الـــجـــمـــهـــوريـــة الـــجـــزائـــريـــة الـــديـــمـــقـــراطـــيـــة الـــشـــعـــبـــيـــة
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة الـتـعـلـيـم الـعـالـي و الـبـحـث الـعـلـمـي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعـة الشهيد حمه لخضر بالوادي
كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم الهندسة الكهربائية
شعبة الاتصالات السلكية واللاسلكية

Université Echahid Hamma Lakhdar - El Oued
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Électrique
Filière de Télécommunications

مذكرة نهاية التخرج
للحصول على شهادة الماستر
التخصص: الاتصالات السلكية ولاسلكية

من طرف الطالبات:

- **حويتي راوية**
- **مسعودي حليمة**
- **قرميط هناء**

الموضوع

إتصالات خط الطاقة PLC

تمت المناقشة في 2020 /09/27

أمام لجنة المناقشة المكونة من :

- **د.غندير السعيد**
- **د.ياسين اللبي**

المؤطر:

الدكتور علي شمسة

الموسم الجامعي:2019-2020

بسم الله الرحمن الرحيم

الملخص

تم في هذه المذكرة القيام بدراسة حول تكنولوجيا إتصالات خطوط الطاقة، حيث هذه التكنولوجيا تعد اليوم من أكثر المشاريع الواعدة ،ومجالا حديثا ومتاح لعامة الناس، وتجري عليه حاليا الكثير من التطورات.

قمنا في هذه الأطروحة بعمل محاكاة على برنامج Matlab ، هذا المشروع يهدف إلى فهم وتنفيذ نظام الاتصالات من خلال أعمال تطبق في المنزل والتى تدل على فعالية هذه التكنولوجيا مقارنة بالشبكة اللاسلكية Wi-Fi.

منحتنا اطروحتنا الفرصة لتطوير معرفتنا حول PLC واخيرا،نأمل ان تكون هذه الدراسة مفيدة لطلاب المستقبل.

الكلمات المفتاحية : Matlab,PLC,Wi-Fi.

Dans ce mémoire, une étude a été réalisée sur la technologie de la communication par ligne électrique, car cette technologie est aujourd'hui l'un des projets les plus prometteurs, un domaine moderne accessible au grand public, et de nombreux développements sont en cours.

Dans cette thèse, nous avons créé une simulation sur Matlab. Ce projet vise à comprendre et implémenter le système de communication à travers un travail appliqué à domicile qui indique l'efficacité de cette technologie par rapport au réseau sans fil Wi-Fi.

Notre thèse nous a donné l'opportunité de développer nos connaissances sur PLC et nous espérons enfin que cette étude sera utile aux futurs étudiants

Les mots des clés : Matlab,PLC,Wi-Fi.

In this memoire, a study was carried out on the technology of communication by power line, because this technology is today one of the most promising projects, a modern field accessible to the general public, and many developments are underway.

In this thesis, we created a simulation on Matlab. This project aims to understand and implement the communication system through a work applied at home which indicates the efficiency of this technology compared to the wireless network Wi-Fi.

Our thesis gave us the opportunity to develop our knowledge on PLC and finally we hope .that this study will be useful to future students

Key words : Matlab,PLC,Wi-Fi.

إهداء

نحن نكرس هذا العمل المتواضع قبل كل شيء ، والدينا و
الإخوة والأخوات وكذلك جميع أفراد عائلات قروميط و
مسعودي وحويتي ، كما نود أيضًا أن نتقدم بالشكر للدكتور علي شمسة ،
عن امتناننا له على الاهتمام الذي أبدوه بنا ،
نحن نعرف وزن أيامهم المزدحمة وكم يستغرق ذلك
التفاني لإعطاء بضع لحظات لمساعدتنا في
البحث.

"شكر و عرفان"

الحمد الله رب العالمين والصلاة والسلام على المبعوث رحمة للعالمين سيدنا محمد ،وعلى آله ومن دعا بدعوته وسار على سنته إلى يوم الدين

الحمد الله حمدا كثيرا ، والشكر الله شكرا كثيرا،الذي من علينا ، ويسر لنا إنجاز

هذه المذكرة .

نتقدم بجزيل الشكر لأستاذنا الفاضل –الدكتور علي شمسة -على قبوله

وتحمله مسؤولية الإشراف على المذكرة ، وعلى جميع النصائح و

الإرشادات المقدمة في مرحلتي التدرج وما بعد التدرج.

الشكر موصول للسادة الأفاضل، أعضاء لجنة المناقشة على تحملهم مسؤولية قراءة

وتقويم المذكرة (الأستاذ سعيد غندير، الأستاذ ياسين اللبي)

أخيرًا ، أوجه شكري إلى كل من ساهم في إنجاز هذا العمل المتواضع.

فهرس المحتويات

الملخص ..... أ
الإهداء ..... ب
شكر عرفان ..... ج
فهرس المحتويات ..... د
فهرس الأشكال ..... ح
فهرس الجداول ..... ط
قائمة المختصرات ..... ك
مقدمة عامة 1

الفصل الأول

وسائط ال+نقل

أ.1. المقدمة 4
أ.2. تعريف 5
أ.3. أنواع خطوط النقل 5
أ.1.3. ناقل الحركة الحر 5
أ.1.1.3.موجات الراديو 5
أ.2.1.3. وصلات الأقمار الصناعية 7
أ.3.1.3. مجالات الاستخدام 8
أ.4.1.3. الإيجابيات والسلبيات 9
أ.2.3. ناقل الحركة الموجه 9
أ.1.2.3. الأسلاك الملتوية 10
أ.1.1.2.3.التعريف 10
أ.2.1.2.3.أنواع الأزواج الملتوية 10
أ.3.1.2.3. موصلات مزدوجة ملتوية 11
أ.4.1.2.3. الإيجابيات والسلبيات 11
أ.5.1.2.3. الميزات الرئيسية 12

أ.2.2.3. الكابل المحوري 12
أ.1.2.2.3. التعريف 12
أ.2.2.2.3. أنوع الكابل 14
أ.3.2.2.3.الإيجابيات والسلبيات 15
أ.4.2.2.3. الخصائص 16
أ.3.2.3. الألياف البصرية 16
أ.1.3.2.3. التعريف 16
أ.2.3.2.3. خصائص الألياف الضوئية 17
أ.3.3.2.3. الإيجابيات والسلبيات 17
أ.4.2.3. المقارنة 18
أ.4. الخصائص الفيزيائية للشبكة الكهربائية المنزلية 18
أ.1.4. هيكلة الشبكة الكهربائية المنزلية 18
أ.1.1.4.بدء الشبكة المحلية: عداد الكهرباء 19
أ.2.1.4. إمداد الطاقة (أحادي الطور أو ثلاث مراحل) 19
أ.3.1.4. هيكلة الشبكة (معقدة وغير متوقعة) 19
أ.5.خاتمة 20

الفصل الثاني

إتصال خط الطاقة (PLC)

ب.1. المقدمة 23
ب.2. التاريخ 24
ب.3.التعريف 24
ب.4.مبدأ تكنولوجيا PLC 25
ب.1.4. طبقة التقارب.....27
ب.2.4.طبقة MAC 28
ب.3.4. الطبقة المادية 28

ب.5. مجالات الاستخدام 29
ب.6. البنية 29
ب.1.6. البنى الخارجي: مدخل خارجي 30
ب.2.6. البنى الداخلي: مدخل داخلي.....31
ب.7. خصائص 31
ب.8. الأمان 32
ب.9.المقارنة بين PLC وWi-Fi 33
ب.1.9. تذكير Wi-Fi 33
ب.2.9. مبدأ Wi-Fi 34
ب.2.1.9. معايير شبكة Wi-Fi 34
ب.1.2.1.9. المعيار802.11 34
ب.2.2.1.9. المعيار 802.11a 34
ب.3.2.1.9. المعيار 802.11 b 35
ب.4.2.1.9. المعيار 802.11 g 35
ب.5.2.1.9. المعيار 802.11h 35
ب.3.1.9. أمان شبكة Wi-Fi 35
ب.2.9.دراسة مقارنة 36
ب.1.2.9. التركيب 36
ب.2.2.9. مدى 36
ب.3.2.9. الأمان 36
ب.4.2.9. الأداء 37
ب.10. الإيجابيات والسلبيات 37
ب.1.10. إيجابيات شبكات PLC 37
ب.2.10. سلبيات شبكات PLC 38
ب.11. الخاتمة 39

الفصل الثالث

تقييم آداء إتصالات خط الطاقة PLC

ج.1.المقدمة 41
ج. 2. ما المقصود بالتشغيل الآلي للمنزل [5]؟ 41

فهرس المحتويات

ج.3. عرض تقديمي لمحول PLC المستخدم 42
ج.1.3. المقدمة 42
ج.2.3. الخصائص 44
ج3.3. اختبار مهايئ PLC 44
ج.1.3.3.التثبيت 44
ج.2.3.3.اختبار 45
ج.4. تطبيقات التشغيل التلقائي المنزلية المحققة 45
ج.1.4.اتصالا بالإنترنت عبر الشبكة الكهربائية 45
ج.2.4. مشاركة البيانات المحلية بين جهازي كمبيوتر 46
ج.5.المحاكاة في MATLAB 47
ج.1.5.تكوين 47
ج.5.4.محاكاة PLC 48
ج.6. الخاتمة 55

