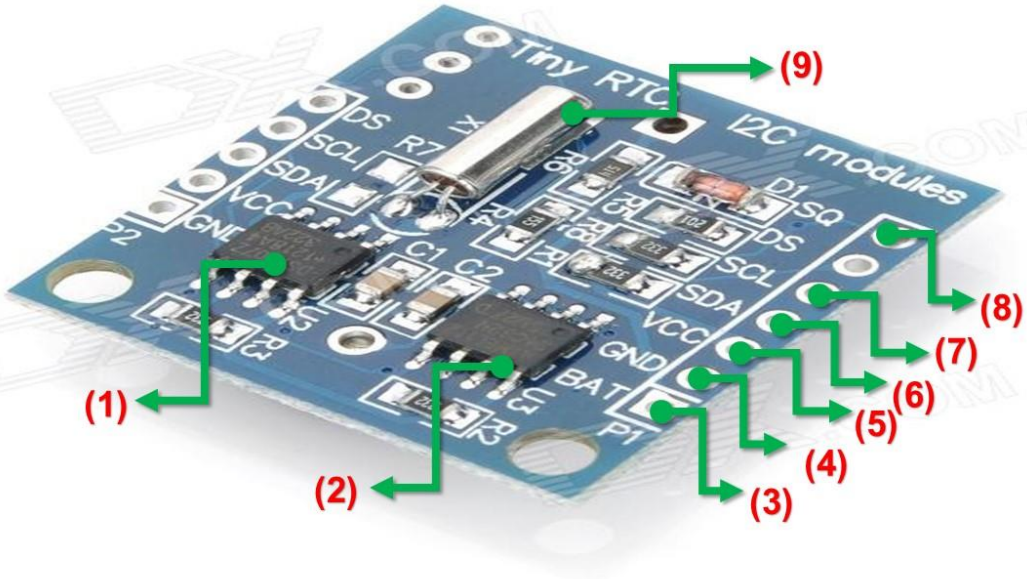
1- شريحة NEO-6M وقد تم التطرق لها بالتفصيل بالفصل الرابع.
2- رجل التغذية الشريحة 3.3V و يتم تأمينها من دارة التغذية و سنتحدث عنها في مكان لاحق من هذا الفصل.
3- رجل RX لإستقبال البيانات من المتحكم الصغري.
4- رجل TX لإرسال البيانات إلى المتحكم.
(إن الرجلين RX و TX هما منفذ برتوكول UART وهو full duplex).
5- GND الأرضي.
6- منفذ هوائي وحدة NEO-6M.
7- مؤشر ضوئي يومض للدلالة على استقبال البيانات من الأقمار الصناعية.
8- ذاكرة لحفظ آخر بيانات مستلمة.



الشكل 5-3 : توصيل وحدة NEO-6M مع الهوائي الخاص بها

5-3-2- وحدة ساعة الزمن الحقيقي:

إن وحدة ساعة الزمن الحقيقي المستخدمة في الدارة هي من نوع RTC module ds1307 Arduino وهي مبينة في الشكل 5-4 وأهم مكوناتها :



الشكل 5-4 : وحدة ساعة الزمن الحقيقي

1- شريحة DS1307.

2- ذاكرة EEPROM تستخدم لتخزين آخر قيمة قراءة في حالة فصل التغذية أو البطارية.

3- رجل BAT تستخدم لوصل الساعة ببطارية خارجية.

4- GND الأرضي.

5- رجل التغذية ب 5V.

6- رجل SDA لنقل البيانات Data.

7- رجل SCL من اجل تزويد الوحدة بنبضات الساعة CLOCK.

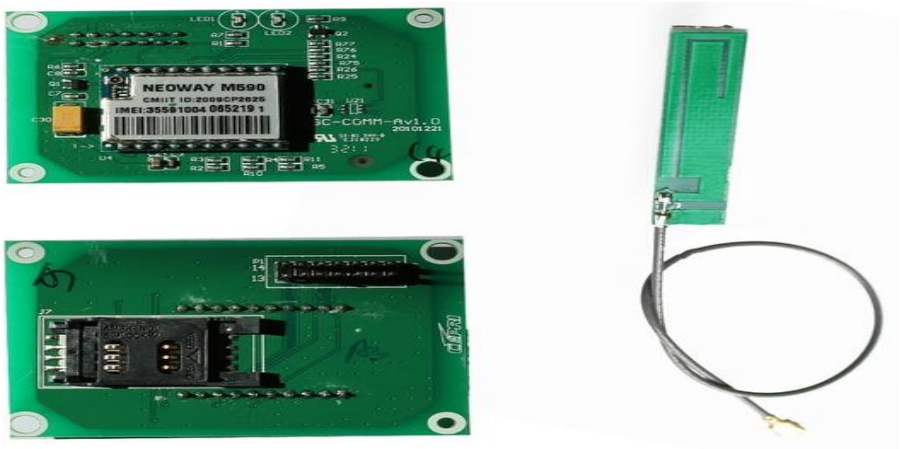
8- رجل SQ توصل على LED يعطي ومضة كل 1 sec.

إن الأرجل SDA و SCL تكونان معاً منفذ البروتوكول I2C الذي يعمل باتجاه واحد half duplex.