فهرس الأشكال

الشكل أ.1: يقوم ارتباط الإرسال بتنفيذ أنواع متعددة من الوسائط.....4

الشكل أ.2:مبدأ شعاع الراديو 6

الشكل أ.3: مبدأ وجود وصلة ساتل.....8

الشكل أ.4: الكابل المزدوج الملتوي.....10

الشكل أ.5: الكابل المحوري.....13

الشكل أ.6: مكونات الألياف البصر.....16

الشكل أ.**7**: مثال على مخطط الشبكة الكهربائية المنزلية.....20

الشكل ب.1.: مبدأ تشغيل PLC 24

الشكل ب.2.: قارنات التوصيل الاستنباطي والسعوي 25

الشكل ب.3 : توصيل الاشارة.....26

الشكل ب.4: نموذج OSI.....26

الشكل ب5. :نموذج CPL HomePlug.....27

الشكل ب.6 :رسم تخطيطي للطبقة المادية.....29

الشكل ب.7: رسم تخطيطي لتكوين PLC خارجي.....30

الشكل ب.8: رسم تخطيطي لتكوين PLC في الداخل.....31

الشكل ب9.: مبدأ شبكة Wi-Fi 34

الشكل ج.1: تطبيقات الأتمتة المنزلية.....42

الشكل ج. 2: عرض المعدات (المصابيح) 43

الشكل ج. 3: تخطيط الأجهزة (التوصيل) 43

الشكل ج.4: الاتصال بالإنترنت عبر الشبكة الكهربائية 46

الشكل ج.5: مشاركة البيانات المحلية بين جهازي كمبيوتر.....46

الشكل ج.6 :تخطيطي لسلسلة نقل خطوط الكهرباء.....48

الشكل ج.7: إشارة الطاقة 100 فولت / 50 هرتز.....51

الشكل ج.8: إشارة كهربائية + إشارة HF 52

الشكل ج.9: إشارة كهربائية + إشارة HF + ضوضاء 53

الشكل ج.10: تعديل الإشارة قبل وبعد الإرسال 54

الشكل ج.11: نسبة الإشارة إلى الضوضاء QPSK 56

الجدول1: أنوع الكابلات المحورية 14
الجدول 2: مقارنة بين الألياف الضوئية والكابل المحوري والزوج الملتوي.....18
الجدول 3:جدول المقارنة.....37

CPL: Courant Porteur sur Ligne

AMRF:Accès Multiple Répartition Fréquences

AMRT: Accès Multiple à Répartition de Temps

AMRC: Accès Multiple à Répartition par Code

FM: Frequency Modulation

GPS: Global System for Mobile communication

STP: Shielded Twisted-Pair

UTP: Unshielded Twisted-Pair

HF:Haut frequence

PLC: Power Line Communication

PLT: Power Line Télécommunication

PPC: Power Plus Communication

BPL: Broadband over Power Line

OSI: Open Systems Interconnections

MAC: Media Access Control

LAN: Local Area Network

IP: Internet Protocol

TCP: Transmission Control Protocol

IEEE: Institue of Electrical and Electronics Engineer

LAN: Local Area Network

VLAN: Virtual Local Area Network

WIFI: Wireless Fidelity

QOS: Quality of Service

PSNR: Peak Signal to Noise Ratio

RTP: Real-time Transfert Protocole

ADSL:ANGLAIS ASYMMETRIC DIGITAL SUBSCRIBER LINE

HD: Haut definition

PC: Personel Computer

مقدمة

في الوقت الحاضر نشهد تقدمًا مذهلاً في البنية التحتية للاتصالات وخدماتها. وقد ترافق ذلك مع تنفيذ وسائط نقل مختلفة بقدرات نقل أكبر وموثوقية أفضل من أي وقت مضى. من بين الأكثر استخدامًا، يمكننا الاستشهاد بشبكات الميكروويف ، والهواتف ، والخطوط المتخصصة ... وقد تم الآن توسيع هذه الدعامات التي كانت محدودة قبل عشر سنوات للكابلات المعدنية ووصلات الراديو التناظرية لتشمل الألياف الضوئية و راديو رقمي عريض النطاق للشبكات الخلوية والأقمار الصناعية. ومع ذلك، فإن وجود هذه الوسائط الجديدة لم يمنع ظهور مشاكل خاصة في بلدان العالم الثالث.

لقد استمرت الثورة التكنولوجية لقرون و لم تتوقف عن توليد العديد من التقنيات. حيث احتلت شبكات الكمبيوتر مكانًا مهمًا للغاية في مجتمعنا (سواء على مستوى الشركات أو الأفراد). هذا هو سبب اهتمامنا بهذه التكنولوجيا الجديدة التي لا تزال غير معروفة للناس والتي لا تعدو كونها ناقل لخطوط الطاقة (PLC), في الواقع يحول خط الطاقة أو تقنية PLC الشبكة الكهربائية إلى وسيط لنقل بيانات الكمبيوتر. على نطاق أوسع ، تشكل شبكة الكهرباء بنية تحتية تغطي المنطقة بأكملها تقريبًا ، حتى المناطق الأقل كثافة سكانية. نحن نتفهم بشكل أفضل تحديات PLC لتقليل الفجوة الرقمية الشهيرة والسماح بالوصول إلى الإنترنت على نطاق واسع. على هذا النحو، فإن مشكلة دراستنا هي كما يلي: مما تتكون تقنية PLC، وما هي مزاياها وعيوبها، ووسائط النقل، وتطبيقات أتمته المنزل باستخدام PLC ؟

يلعب نظام إتصالات خط الطاقة PLC دورًا مهمًا في تطوير صناعة تُعرف باسم التشغيل الآلي للمنزل، مما يجعل من الممكن توصيل العديد من الأجهزة المنزلية (الهاتف والمصابيح والستائر وكاشف الحريق ونظام الإنذار، التحكم في الغاز،..... إلخ) من خلال الشبكة الكهربائية المنزلية.

لذلك اعتبرنا أنه من المفيد أن نقدم في الفصل الأول وسائط النقل المختلفة المستخدمة مع التعبير عن الخصائص والمزايا والعيوب ومجالات استخدام هذه الوسائط بالإضافة إلى عرض موجز عن طوبولوجيا الشبكة. الكهربائية المنزلية. ثم نقترح، في الفصل الثاني، دراسة تفصيلية عن التشغيل، والهندسة المعمارية، والخصائص،

والأمن، ومزايا وعيوب تقنية PLC. نظرًا لأن شبكة Wi-Fi تمثل منافسًا لشبكة PLC، فقد قدمنا دراسة مقارنة بين هاتين الشبكتين من خلال هذا الفصل.

يصف الفصل الثالث تطبيقات أتمته المنزل التي يمكن إجراؤها باستخدام ناقل خط الكهرباء. سوف نبني أنفسنا على تطبيقات الوقت الفعلي والوسائط المتعددة ، وسوف نقوكم بمعمل محاكاة PLC باستخدام برنامج ماتلاب .

الفصل الأول

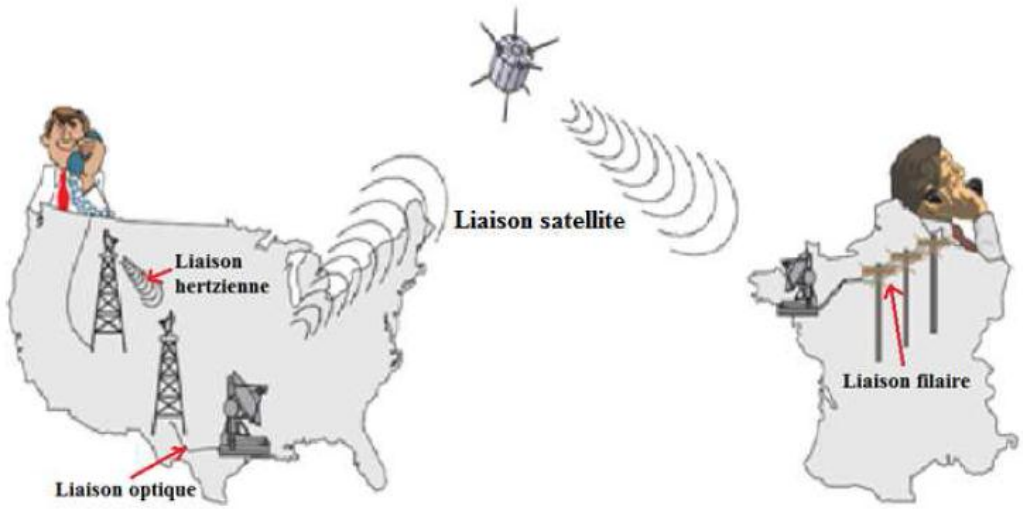
أ. 1. مقدمة:

تعتمد البنية التحتية للشبكة وجودة الخدمة المقدمة والحلول البرمجية التي سيتم تنفيذها إلى حد كبير على وسائط الإرسال المستخدمة. تستغل وسائط الارسال خصائص الناقلية للمعادن (أزواج ملتوية، كابل محوري)، الموجات الكهرومغناطيسية (موجات الراديو، موجهات الموجة، الأقمار الصناعية) أو طيف الضوء المرئي (الألياف البصرية). يتم تصنيف الوسائط بشكل عام إلى فئتين:

-الوسائط الموجهة (الوسائط النحاسية والوسائط البصرية).

- الوسائط الحرة (موجات الراديو و وصلات أقمار صناعية).

ويرجع تعقيد الأنظمة عادة إلى حقيقة أن الارتباط يمكن أن يستخدم وسائط مختلفة (الشكل أ.1).



الشكل أ.1: يقوم ارتباط الإرسال بتنفيذ أنواع متعددة من الوسائط [15].

يتعين على نظام الإرسال أن يقوم بتكييف الإشارة ليتم إرسالها إلى كل نوع من الوسائط المستخدمة. تختلف خصائص الوسائط وفقًا للطبيعة المادية للوسائط وطريقة الانتشار المختارة. ومع ذلك، فإن بعض الميزات شائعة في كافة أنواع الوسائط (عرض النطاق الترددي...)، بينما تكون ميزات أخرى محددة (المقاومة المميزة...).

تعد الوسائط مصدر العديد من مشاكل الإرسال، لذا من المهم معرفة خصائصها لفهم استخدامها ومنع المشاكل التشغيلية المختلفة التي قد تنشأ [15].

أ.2. التعريف:

وسيط الارسال (خط, قناة الإرسال) عبارة عن موصلين أو أكثر يحملون إشارة كهربائية، من المرسل إلى المستقبل. إن وسيط

الإرسال، بمعنى الانتشار، هو جزء من الوسيط المادي المستخدم في الإرسال المحدد الذي تمت دراسته.

يجب أن يتسم وسيط الإرسال بالخصائص التالية:

- يجب ألا يشوه الإشارة المنقولة.
- يجب ألا يتم تغيير المعلومات المنقولة عن طريق الاضطرابات غير المرغوب فيها مثل الضوضاء
- يجب أن يشتمل عرض النطاق الترددي للوسيط على طيف التردد للإشارة المنقولة.

بالإضافة إلى هذه الخصائص، يجب أن يقدم الوسيط:

أعلى معدل معلومات ممكن.

أقل تكلفة ممكنة للبنية التحتية.

بغض النظر عن نوع الإرسال أو الإشارة الفردية أو الإشارات المتعددة.

يتم دائمًا إرسال الإشارة عبر قناتها الخاصة.

أ.3. أنواع خطوط الارسال:

أ.1.3. الارسال الحر:

ويتم ضمان الانتشار الحر للمعلومات عن طريق الموجات الكهرومغناطيسية المرسلة و المستقبلة من قبل الهوائيات، والتي تنتشر في جميع اتجاهات الفضاء. إننا نتحدث عن موجات الراديو. ويمكن استقبال هذه الموجات، بواسطة أجهزة الاستقبال المتنقلة لأنها لا تتطلب أي سلك نقل. ومع ذلك، فإنها تتعرض للعديد من الاضطرابات من قبل المجالات الكهرومغناطيسية في كل مكان في البيئة [14].

أ.1.1.3موجات الراديو:

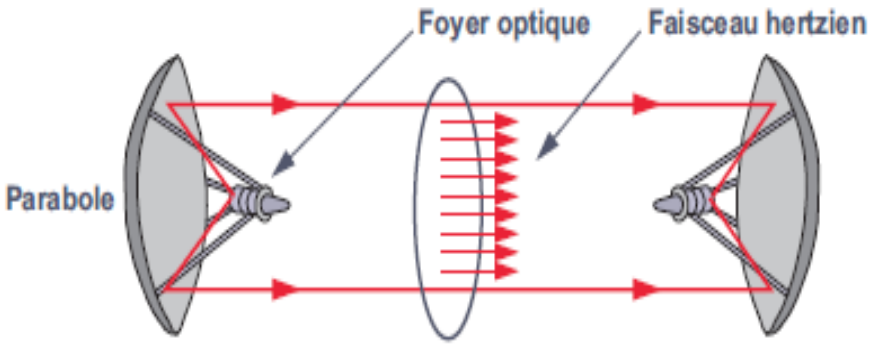
موجات الراديو تنقل المعلومة بين نقطتين بعيدتين, وفي بعض الحالات، يمكن أن تكون الموجات اللاسلكية بديلاً مفيداً للوصلات السلكية (النحاس أو البصري). قد تكون أجهزة الراديو أو كابلات الراديو، قياسًا على الشبكات السلكية، تناظرية أو رقمية. يمكن أن يصل معدل النقل إلى 155 ميجابت/ثانية وهي تستخدم بشكل أساسي للشبكات:

– الاتصالات الهاتفية (التردد أو مضاعفة الوقت).

– لنقل البيانات.

– بث البرامج التلفزيونية.

يستخدم هذا الإرسال هوائيات اتجاهية للغاية لتقليل قوى الإرسال. يتم وضع الهوائي الفعلي في نقطة تجمع الموجات البصرية للقطع المكافئ الذي يعكس الموجات إلى شعاع موجة متوازٍ شديد التركيز، مما يحد من انتشار الطاقة الكهربائية اللاسلكية. في الاستقبال، يتم وضع الهوائي أيضاً في نقطة تجمع الموجات البصرية للطبق. تنعكس جميع الأشعة التي يتم استقبالها بالتوازي مع المحور البصري للقطع المكافئ في اتجاه البقعة البؤرية الضوئية، وبالتالي يتم جمع أقصى طاقة (الشكل أ. 2) [15].



الشكل أ.2:مبدأ شعاع الراديو[15].

يمكن أن تصل المسافات التي يمكن عبورها بواسطة أنظمة إرسال الراديو إلى 100 كم. ولتغطية المسافات الأكبر، من الضروري الحصول على مرحلات. قد تكون المرحلات سلبية أو نشطة. يتم استخدام المرحلات السلبية في المناطق التي يكون فيها التصريف مهمًا؛ فهي عبارة عن عواكس بسيطة تستخدم لتوجيه الموجة، على سبيل المثال، لتتبع الوادي. تتطلب المرحلات النشطة بنية أساسية أكثر تعقيدًا، وتتم استعادة الإشارة المجمعة، وتضخم ثم إعادة إرسالها. تستخدم أجهزة الراديو النطاقات 2–15 جيجا هرتز وتسمح بسرعات 155 ميجابت/ثانية.

تكون موجات الراديو حساسة للاضطرابات الجوية والتشويش الكهرومغناطيسي. تستند البنية الأساسية للراديو إلى وجود قنوات احتياطية سواء كانت سلكية أو لاسلكية.

تعتبر الأشعة تحت الحمراء والليزر حالة خاصة من موجات الراديو. وهي تستخدم عادة لتوصيل شبكتين خاصتين، عبر مسافات قصيرة، بترتيب بضع مئات من الأمتار [15].

أ.2.1.3. وصلات الأقمار الصناعية [15]:

من الصعب إنشاء وصلات الراديو على مسافات شاسعة ، لا سيما للوصلات عبر المحيطات. لهذا السبب ، منذ الستينيات ، كان هناك تحول نحو استخدام أقمار الصناعية. لم يكن من الممكن تحقيق روابط دائمة مع الأقمار الصناعية ثابتة فيما يتعلق بمراقب أرضي (الأقمار الصناعية ثابت بالنسبة إلى الأرض) إلا مع ظهور حاملات قادرة على الدوران في مدارات تبلغ مساحتها 36000 كيلومتر تقريبًا. تعيد الموجات الواردة من هوائي

أرضي، بعد تضخيمها، إلى منطقة تغطيتها. تتمتع هذه الأقمار الصناعية بفترة ثورة مماثلة لتلك الخاصة بالأرض، ويقال إنها متزامنة مع الأرض. المدار الاستوائي هو 42164 كم، وهو ارتفاع دقيق عن الأرض يبلغ 35800 كم.

المبدأ[15] :

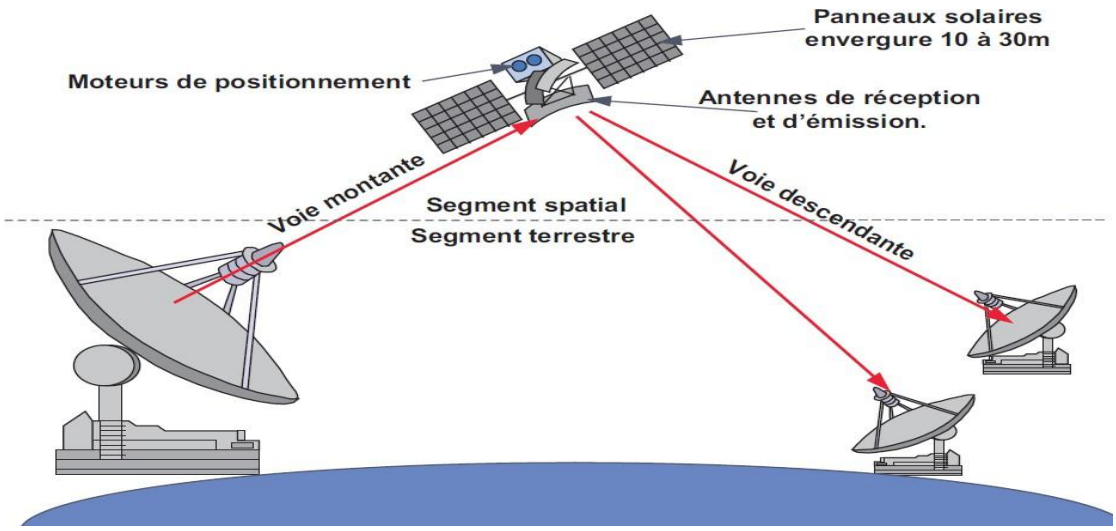
ترسل محطة أرضية تدفق المعلومات إلى القمر الصناعي (الوصلة الصاعدة). القمر الصناعي هو مجرد مكرر بسيط، فهو يجدد الإشارات المستلمة ويعيد إرسالها نحو الأرض (الوصلة الهابطة). يوضح الشكل 4.29 مبدأ الارتباط الأقمار الصناعية.

لاستخدام قمر صناعي كنقطة عقدية لشبكة أرضية ، من الضروري قبول العديد من الوصلات الصاعدة. ثم يتنافس هؤلاء للوصول إلى القمر الصناعي. يمكن استخدام عدة تقنيات:

– **L'AMRF**: (الوصول المتعدد إلى توزيع التردد)، يتكون من تقسيم نطاق تردد القمر الصناعي إلى نطاقات فرعية، كل منها مخصص لقناة اتصال.

– **L'AMRT**: (وصول متعدد إلى تخصيص الوقت)، يكون الناقل شائعًا في جميع قنوات الاتصال، ولكن كل قناة لديها فقط لفترة زمنية محدودة. يتطلب وضع الوصول هذا المزامنة بين المحطات.