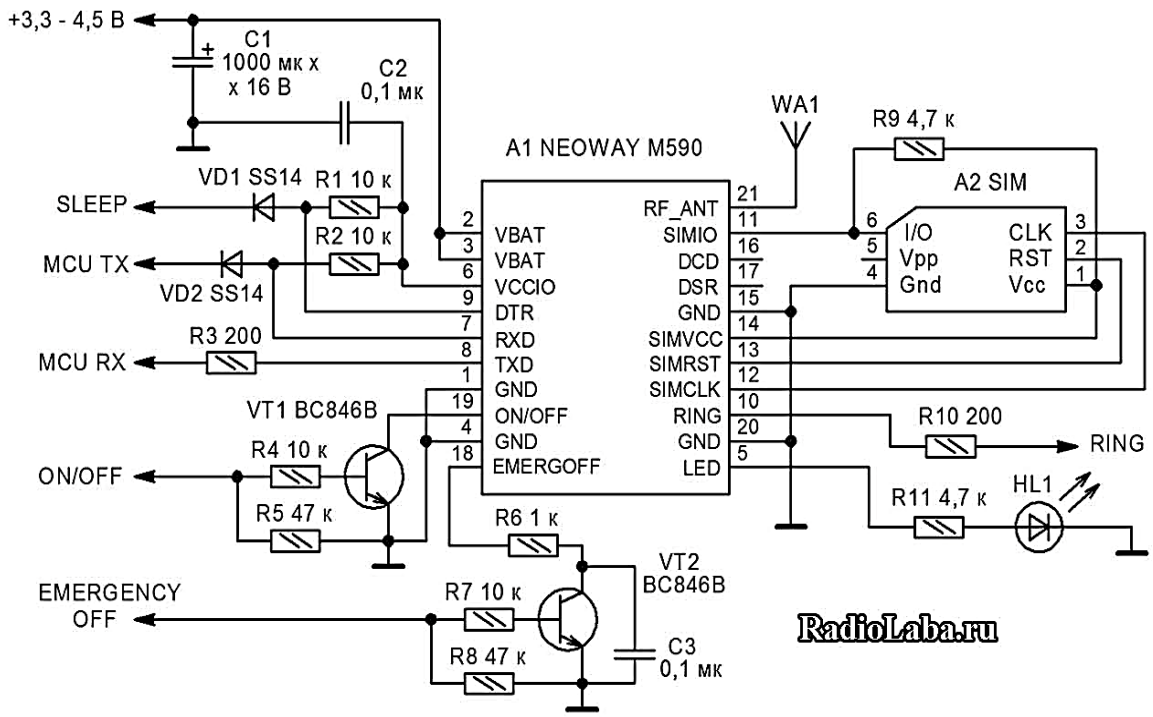
9- كريستالة بتردد 32678 Hz الذي يكافئ 1 sec في الزمن الحقيقي.

5-3-3- وحدة Neoway M590E:

هذه الوحدة تستخدم من اجل الاتصال مع الشبكة الخلوية و يدعم العديد من الخدمات إلا أننا في هذه الدارة سنحتاج فقط إلى خدمة الرسائل القصيرة SMS و قد تم ذكر هذه الوحدة بشكل مفصل بالفصل الثاني .



الشكل5-5 : وحدة neoway m590e مع الهوائي الخاص بها



الشكل 6-5 : مخطط وحدة neoway m590

إن هذا المخطط هو تجميع لتوصيف الشركة المصنعة ، نلاحظ انه يتضمن شريحة M590E مع مجموعة العناصر الغير فعالة ، كما نلاحظ وجود LED يومض عند استلام اتصال ، بالإضافة إلى مكان وضع شريحة الخلوي المتصلة مع المودم .

أما أرجل هذه الوحدة فيتم إستخدامها كالتالي :

1- RXD لإستقبال البينات.

2- TXD لإرسال البينات.

3-Sleep ترسل عبرها الوحدة إلى المتحكم لتعلمه أنها في وضع sleep.

4- ON/OFF لاطفاء الوحدة وتشغيلها.

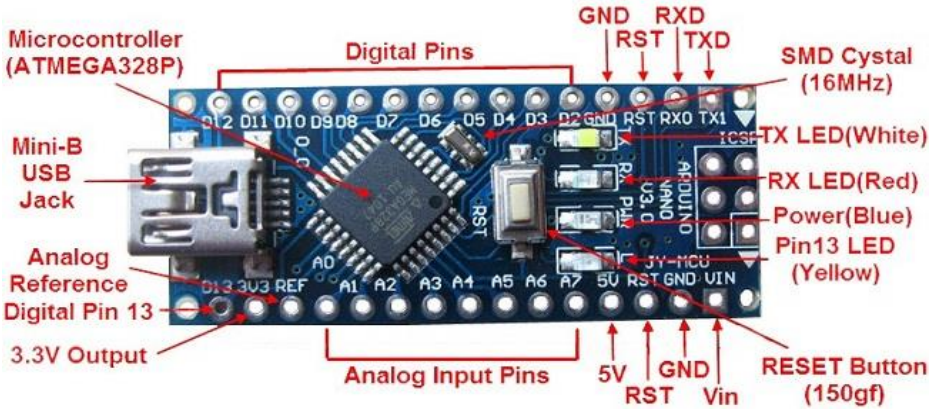
5- Emergency OFF تستخدم لحال الإطفاء القصري.

6- Ring تعطي نبضات عند ورود إتصال إلى شريحة الخلوي المتصلة مع المودم.

كما تتصل الوحدة بهوائي عن طريق الرجل RF-ANT.

5-3-4- وحدة المتحكم الصغري :

- يوجد العديد من أنواع المتحكمات الصغرية وفي دارتنا هذه استخدمنا متحكم نوع Arduino nano و ذلك نظرا لصغر حجمه وقدرته على تلبية حاجات الدارة (الشكل5-7) يبين شكل وحدة المتحكم، يحوي معالج AT miga نوع 328 ، كما انه يلائم العديد من التطبيقات .



الشكل5-7 :المتحم الصغري Arduino nano

- **سيتصل هذا المتحكم مع بقية وحدات الدارة كما يلي:**

أولاً مع وحدة NEO-6M :

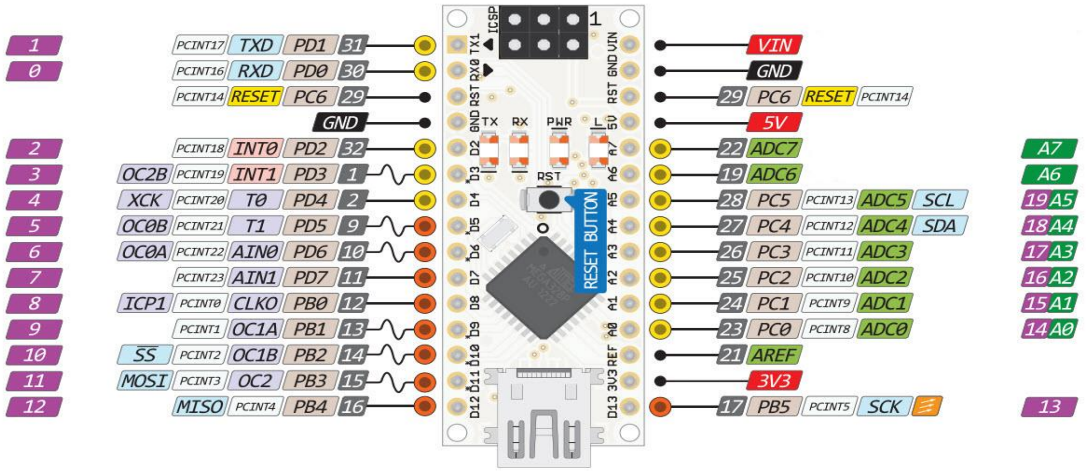
كما شرحنا سابقاً فإن هذه الوحدة تحتاج إلى رجل للارسال و أخرى للاستقبال و تم تخصيص أرجل المتحكم D3,D4 لهذا الغرض .

ثانياً مع وحدة ال SMS :

نحتاج إلى رجلي الارسال و الاستقبال أيضا Rx و Tx و تم تخصيص الرجلين B5 و B4 من المتحكم لهذا الغرض، بالإضافة إلى رجل 7 من أجل وضع Sleep ، الرجل 8 وضع ON/OFF للوحدة، الرجل 9 لوضع الاطفاء القصري، الرجل 10 لاستقبال الـ Ring عند استلام الشريحة مكالمة باجراء أمر معين.

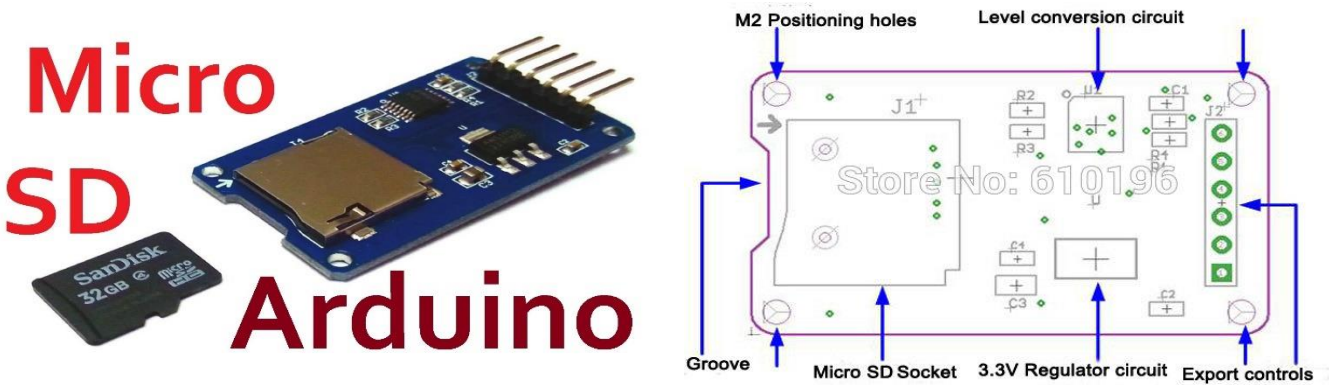
ثالثاً مع الساعة :

الرجل A5 و A4 تعمل مع SDA و SCL .



الشكل5-8 : منافذ المتحكم المستخدم

- من الملاحظ في المخطط الصندوقي المذكور في بداية هذا الفصل وجود وحدة إضافية وهي Data logger لم يتم انجازها في هذا المشروع تمكن هذه الوحدة من تخزين البيانات ضمن ذاكرة نوع EEPROM (SD Card) لمعالجتها في وقت لاحق .

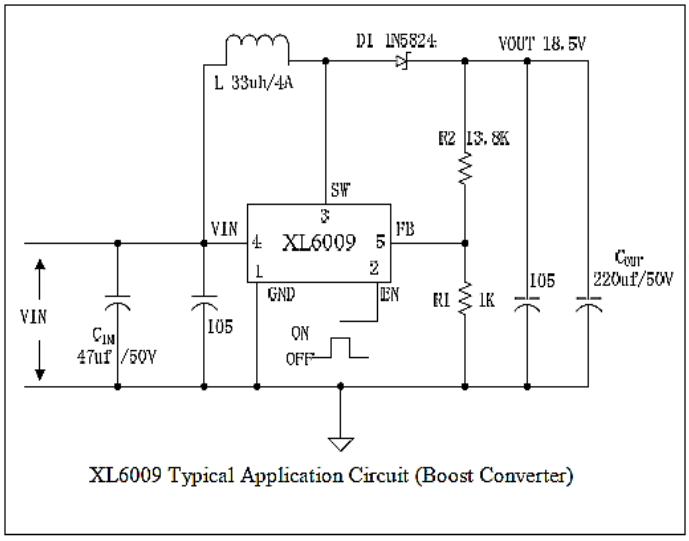


الشكل 5-9 : SD card

5-3-5- دارة التغذية:

1- دارة رافع و منظم الجهد:

و هي دارة رفع خفض تعمل على تنظيم الجهد و ثباته في الخرج في حال ارتفاعه و انخفاضه في الدخل .
يمكن تغيير جهد الخرج بتغيير قيمتي المقاومتين المتغيرتين على الخرج ، تم استخدام دراة تدعى XL6009 وهي تعطي دوماً جهد خرج ثابت بقيمة 5 V.

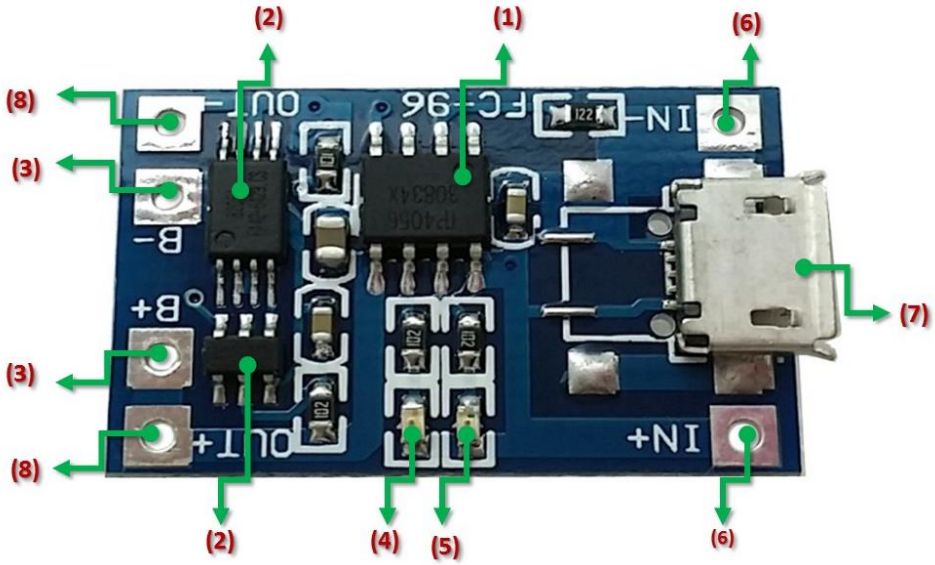


الشكل 5-10 : دارة XL6009

2- دارة شحن :