– **L'AMRC**: (الوصول المتعدد لتخصيص الرموز)، يتم تعيين رمز لكل قناة بهذه التقنية. يتم إرسال المعلومات المشفرة في وقت واحد، ويتم استخراجها من التدفق عن طريق فك التشفير.



الشكل أ.3: مبدأ وجود وصلة ساتل [15].

أ.3.1.3. **مجالات الاستخدام**:

- الهاتف (التردد أو مضاعفة الوقت)،
- لإرسال البيانات.
- بث البرامج التلفزيونية.
- أنظمة Bluetooth
- اتصالات Wi-Fi.
- راديو FM الأوتوماتيكي.
- GPS .

- الهاتف المحمول.
- جهاز التحكم عن بعد الذي يعمل بالأشعة تحت الحمراء.

أ.4.1.3. الإيجابيات والسلبيات:

الإيجابيات :

- لا يوجد سلك ناقل.
- يمكن استخدام جهاز استقبال محمول.
- إرسال جميع أنواع التدفقات (الصوت، البيانات، الفيديو).
- عمل أرخص . قيمة أفضل للمال مقارنة بالألياف.
- تثبيت سهل وسريع وقابل للتطوير: من 4-5 أيام لتثبيت الاتصال عبر الهواء.
- اتصال للجميع – في المناطق الجيولوجية الصعبة والبعيدة.

السلبيات :

- حساسة للحقول الكهرومغناطيسية.

مستوى الأمان المنخفض (المعلومات متاحة بسهولة).

- نطاق الإشارات المحدود.
- تتأثر الموجات بالأقنعة والعوائق مثل التضاريس والنباتات والمباني.
- اضطراب الروابط في الطقس القاسي، مثل المطر والانكسار الجوي والانعكاس.
- ينبغي أن تتمتع الأجهزة القابلة للارتداء بإطلالة مباشرة.

أ.2.3. ناقل الحركة الموجه:

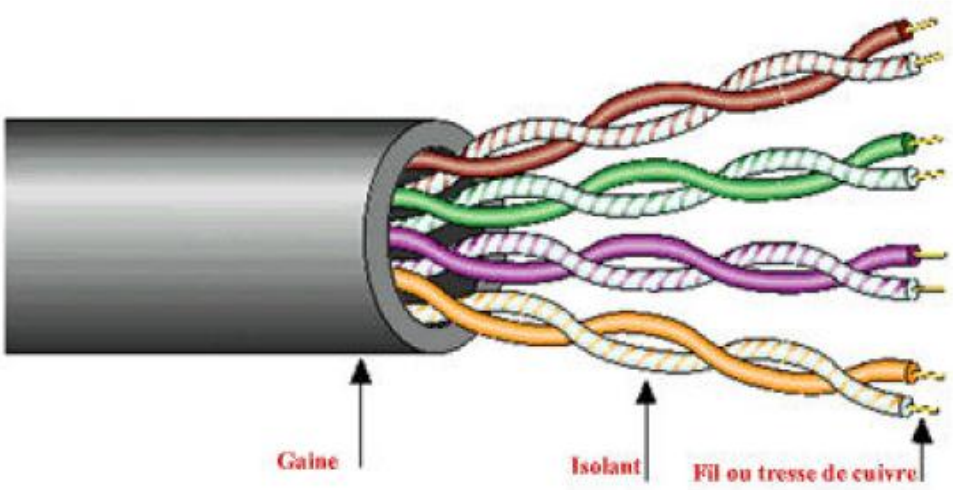
ويتم إرسال المعلومات بواسطة كابلات كهربائية أو ألياف ضوئية. في الكابلات الكهربائية، يتم إرسال المعلومات في

شكل إشارات كهربائية. وهذه الإشارات مخففة بشكل سريع وتتسبب في إزعاجها من جراء المجالات الكهرومغناطيسية المحيطة [14].

أ.1.2.3. الأسلاك الملتوية:

أ.1.1.2.3.تعريف

الزوج الملتوي هو خط متماثل مكون من سلكين موصلين ملتويين لولبيًّا حول بعضهما البعض. لحمايتهما من الإشارات الكهربائية والتشويشات التي تصدر من المصادر الكهربائية الأخرى في البناية. كلما زاد عدد الالتواءات، كلما انخفض تداخل الإشارات **[2]**.



الشكل أ.4: الكابل المزدوج الملتوي[2].

أ.2.1.2.3.أنواع الأزواج الملتوية:

هناك نوعان من الأزواج الملتوية [2]:

- **كابل مزدوج ملتوي غير محمي (UTP):**

سمي بهذا الاسم ليدل على ان الازواج الاسلاك جميعها ليست محمية بغلاف بلاستيكي خارجي لكن إلا انه بين كل زوجين من السلكين يفصل بينهما مادة عازلة داخل الغلاف حيث يتبع كابل UTP (كابل مزدوج ملتوي غير محمي) مواصفات BaseT10.

وهو أكثر أنواع الكابلات المزدوجة الملتوية(المجدولة) استخدامًا وأكثرها استخدامًا للشبكات المحلية. والمشكلة الرئيسية هي أن كابل UTP (كابل مزدوج ملتوي غير محمي) عرضة للتداخل (إشارات من خلط خط ما مع إشارات من خط آخر كابل.

➢ **مزدوج ملتوي محمي (STP):**

سمي بهذا الاسم لان اسلاكه محاطة بطبقة خارجية إضافية مصنوعة من رقائق الألمنيوم أو النحاس عالي الجودة وأكثر حماية من الغلاف المستخدم بواسطة كابل UTP (كابل مزدوج مجدول غير محمي). يتم التفاف الأسلاك النحاسية الخاصة بزوج واحد، مما يوفر لكابل STP حماية ممتازة، أي حماية أفضل من التداخل. ومن ناحية أخرى، يسمح هذا النظام بنقل أسرع لمسافة أطول.

أ.3.1.2.3. موصلات مزدوجة مجدولة:

يتم توصيل الكابل المزدوج المجدول باستخدام موصل RJ-45. هذا الموصل مماثل لـ RJ-11 المستخدم في الاتصالات الهاتفية ولكنه مختلف في بعض النقاط: إن RJ-45 أكبر قليلاً ولا يمكن إدخاله في مقبس الهاتف11 -RJبالإضافة إلى ذلك، يتكون RJ-45 من ثمانية سنون بينما يحتوي RJ-11 على أربعة سنون فقط [6].

أ.4.1.2.3. الإيجابيات والسلبيات:

الإيجابيات:

- عرض نطاق ترددي أكبر لكل جهاز.
- القدرة على العمل في وضع الطباعة على الوجهين بالكامل.
- لا مزيد من انقطاع الكابلات (Thin Ethernet).
- إدارة أسهل.
- توفر كابلات عامة: الهاتف، الفاكس، المعلومات، إلخ.

السلبيات :

- توليد مجال كهرو مغناطيسي حول الكابل.
- كابلات أكثر من الكابل المحوري.
- أسلاك أكثر تكلفة ومساحة أكبر في الأعمدة الفنية أجهزة أكثر نشاطاً.

أ.5.1.2.3. المميزات الرئيسية:

المقاومة : حيث استطاعتها هي 100 واط (كابل الهاتف).

التردد (بالهرتز): كانت هذه القيمة قريبة من معدل التدفق، على سبيل المثال كابل 100 ميجا هرتز يستخدم كجزء من شبكة Ethernet LAN.

. قطر السلك: من 0.5 إلى 0.9 مليون متر بالإضافة إلى قطر الأسلاك هو حامل بالإضافة إلى مسافات الإرسال المطلوب حجبها...،

ضعف طاقة الاتصال: يعني ضعف طاقة الاتصال فقدان الطاقة. فعندما تمر الإشارة عبر وسيط، فإنها تفقد بعض طاقتها للتغلب على مقاومة الوسيط. وكلما طال انتقال الإشارة، كلما زادت الطاقة التي تفقد.

تكون الوحدة المستخدمة لحساب فقدان الطاقة (أو الكسب) أثناء إرسال الإشارة بالديسيبل (ديسيبل).

$$\mathbf{dB = 10\ log10(Pr\ /Ps\ )}$$

حيث، إن Pr هو قوة الإشارة المستلمة

PS هي قوة الإشارة المرسلة

$\mathbf{dB =20\ log10(V2\ /V1)}$ لان , $V^2 \infty P$

سيكون dB سالبًا إذا فقدنا القوة، موجبًا إذا اكتسبنا القوة ، ونفس الشيء تمامًا إذا لم يكن هناك تغيير في القوة.

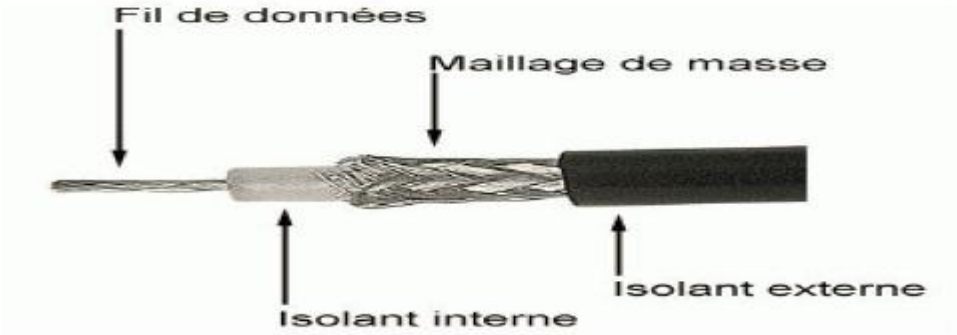
أ.2.2.3. الكابل المحوري:

أ.1.2.2.3. التعريف:

هو عبارة عن سلك نحاسي محاط بمادة عازلة من المطاط وفوق المادة العازلة يوجد غلاف معدني موصل من النحاس

على شكل ظفيره دورها منع التشويش والضوضاء عن السلك النحاس الناقل للإشارات حيث أن سلك النحاس الذي هو قلب الكابل بنقل إشارات البيانات والمعلومات . الاسم العلمي الذي تم إعطاؤه للكابل المحوري هو B210 أو B510 للإصدار الأقدم. [2] .