استخدمنا شريحة TP4056 تؤمّن جهد ما بين 5.5V-4.5V لتتمكن من شحن البطارية ، تيار الشحن الأعظمي 1 A، يتم فصل جهد الدخل عندما يصبح جهد الخرج على البطارية 4.2V.
إن دارة الشحن المستخدمة مبينة في (الشكل5-11) حيث:
1- الدارة المتكاملة TP4056.
2- ترانزستورات مسؤولة عن فصل الجهد عند تمام الشحن.
3- -Bو+B لربط البطارية بدارة الشحن .
4- مؤشر ضوئي أخضر يضيء عند تمام عملية الشحن Charged .
5- مؤشر ضوئي أحمر يضيء خلال عملية الشحن Charging .
6- -INو+IN لربط دارة الشحن بجهد الدخل.
7- وصلة USB لربط دارة الشحن بجهد الدخل أيضاً .
حيث يمكن ربط دارة الشحن بجهد الدخل بأحد الطريقتين السابقتين .

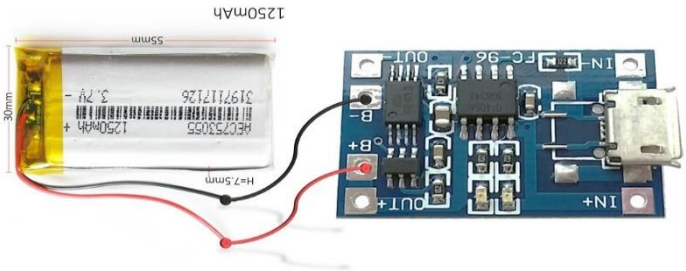
8- -OUT+/OUT لربط دارة الشحن برافع الجهد .



الشكل11-5: دارة الشحن

3- البطارية :

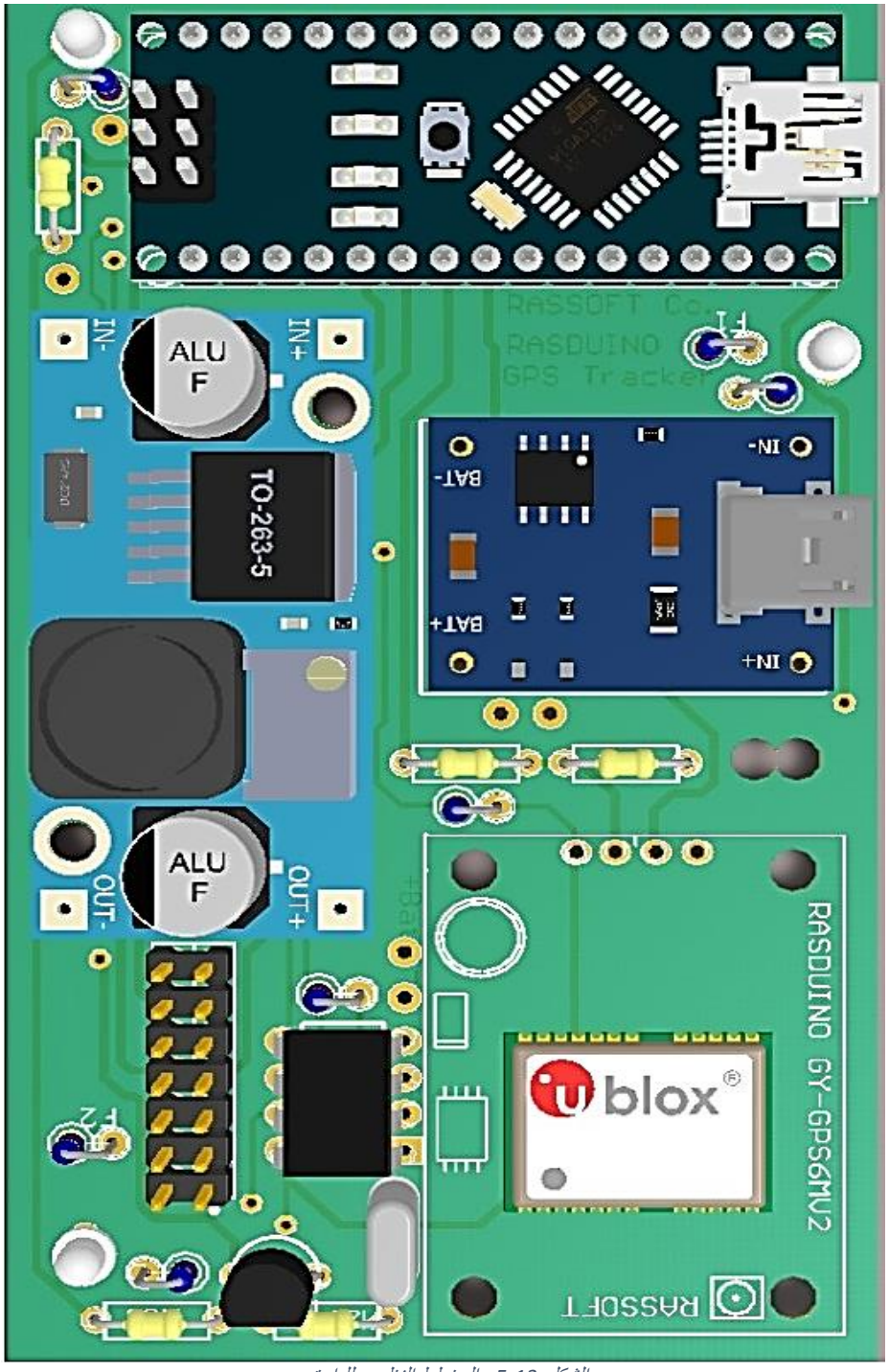
استخدمنا بطارية نوع ليثيوم لها جهد تشغيل 3.7 V و تيار 1250 m A حيث تمتازهذه البطارية بعمرها الطويل و بامكانية تفريغها حتى 0%.