- يشير الرقم 10 إلى السرعة بالميغابت في الثانية.
- يشير الحرف B إلى طريقة تشفير 0 و 1 ، أو هنا النطاق الأساسي .
- يشير الرقم الأخير إلى الحجم الأقصى للشبكة، معبرًا عنه بالأمتار ومقسومًا لكل 100.



الشكل أ.5: الكابل المحوري [2].

يتكون الكابل المحوري من [6]:

الغلاف: يحمي الكابل من البيئة الخارجية. وهو عادة مصنوعة من البلاستيك.

الحماية: (مغلف معدني) يحيط بالكابلات يسمح بحماية البيانات المرسلة على حامل الطفيليات (ما يسمى بالضوضاء) والتي قد تتسبب في تشويه البيانات كما يقوم بتضعيف الإشارات الكهرومغناطيسية التي يمكن ان يصدرها الكابل.

العزل المحيط: يتكون الجزء المركزي من مادة عازلة لتجنب أي تلامس مع الدرع، مما يتسبب في تفاعلات كهربائية (دائرة قصر). ويتكون الجزء المركزي، الذي يقوم بتنفيذ مهمة نقل البيانات، عادة من خيط نحاسي واحد أو عدة خيوط ملتوية.

الناقل المركزي: في معظم الكابلات المحورية يكون الناقل المركزي عبارة عن شريط نحاسي ثخين.

أ.2.2.2.3. أنواع الكابل [1]:

نوع الكابل	صورة	تعريف	ما فائدة؟	ما الميزانية؟
كابل صوت رقمي محوري أمازون بيسكس (2.44-7.62 م)		نموذج مبتدئ يستفيد من القيمة الممتازة مقابل المال للاستخدام الأساسي.	الاستخدام الأساسي hi-fi، (تلفزيون ، نظام كمبيوتر ، إلخ.)	أقل من 10 يورو (انظر السعر)
كابل الأقمار الصناعية (حتى HQ135 100 متر)		كابل ممتاز متعدد الاستخدامات (مزود بـ 10 مقابس)، بدون فقد الإشارة.	توصيل هوائي تي إن تي أو قنوات فضائية	أقل من 25 يورو (انظر السعر)
كابل محوري زاوي (حتى 20 مترًا)		كابل قوي وصلب ، جودة عالية. مثالي إذا كنت بحاجة إلى سدادة زاوية لتبسيط التوصيلات	أي نوع من الاستخدام. مثالي لتحسين إشارة تي إن تي.	أقل من 20 يورو (انظر السعر)

الجدول 1: أنواع الكابلات المحورية [1].

أ.3.2.2.3.الإيجابيات والسلبيات:

مزايا الكابل المحوري [1]:

إن الأداء العالي للكابل المحوري يجعله يُستخدم على نطاق واسع اليوم. والواقع أن خصائصها تسمح لها باستقبال وإرسال إشارات رقمية وتناظرية من دون مخاطر الطفيليات.

بطبيعة الحال، لكي يفي الكابل المحوري بمهمته، فمن الضروري أن تكون قد قمت بالفعل بتركيب هوائي تلفزيون. ولكن بمجرد استيفاء هذه الحالة، فإنها تتيح لك إمكانية نقل فائقة، حيث إنها غير منيعة على أي تداخل.

يتم اختيار الكابل المحوري لأنه:

- سهولة التركيب والتوصيل .
- متوفرة بالأسواق.
- محمية من التشويش والتأثير على الإشارة.
- تغطي مسافات طويلة.
- رخيصة الثمن.

عيوب الكابل المحوري:

- صعوبة نقل الاشارة.
- البطء في السرعة.
- رداءة الاشارة واحيانا انقطاعها بسبب طول الكابل.
- صعوبة التمديد والصيانة.

أ.4.2.2.3. الخصائص [3]:

- **المقاومة:** كابل 50 أوم، نوع Ethernet.

كابل 75 أوم، من نوع CATV (كابل التلفاز).

- **معدل التدفق:** 100 ميجابت/ثانية تقريبًا.

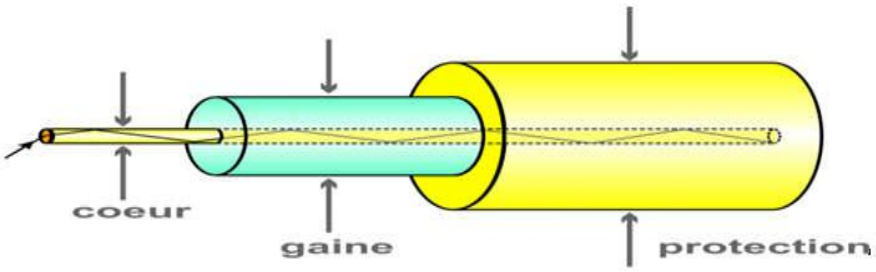
ضخم: قطر > 1 سم، غير مرن للغاية.

- تكاليف أعلى.

أ.3.2.3. الألياف البصرية:

أ.1.3.2.3. التعريف:

هي ألياف زجاجية نقية للغاية يبلغ قطرها 120ميكرون بعرض ثلاث شعرات ينقل إشارة ضوئية بسرعة الضوء (3.10 م/ثانية)، وتسمح هذه التقنية الجديدة بنقل المعلومات بمعدل غير محدود تقريبًا وبمسافات طويلة[7].



الشكل أ.6: مكونات الألياف البصرية [7].

تتألف من العناصر الرئيسية الثلاثة التالية [7]:

بشكل عام، يحتوي كابل الألياف الضوئية على ثلاثة عناصر رئيسية، من بين عناصر أخرى:

القلب: هو عبارة عن زجاج فائق النقاء يمثل المسار الذي ينتقل من خلاله الضوء.

الغلاف: هو الجزء الذي يغطي القلب وهو يعمل على حفظ الضوء في المركزه.

الغلاف الواقي: ويضمن بدوره الحماية الميكانيكية والكيميائية للقلب من الضرر.

أ.2.3.2.3. خصائص الألياف البصرية:

- ضعف طاقة الاتصال.
- نطاق ترددي عريض.
- الوزن خفيف.
- حزمة صغيرة تحمل عداد كبير جدا من الاشارات الضوئية .
- حجم صغير ونصف قطر صغير من الانحناء والضوء.

أ.3.2.3.3. الإيجابيات والسلبيات [7]:

الإيجابيات :

- عرض نطاق ترددي عريض جدًا.
- سرعات رقمية عالية جدًا.
- توهين إشارة منخفضا للغاية.
- متانة خطوط التشغيل.

✓ **الفوائد الاقتصادية:**

التكلفة الإجمالية للألياف البصرية وفي كثير من الأحيان أقل من النظام النحاسي.

✓ **التنفيذ:**

وزن منخفضا.

صغير الحجم للغاية.

مرونة عالية.

تقدير حجم الاتصالات السلكية واللاسلكية، وكذلك شبكة الأسلاك في مجالات الطيران، وعلم الحاسوب، والطب، والإنتاج الصناعي.

السلبيات:

- خطر بسبب شعاع الضوء: كثافات الطاقة الضوئية المنبعثة من مصدر الضوء وربما من طرف الألياف كافية لإتلاف الشبكية بشكل دائم.
- هشاشة الهيكل أحد أوجه القصور الأكثر حساسية للألياف البصرية هي حدوده.
- متطلبات عالية للبنية التحتية للاتصالات, خسائر التوصيل والاقتران.

أ.4.2.3. المقارنة [7]:

	الأزواج ملتوية	كابل المحوري	الألياف البصرية
الثمن	منخفض	متوسط	مرتفع جدا
عرض النطاق	متوسط	كبير	كبير جدا
عرض أقصى	متوسط	عالي	عالي
مناعة ضد تدخل EM	متوسط	متوسط	لا شيء
موثوقية	جيد	جيد	جيدة جدا

الجدول 2: مقارنة بين الألياف الضوئية والكابل المحوري والزوج الملتوي [7].

أ.4. الخصائص الفيزيائية للشبكة الكهربائية المنزلية [16]:

أ.1.4.هيكلة الشبكة الكهربائية المنزلية:

شبكة الكهرباء المنزلية عبارة عن شبكة معقدة وغير متوقعة يمكن أن تختلف خصائصها بشكل كبير من منزل إلى آخر. يتم توفير التيار الكهربائي للمنزل عن طريق عداد الكهرباء.