الشكل 12-5 : بطارية الليثيوم و وربطها مع دارة الشحن

5-4- المخطط التفصيلي للدارة :

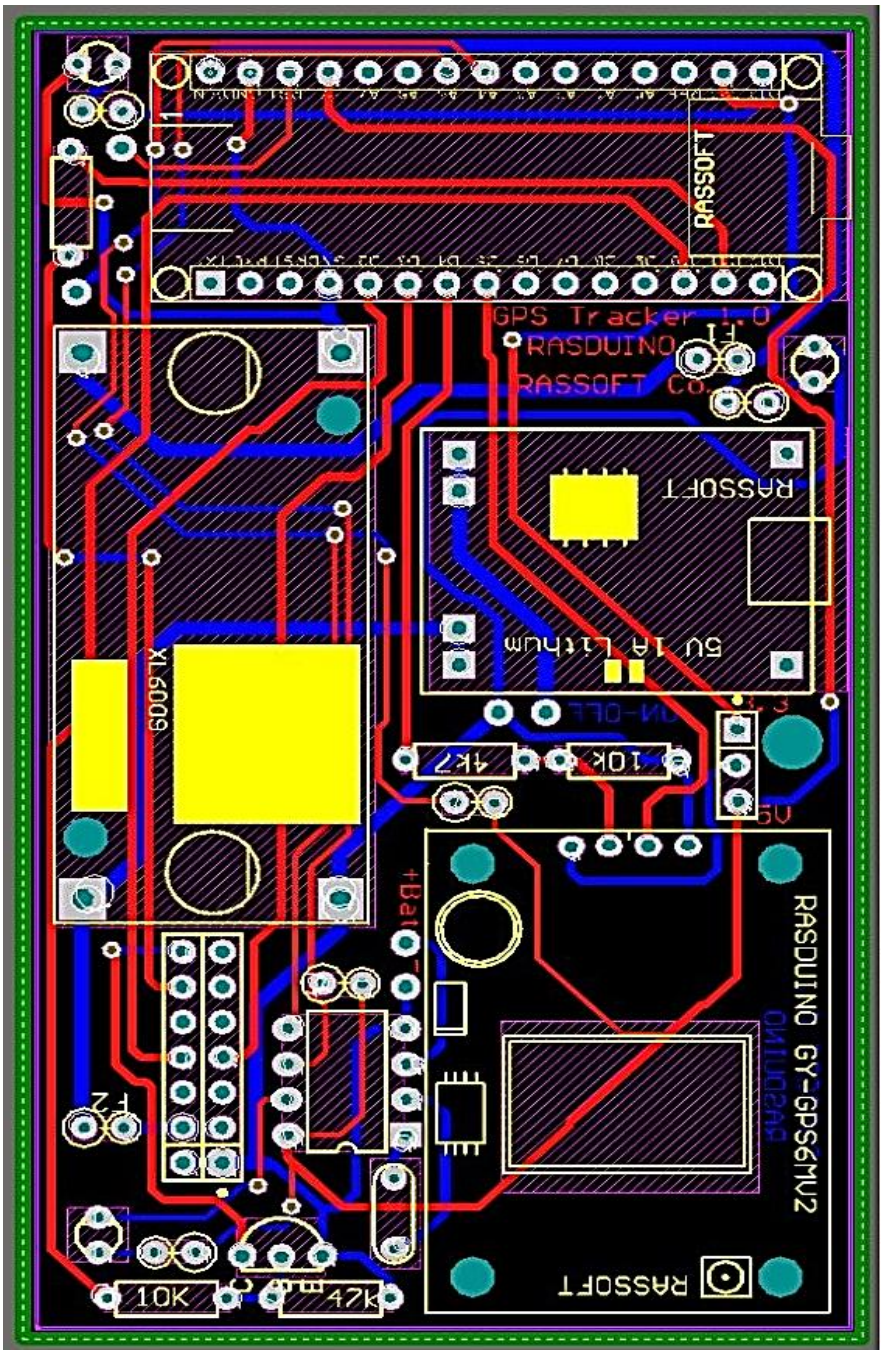
يبين الشكل 13-5 المخطط النظري للدارة .



الشكل 13-5 : المخطط النظري للدارة

5-5-مخطط الدارة المطبوعة :

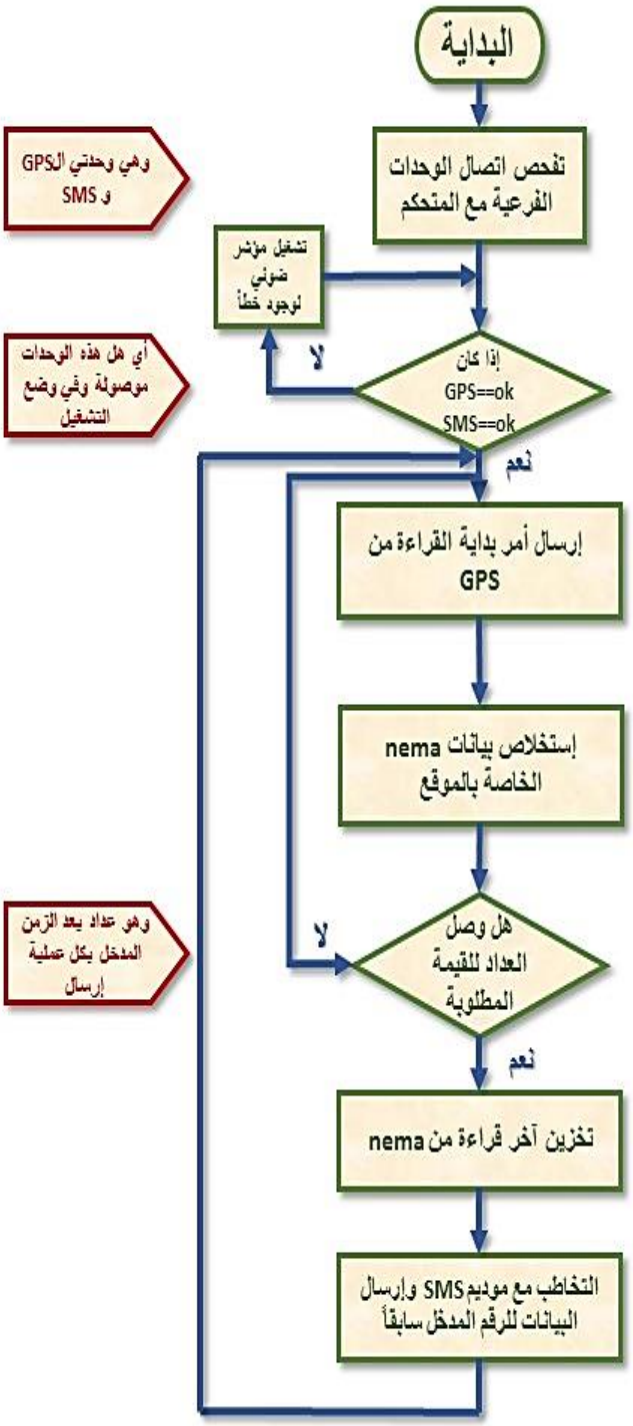
يبين الشكل 5-14 مخطط الدارة المطبوعة :



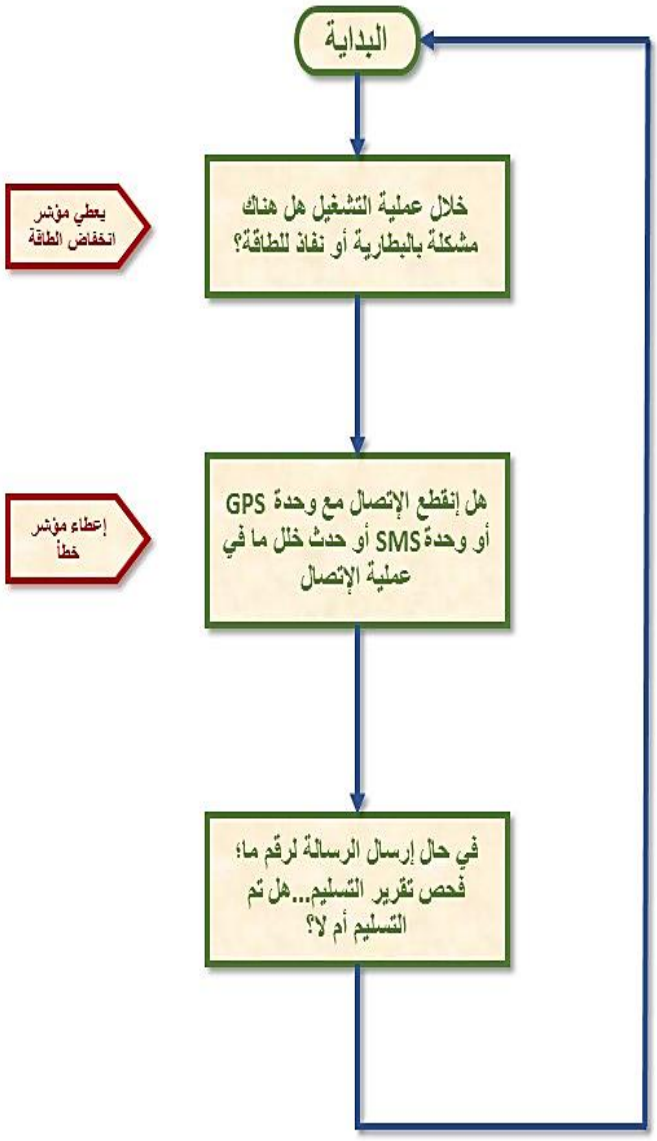
الشكل 5-14 : مخطط الدارة المطبوعة

5-6 -خوارزميات عمل الدارة:

5-6-1- الخوارزمية الرئيسة لعمل الدارة :



5-6-2- الخوارزمية الموازية :



5-7 -الكود البرمجي للمتحكم:

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <inetGSM.h>

static const int RXPin = 4, TXPin = 3;

InetGSM inet;
TinyGPSPlus gps;
SoftwareSerial serialGps(RXPin, TXPin);

char msg[50];
boolean started = false;
const char* dataCoord = "";

/**
setup
*/
void setup() {
// Serial connection.
Serial.begin(19200);

Serial.print(F("---------------------------------------------- \r\n"));
Serial.println(F("Starting App Tracking Arduino"));
```

```
Serial.print(F("---------------------------------------------- \r\n"));

// Turn on GPRS
powerUpGprs();
// Start configuration of shield SIM900 with baudrate.
if (gsm.begin(2400)) {
Serial.println(F("\nstatus=READY"));
started = true;
}
else Serial.println(F("\nstatus=IDLE"));

// Start configuration of shield GPS NEO-6M with baudrate.
serialGps.begin(9600);
}

/**
loop
*/
void loop() {
// This sketch displays information every time a new sentence is correctly encoded.
while (serialGps.available() > 0)
if (gps.encode(serialGps.read()))
  getGpsPosition();

}
```

```
/**
Power up
*/
void powerUpGprs() {
pinMode(9, OUTPUT);
delay(100);
digitalWrite(9, HIGH);
Serial.println(F("\nPower Up SIM900!"));
}

/**
Connect to GSM
*/
void connectToGSM() {
Serial.print(F("\r\n"));
Serial.print(F("---------------------------------------------- \r\n"));
Serial.print(F(" CONNECT TO  \r\n"));
Serial.print(F("---------------------------------------------- \r\n"));

//GPRS attach, put in order APN, username and password.
if (inet.attachGPRS("zap.vivo.com.br", "vivo", "vivo"))
Serial.println(F("status=ATTACHED"));
else
Serial.println(F("status=ERROR"));
delay(1000);
```

```
gsm.SimpleWriteln("AT+CIFSR");
}


/**
Get GPS position
*/
void getGpsPosition() {

Serial.print(F("\r\n\r\n"));
Serial.print(F("---------------------------------------------- \r\n"));
Serial.print(F(" GET POSITON \r\n"));
Serial.print(F("---------------------------------------------- \r\n"));
// geolocation
TinyGPSDate &d = gps.date;
TinyGPSTime &t = gps.time;
char* timestamp;
if (!d.isValid()) {
timestamp = "00/00/0000 00:00:00";
} else {
char sz[32];
sprintf(sz, "%02d/%02d/%02d %02d:%02d:%02d",
      d.day(), d.month(), d.year(),
      t.hour(), t.minute(), t.second());
timestamp = sz;
```