أ.1.1.4.بدء الشبكة المحلية: عداد الكهرباء:

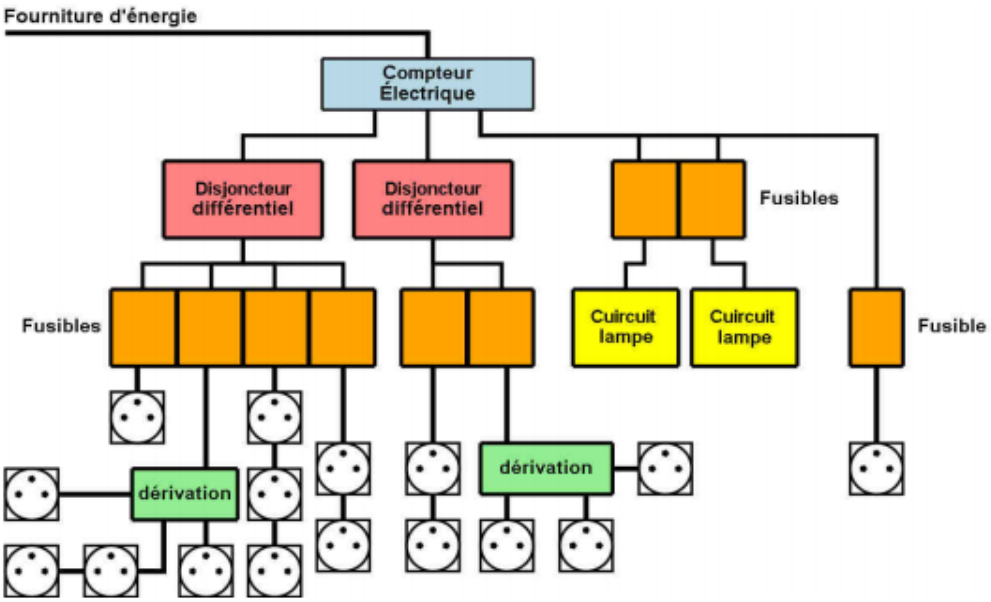
هذا العداد متصل بقاطع دائرة كهربائية عامة. هذان العنصران، العداد وقاطع الدائرة، ملك لمزود الكهرباء. لا يمكن بأي حال من الأحوال أن يتدخل الفرد مباشرة في هذه العناصر. هذان العنصران هما الحد الفاصل بين شبكة الوصول والشبكة المنزلية. لا يحتوي عداد الكهرباء على وظيفة ترشيح إشارة عالية التردد (HF) ، لذلك يجب مراعاة الاضطرابات بين الجيران الذين قد يستخدمون أنظمة PLC "غير متعايشة".

أ.2.1.4. إمداد الطاقة (أحادي الطور أو ثلاث الطور):

يعتبر إمداد المنزل بالطاقة الكهربائية في معظم الحالات أحادي الطور. في بعض الحالات ، يتم توفير الطاقة على ثلاث مراحل. فيما يتعلق بـ PLC، فإن حالة التثبيت على ثلاث مراحل هي مشكلة. في الواقع ، سيتم توزيع المراحل على مستوى الموائل: قد تكون بعض الحجوزات على مرحلة واحدة بينما تستخدم عمليات الحجز الأخرى مرحلة أخرى. إذا كان المقبسان المستخدمان للاتصال PLC على مرحلتين مختلفتين ، فإن هذه المقابس غير متصلة بأي رابط مادي باستثناء المحايد الذي لا يضمن الاتصال من تلقاء نفسه. لا يمكن الاتصال بين المنفذين إلا من خلال أدوات التوصيل بين المراحل المختلفة وعن طريق إشعاع الكابلات ، ومن الممكن بعد ذلك استخدام أنظمة PLC على شبكة ثلاثية الطور ، ولكن بمعدلات محدودة للغاية.

أ.3.1.4. هيكلة الشبكة (معقدة وغير متوقعة):

الشبكة الكهربائية للمنزل ، المصب من لوحة التوزيع ، في شكل ناقل (المنافذ متصلة على التوالي بنفس الوصلة الكهربائية) وفي شكل توصيلات نجمية (كل منفذ متصل بنقطة هو نفسه متصل باللوحة الكهربائية). يوضح الشكل أ.7 مثال على معمارية شبكة كهربائية.



الشكل أ.7: مثال على مخطط الشبكة الكهربائية المنزلية [16].

أ.5.خاتمة:

بعد دراستنا التفصيلية لوسائط الارسال وأنواعها وبعد مقارنتها استنتجنا أنه يتم إرسال الموجات التي تحمل بطريقتين المعلومات إما في الفراغ (موجات الراديو وصلات أقمار صناعية) أو على كابل (زوج ملتوي)، كبل متحد المحور ، ألياف بصرية) حيث :أنه قدمنا في هذا الفصل مختلف انواع النقل الحر والموجه وقارنا بينهما من حيث الايجابيات والسلبيات بينما في الفصل التالي سوف ندرس تقنية PLC.

الفصل الثاني

ب.1. المقدمة:

في هذا الفصل ، سوف ندرس خصائص وتشغيل وهندسة تقنية نقل البيانات المسماة إتصال خط الطاقة (PLC) ، ونهاية هذا الفصل مخصص للمقارنة بين هذه التقنية و شبكة Wi-Fi اللاسلكية لتوضيح مزايا وعيوب الشبكة المدروسة.

ب.2. التاريخ [9]:

إن فكرة استخدام شبكة الكهرباء ذات الجهد المتوسط والمنخفض كوسيلة اتصال ليست جديدة. كانت تقنية PLC موجودة منذ فترة طويلة بسرعة منخفضة، لتطبيقات التحكم عن بعد أو المراقبة على سبيل المثال. النطاق العريض عبر PLC هو أحدث ولم يبدأ حتى نهاية التسعينيات.

تعتمد تقنية PLC أو CPL على نقل البيانات من نوع IP من خلال الكابلات الكهربائية ذات الجهد المنخفض (220 – 380 فولت). كانت المشكلات الأولى التي كان لابد من حلها هي الاضطرابات والتوهين على مستوى الشبكة الكهربائية. مع العلم أن هذه لم تكن مصممة في الأصل لنقل هذا النوع من الوسائط ، فقد استغرق الأمر عدة سنوات قبل أن يسمح البحث بالحصول على نتائج مرضية ونقل البيانات على الترددات العالية (أعلاه ميغاهيرتز) دون تدخل.

تاريخ موجز لتطور التكنولوجيا:

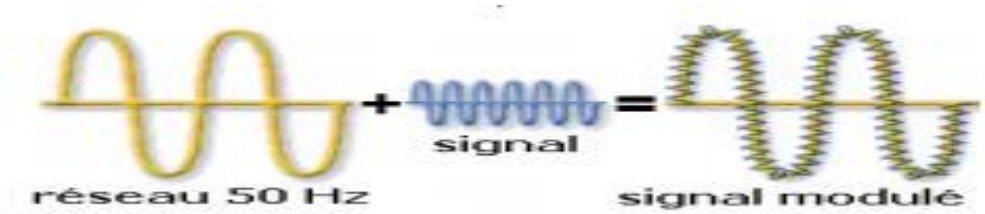
- **1950**: تشغيل التردد من 100 هرتز إلى 1 كيلو هرتز، الطاقة 10 كيلو واط، تطبيق أحادي الاتجاه: المصابيح في المدينة، مرحل التحكم عن بعد، تغيير الوقت ليلاً/نهاراً. بولساه (1960).
- **منتصف80**: بداية البحث في استخدام الكهرباء كناقل للبيانات، على نطاق 1 إلى 148 كيلو هرتز، في وضع أحادي الاتجاه. (x10).
- **1997**: الاختبارات الأولى لنقل إشارات البيانات عبر شبكة الطاقة في ثنائي الاتجاه، وبدء البحث لـ Acom (سويسرا) و Norweb (المملكة المتحدة).
- **2000**: أول تجارب خارجية في فرنسا بواسطة EDF R&D و Ascom و أول انتشار داخلي.
- **2002**: الوصول إلى سوق المنتجات إلى omePlug 1.01 14 MbitsH
- **2005**: الوصول إلى سوق المنتجات إلى معيار HomePlug 1.1 (Turbo) 85 Mbits وتسويق

"الرقاقات DS2" إلى 200 ميغابيت فرنسيّة و CPL الأوروبية (ART).

- **2007**: الوصول إلى سوق المنتجات إلى HomePlug AV 200 Mbits القياسية إضافة ميزات جديدة (QoS، VLAN...).

ب.3. التعريف [10]:

حوامل خطوط الطاقة هي تقنية لنقل الاشارات الرقمية .حيث انها تتعلق باي تقنية تهدف الى تمرير المعلومات بسرعة منخفضة\عالية عبر خطوط الطاقة باستخدام تقنيات تعديل متقدمة .تستخدم PLC بشكل اساسي في مجال تكنولوجيا المعلومات لإنشاء شبكة محلية عالية السرعة باستخدام منافذ الكهربائية .ان انشاء مثل هذه الشبكة او مشاركة الانترنت بين عدة اجهزة كومبيوتر سهل ,فما عليك الا استخدام الشبكة الكهربائية الموجودة بالفعل توفر اجهزة ناقلات خطوط الطاقة PLC للمستخدمين مجموعة واسعة من التطبيقات والخدمات بما في ذلك الانترنيت ذات نطاق العريض والصوت عبر وخدمات الوسائط المتعددة وهي موجهة بشكل عام الى المهنيين ولكن بدا تقديم عروض "عامة الناس" . تتضمن هده العروض عموما محطة طرفية يجب توصيلها من ناحية اخرى ببطاقة الشبكة الخاصة بالكومبيوتر (بطاقة NETETHER)اعتمادا على البلد والمؤسسات والشركات.



الشكل ب.1: مبدأ تشغيل PLC [10].

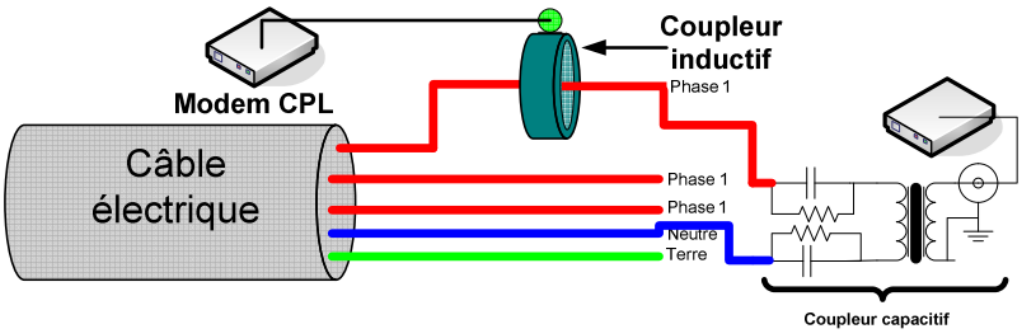
تتضمن تيارات الناقل عبر الإنترنت أسماء أخرى عديدة:

- **PLC** (اتصالات خط الطاقة).
- **PLT** (اتصالات خط كهرباء).

- **PPC** (اتصالات Power Plus).
- **BPL** (نطاق ترددي عريض عبر خط الطاقة).

ب.4.مبدأ تكنولوجيا PLC [9] :

إن نظام PLC هو أي معدات كهربائية وإلكترونية تستخدم الشبكة الكهربائية كوسيط إرسال. يتمثل مبدأ الإرسال بواسطة التيارات الحاملة في وضع إشارة إمداد الطاقة بتردد 50 هرتز أو 60 هرتز فوق الإشارة، وذلك حسب البلد، وإشارات التردد العالي (حاملات المعلومات) الخاصة بانخفاض الطاقة. يتم حقن هذه الإشارات في الشبكة الكهربائية باستخدام قارنات التوصيل الحثي أو السعوي (انظر الشكل **ب.2**). توفر هذه الأجهزة ترشيح مكون التردد المنخفض (50 هرتز) والعزل الطيفي بين معدات الاتصال وخطوط الطاقة.

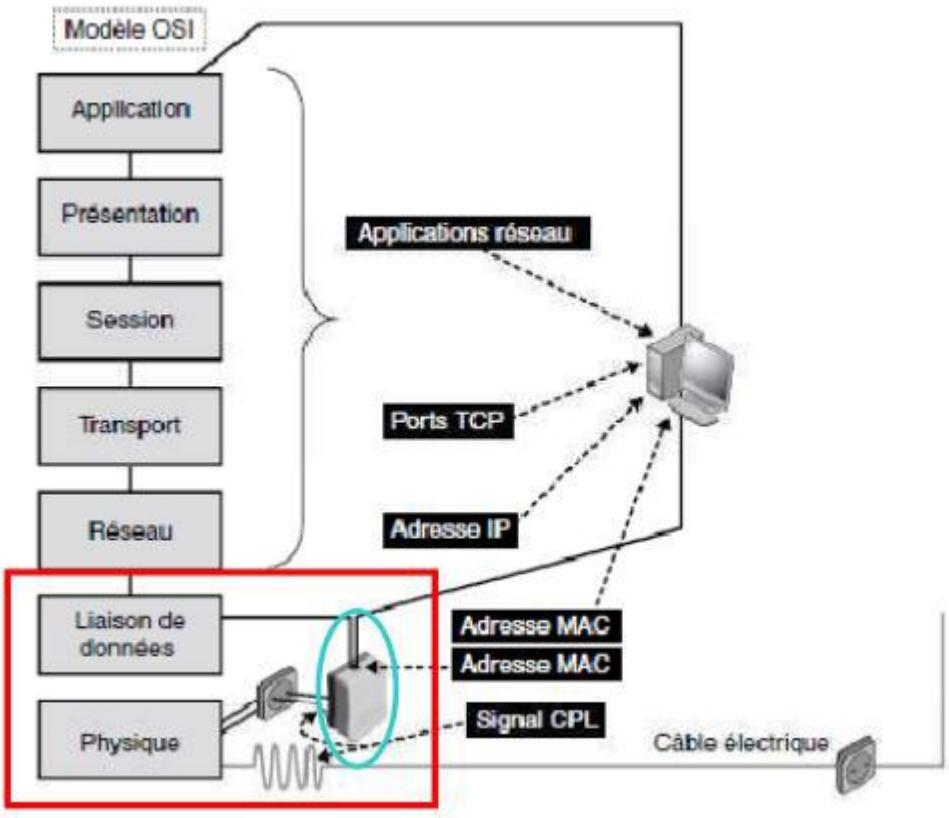


الشكل ب.2: قارنات التوصيل الاستنباطي والسعوي [9].

عادة ومنفذ طاقة له دور مزدوج، ومصدر طاقة Ethernet على منفذين. منفذ من نوع PLC تحتوي أجهزة مودم على الشبكة الكهربائية. مبدأ هذا الإرسال هو استرداد إطارات PLC المودم وإرسال الإشارة التي تسمى (التحكم في MAC باستخدام عناوين Ethernet من طرف (كمبيوتر أو آخر متصل بمنفذ Ethernet الوصول إلى الوسائط) وإكمالها في إطارات معينة.

ثم تكيف هذه الإطارات مع إرسالها عبر شبكة الكهرباء. يتم تمثيل مبدأ العمل بشكل عام بواسطة النماذج ذات الطبقات. يحتوي نموذج OSI (الاتصال المتبادل بين الأنظمة المفتوحة) (انظر الشكل ب.3) على سبع طبقات. في هذا النموذج، تستخدم كل طبقة بروتوكولاً مختلفًا عن الأخرى. ومع ذلك، يجب أن يوفر خدمة للطبقة العليا وأن يطلب خدمة للطبقة السفلى .توجد أجهزة مودم PLC في أول طبقتين (الطبقة المادية وطبقة الربط).

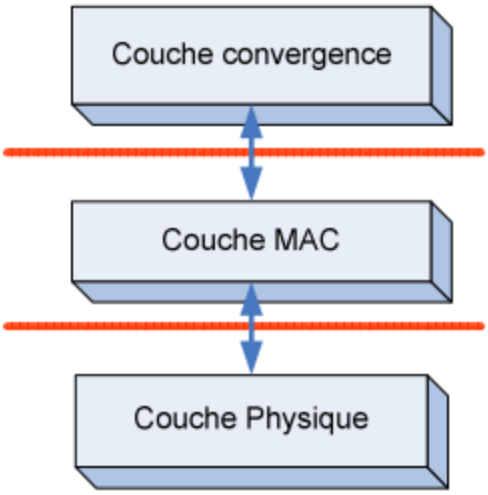
الشكل ب.3 : توصيل الاشارة [9].



الشكل ب.4: نموذج OSI [9] .

وهي مقسمة إلى ثلاث طبقات:HomePlugهو مخطط المجموعة المبسط لنظام :الشكل ب.5

- طبقة CL (التقارب).
- طبقة MAC.
- الطبقة المادية.



الشكل ب.5: نموذج HomePlug PLC [9].

ب.1.4. طبقة التقارب[9] :

تعمل طبقة CL أو طبقة التقارب كواجهة بين الطبقة العليا و طبقة MAC. وهي مسؤولة عن تصنيف تدفقات البيانات. فهو يقترن بكل تدفق الاتصال بطبقة MAC. كما أنها تعالج تضمين إطارات Ethernet في حزم PLC قبل تمريرها إلى طبقة MAC (التحكم في الوصول إلى الوسائط). يتم تصنيف تدفقات البيانات وفقًا للقواعد المحددة في معيار HPAV:

- عنوان Ethernet destination
- عنوان Ethernet source
- VLAN .
- عنوان مصدر IPV4.

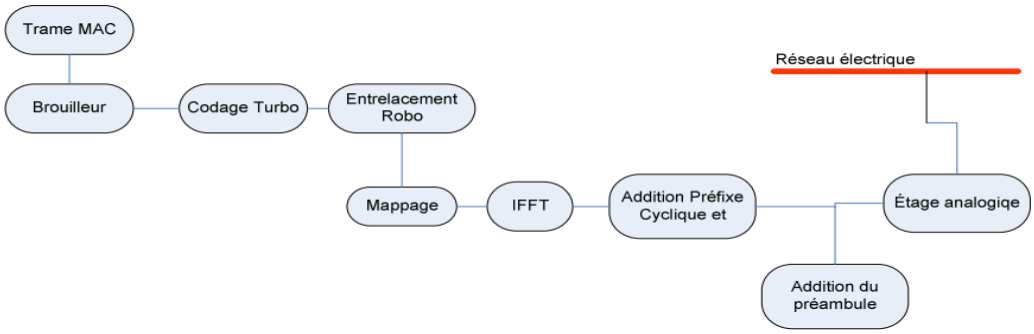
- عنوان وجهة IPV4
- منفذ TCP المصدر
- منفذ TCP الوجهة.

ب.2.4.طبقة MAC :

تعتبر طبقة MAC (التحكم في الوصول إلى الوسائط) مسؤولة عن الإرسال الصحيح للحزم من التقارب. يتم ترقيم هذه الحزم أولاً وتجميعها لتكوين دفعات التسلسل الذي يتم إرساله إلى الطبقة المادية في شكل إطارات ثنائية. فهو يعيد نقلها في حالة الخسارة غير القابلة للاستبدال. تسمى الآلية المستخدمة ARQ (طلب تكرار تلقائي). وهو يتكون من نسخة من الإطار المرسل الذي يتم حذفه فقط بعد الإقرار باستلام طبقة MAC (التحكم في الوصول إلى الوسائط) الخاصة بجهاز الاستقبال. كما أن طبقة MAC (التحكم في الوصول إلى الوسائط) مسؤولة عن إدارة الوصول إلى وسائط الإرسال لتجنب التصادمات وتحسين الإرسال عبر شبكة الطاقة. وبالتالي فإنه يضمن مستوى من جودة الخدمة (QoS) التي تتطلب بشكل خاص من قبل الخدمات في الوقت الحقيقي مثل تيارات الفيديو عالية الوضوح. ويمكن ذلك باستخدام تقنيات الوصول إلى ناقل الحركة، التي تسمى CSMA/CA (CARER Sens Multiple Access/Collision Avoidance) وTDMA (الوصول المتعدد للقسم الزمني). بالإضافة إلى ذلك، يتم استخدام ترميز من نوع CRC32 في هذه الطبقة للتحقق من الاستقبال الصحيح للبيانات الثنائي **[9]** .