```
}
String position = String("");
position.concat(String("timestamp=") + String(timestamp));
position.concat(String("&latitude=") + String(gps.location.lat(), 6));
position.concat(String("&longitude=") + String(gps.location.lng(), 6));
position.concat(String("&altitude=") + String(gps.altitude.meters()));
position.concat(String("&speed=") + String(gps.speed.kmph()));
Serial.println(dataCoord);
send2Api();
}

/**
Send To API, The function inet.httpPOST(),
this is submit method POST via http request
*/
void send2Api() {
Serial.print(F("\r\n\r\n"));
Serial.print(F("---------------------------------------------- \r\n"));
Serial.print(F(" SEND TO API\r\n"));
Serial.print(F("---------------------------------------------- \r\n"));

// Read until serial buffer is emapty.
gsm.WhileSimpleRead();

// TCP Client HTTP, send a POST request to the server and save the reply.
```

```
int numdata = inet.httpPOST("api.myapp.com.br", 80, "/geolocations ", dataCoord, msg, 100);


// Print the results.
Serial.print(F("\nNumber of data received: "));
Serial.println(numdata);
Serial.print(F("\nData received: "));
Serial.println(msg);
};
```

5-8-الدارة العملية :

يوضح الشكل 5-15 المكونات الأساسية للجهاز قبل التجميع.

الشكل15-5: واحدات الجهاز قبل التجميع

أما الشكل 5-16 فيظهر الجهاز بعد التجميع، حيث أن أبعاد الجهاز لا تتجاوز تقريبا 15x7x5 cm، كما ويتميز بوزنه الخفيف، ويبن الشكل أيضاً مفتاح التشغيل و وصلة USB .

الشكل16-5: لقطات للجهاز من عدة زوايا

5-9-آلية عمل الدارة:

5-9-1- في طرف الإرسال :

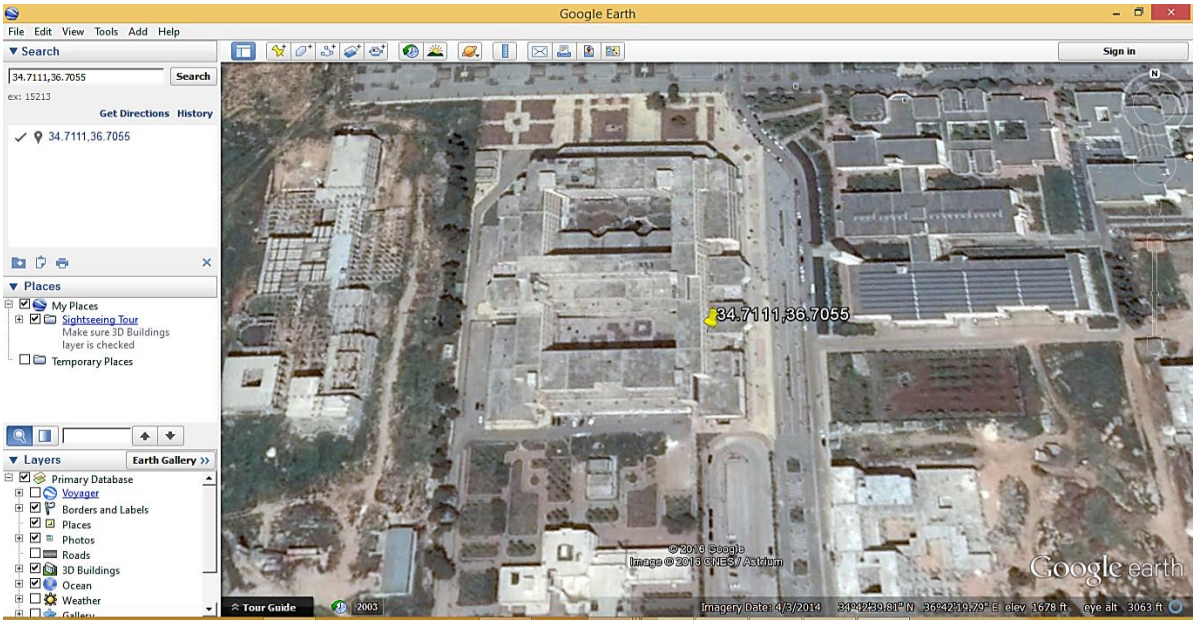
عند تشغيل الجهاز فإنه يقوم تلقائياً بإرسال خطوط الطول والعرض لموقعه برسالة نصية إلى رقم هاتف نقال وذلك كل فترة زمنية معينة علماً أن رقم الهاتف و الفترة الزمنية يتم إدخالها ضمن الكود البرمجي للمتحكم.

قمنا بتشغيل الجهاز فأرسل الموقع الذي هو فيه (كلية الهندسة الكهربائية) إلى أحد الهواتف النقالة وكانت القيم هي 34.711 خط طول و 36.7055 خط عرض:

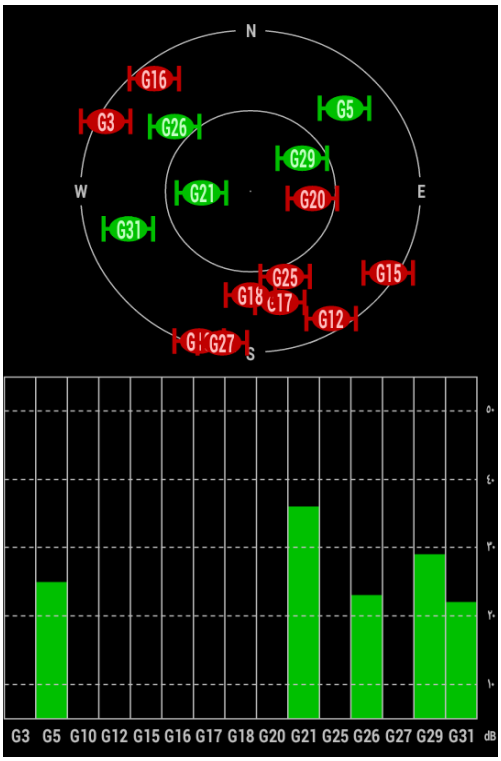
الشكل17-5 :الرسالة الظاهرة على الهاتف النقال

5-9-2- في طرف الاستقبال :تم إدخال القيم المستقبلة لخطي الطول والعرض إلى البرنامج العالمي Google Earth فحدد موقع كلية الهندسة الكهربائية بشكل جيد جداً كما هو موضح بالشكل التالي:

كما وتم التحقق من عدد الأقمار المرئية وحالتها وبيانات nema المستلمة من خلال برمجية u-center كما هو مبين في الأشكال التالية :



الشكل 18-5 : عرض الموقع على برنامج غوغل ايرث




```
١٢:٤٨:٥٣ $GPVTG,291.06,T,,M,0.000,N,0.000,K,N*3E
١٢:٤٨:٥٣ $GPACCURACY,10.1*38
١٢:٤٨:٥٤ $GPGGA,124854.304,3443.3591,N,03641.9021,E,
١٢:٤٨:٥٤ $GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,99.99,99.99,1.00*01
١٢:٤٨:٥٤ $GPGSV,3,1,10,25,74,140,17,29,62,003,,21,44,232,
١٢:٤٨:٥٤ $GPGSV,3,2,10,05,35,079,,12,34,135,,31,31,287,35
١٢:٤٨:٥٤ $GPGSV,3,3,10,26,08,317,,18,05,187,*73
١٢:٤٨:٥٤ $GPRMC,124854.304,V,3443.3591,N,03641.9021,
١٢:٤٨:٥٤ $GPVTG,291.06,T,,M,0.000,N,0.000,K,N*3E
١٢:٤٨:٥٤ $GPACCURACY,10.1*38
١٢:٤٨:٥٥ $GPGGA,124855.304,3443.3591,N,03641.9020,E,
١٢:٤٨:٥٥ $GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,99.99,99.99,1.00*01
١٢:٤٨:٥٥ $GPGSV,3,1,10,25,74,140,17,29,62,003,,21,44,232,
١٢:٤٨:٥٥ $GPGSV,3,2,10,05,35,079,,12,34,135,,31,31,287,35,
١٢:٤٨:٥٥ $GPGSV,3,3,10,26,08,317,,18,06,187,*70
١٢:٤٨:٥٥ $GPRMC,124855.304,V,3443.3591,N,03641.9020,
١٢:٤٨:٥٥ $GPVTG,291.06,T,,M,0.000,N,0.000,K,N*3E
١٢:٤٨:٥٥ $GPACCURACY,10.1*38
١٢:٤٨:٥٦ $GPGGA,124856.304,3443.3591,N,03641.9021,E,
١٢:٤٨:٥٦ $GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,99.99,99.99,1.00*01
١٢:٤٨:٥٦ $GPGSV,3,1,10,25,74,140,17,29,62,003,,21,44,232,
١٢:٤٨:٥٦ $GPGSV,3,2,10,05,35,079,,12,34,135,,31,31,287,34
١٢:٤٨:٥٦ $GPGSV,3,3,10,26,08,317,,18,06,187,*70
١٢:٤٨:٥٦ $GPRMC,124856.304,V,3443.3591,N,03641.9021,
١٢:٤٨:٥٦ $GPVTG,291.06,T,,M,0.000,N,0.000,K,N*3E
١٢:٤٨:٥٦ $GPACCURACY,10.2*3B
١٢:٤٨:٥٧ $GPGGA,124857.304,3443.3590,N,03641.9021,E,
١٢:٤٨:٥٧ $GPGSA,A,1,,,,,,,,,,,,,99.99,99.99,1.00*01
١٢:٤٨:٥٧ $GPGSV,3,1,10,25,74,140,17,29,62,003,,21,44,232,
١٢:٤٨:٥٧ $GPGSV,3,2,10,05,35,079,,12,34,135,,31,31,287,34
١٢:٤٨:٥٧ $GPGSV,3,3,10,26,08,317,,18,06,187,*70
١٢:٤٨:٥٧ $GPRMC,124857.304,V,3443.3590,N,03641.9021,
١٢:٤٨:٥٧ $GPVTG,291.06,T,,M,0.000,N,0.000,K,N*3E
١٢:٤٨:٥٧ $GPACCURACY,10.2*3B
```

الشكل 19-5: التحقق باستخدام تطبيق u-center

5-10 - تطوير الجهاز:

- إدخال الرقم الهاتف النقال المراد إرسال الرسالة إليه عبر شاشة رقمية و ذلك لتسهيل استخدام الجهاز.
- امكانية تضمين الجهاز بذاكرة sd Card ما يساعد في تخزين البيانات و معالجتها في وقت لاحق و ذلك في حال عدم استلام رسائل SMS من الجهاز لاسباب مثل انقطاع تغطية الشبكة الخلوية أو انتهاء الرصيد مثلاً .
- تصغير حجم الجهاز عبر تصغير حجم البطارية و وحدة ال gsm التي تأخذ حيز لابأس به منه لنتمكن من تصميمه كسوار يلبس في معصم اليد مما يجعل إستخدامة أكثر مرونة وأسهولة.
- برمجياً يمكن تطوير برنامج بحيث يربط رسالة ال SMS الواردة الخاصة به مباشرة مع الخريطة دون الحاجة إلى نسخ محتويات الرسالة إلى البرنامج .
- يمكن تحديد مسار مسبق أو تجوال معين وإرسال رسالة إنذار عند تخطي هذا المسار/ الحدود فقط.

المراجع الأجنبية :

1- GSM: architecture, protocols and services
2- GSM,_CDMA_1x_and_3G_Systems_EXCELENTE
3- -1455184431 Neoway-M590-Hardware-Design-Manual-V1
4- Neoway-M590-AT-Command-Sets_V3.0
5- Fundamentals of global positioning system receiver (WILEY INTERSCIENCE _ JAMES BAO-YEN)
6- Introduction to Global Positioning System
7- Introduction To GPS Based Vehicle and Person Tracking System (Bonrix Software Systems)
8- www.trackingtheworld.com
9- u-center_UserGuide_UBX-13005250
10- ucenter_ProductSummary_UBX-13003929
11- NMEA data
12- u-blox6_ReceiverDescrProtSpec_(GPS.G6-SW-10018)_Public
13- NEO-6_DataSheet_(GPS.G6-HW-09005)
14- LEA-6_NEO-6_MAX-6_HardwareIntegrationManual_GPS.G6-HW-09007

المراجع العربية :

1-هندسة اتصالات (4) د. اسبر ابراهيم