ب.3.4. الطبقة المادية :

تأخذ الطبقة المادية الإطارات من طبقة MAC (التحكم في الوصول إلى الوسائط)، التي تتكون من 1 و0 وللتحويل كإشارة تناظرية محددة بواسطة مواصفات HomePlug AV 1.1 . ويوضح الشكل ب.6 مبدأ تشغيل هذه الطبقة في وضع مهام المركز **[9]**.



الشكل ب.6 :رسم تخطيطي للطبقة المادية [9] .

ب.5. مجالات الاستخدام[10]:

توجد فئتان من عمليات التثبيت الحالية للناقل:

- يمكن ان يبلغ التدفق (السرعة) الى Mpbs200 نظريا لبعض محولات PLC.
- لإنشاء شبكة محلية نحتاج (الانترنيت مثلا) الى محولي PLC على الاقل .
- أقصى مدى لنقل خطوط الطاقة هو 300 متر نظريا، اما من الناحية العملية تعتمد هذه المسافة على جودة الشبكة الكهربائية والعوامل الخارجية التي يمكن أن تسبب اضطرابات داخل الشبكة.
- PLC يستهلك الطاقة الكهربائية اقل بالمقارنة ب Wi-Fi .
- تعمل محاولات POWERLINE على أسلاك التمديد والمآخذ المتعددة ولكنها كذلك يوصى بتوصيلها مباشرة بالمآخذ .
- تعمل في بيئة كهربائية ثلاثية الطور اذا كان هناك عزم دوران الطور .
- دعم اللعب الثلاثي (تطبيق بيانات ,الصوت والفيديو في نفس الوقت).

ب.6. البنية [9]:

يمكن استخدام شبكة PLC لتوسيع شبكة LAN (شبكة محلية) إيثرنت موجودة أو لمشاركة الوصول عالي السرعة إلى الإنترنت من خلال جميع المنافذ الكهربائية في نفس المبنى. لذا، يتم استخدام البنية الأساسية الكهربائية الحالية ولا توجد حاجة إلى أسلاك إضافية.

هناك نوعان من البنى:

يمكن تنفيذ شبكة PLC تحت نوعين من البنى: الخارجية والداخلية.

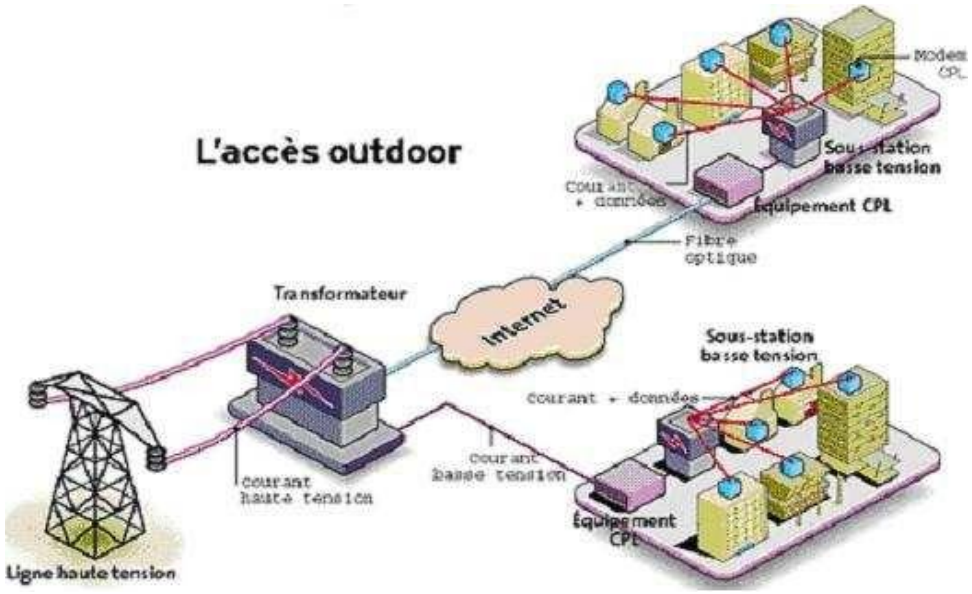
ب.1.6. البنى الخارجي: مدخل خارجي:

عندما نتحدث عن الخارج بالنسبة للحواسيب المحمولة، فإننا في المنطق الذي يسمى "وصول الميل الأخير" للوصول إلى الإنترنت عالي السرعة: من المحول إلى المنزل.

وهذا هو التوصيل الذي يتم على مستوى المحول (الجهد المتوسط/الجهد المنخفض): التوصيل بين الوصول عالي السرعة إلى الإنترنت (الألياف الضوئية، الخط المتخصص...) وشبكة توزيع الجهد المنخفض.

ولذلك يجب تنفيذ هذا التنفيذ بالتعاون مع موزع الكهرباء وموفر خدمات الإنترنت.

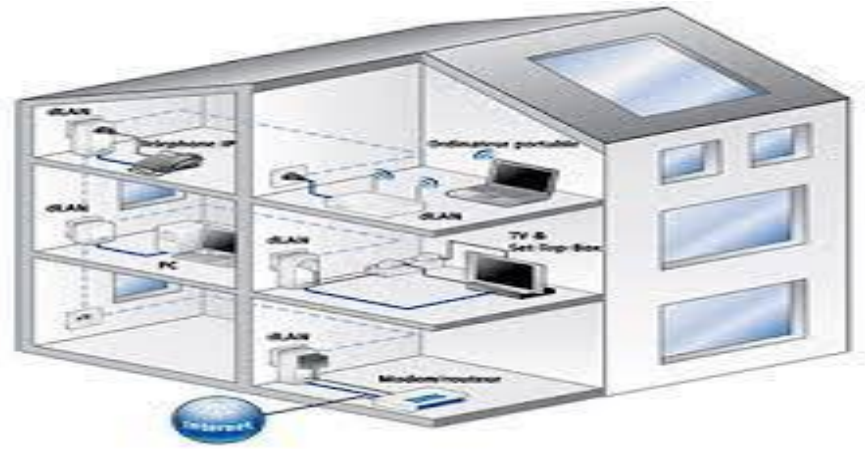
وبهذه الطريقة يمكن للمنطقة بأكملها التي يخدمها المحول (المنازل أو الشركات) الاستفادة من هذا الوصول الذي يتم توزيعه عبر شبكة الكهرباء [9] .



الشكل ب.7: رسم تخطيطي لتكوين PLC خارجي [9].

ب.2.6. البنى الداخلي: مدخل داخلي :

إن جهاز PLC الداخلي، بحكم التعريف، يبدأ من حقيقة أن اتصال الإنترنت متوفر بالفعل في المنزل، وربما تم إحضاره إلى المنزل بواسطة ADSL، إن الكابل أو حتى PLC الخارجي. إن تطبيق حل PLC الداخلي لشقة أو منزل بسيط للغاية حيث إنه يكفي عادة لتوصيل محولات العملاء بأجهزة الكمبيوتر، فضلاً عن شبكة الطاقة. . منتجات PLC هي عبارة عن توصيل وتشغيل وهي سهلة التركيب والتهيئة بشكل محدد. لا تعتبر بعض المعرفة بالشبكات أكثر من اللازم لدراسة البنية التي يجب وضعها في مكانها. على سبيل المثال، سواء كان لديك جهاز توجيه أم لا، سيكون التكوين مختلفًا. ومن الضروري بعد ذلك تكوين IP لأجهزة الكمبيوتر بشكل صحيح بحيث يمكنها الانضمام. هذا النوع من التكوين مماثل لشبكة من نوع كابل [9].



الشكل ب.8: رسم تخطيطي لتكوين PLC في الداخل[9].

ب.7. خصائص[4] :

- تيار الخطي الحامل هو فقط نتيجة تراكب الإشارات. يتم فرض إشارة تردد عالية من 1 إلى 30 ميجا هرتز على إشارة 50 هرتز التقليدية. يمكن استقبال هذه الإشارة وفك تشفيرها عن بعد.

- صى مدى لنقل خطوط الطاقة هو 300 متر نظري. وفي الممارسة العملية، تعتمد هذه المسافة على جودة شبكات الطاقة والعوامل الخارجية التي قد تتسبب في إحداث اضطرابات داخل الشبكة.
- التدفقات النظرية اليوم هي عشرات من ميجابت في الثانية أو 14 ميجابت في الثانية.
- جهزة المطلوبة هي مودم PLC يتم توصيله بمقبس وفي بطاقة Ethernet الخاصة بالكمبيوتر.

ب.8. الأمان [9]:

يتم تمثيل الحدود بين شبكات PLC الداخلية والخارجية بواسطة المقياس الكهربائي، لذا قد يعتقد المرء أن هذا الحاجز محكم الإغلاق لإشارة PLC الداخلية. ولكن هذه ليست الحال: فإشارة PLC تعبر العداد دون أي مشكلة، مع انخفاض طفيف في الإشارة على الأكثر. لذلك فإن العداد لا يحمي شبكة PLC داخلية بأي شكل من الأشكال، إلا أن هذه الحالة لا تنطبق على أجهزة القياس الرقمية. بالنسبة للأمتار الأخرى، يُنصح بوضع مرشح أسفل العداد علاوة على ذلك، ليس من الضروري الاعتماد على تفريق الطور لتأمين الشبكة، لأن التوصيل بسبب تداخل الإشارات موجود، مع إشارة متدهورة ولكن تمر على أية حال في البنى ثلاثية المراحل عندما نريد أن يكون لدينا إشارة بنفس الجودة على جميع المراحل، من الضروري أن يكون هناك ربط متماسك لشبكة PLC بالشبكة الكهربائية لتأمين شبكة PLC داخلية، ولذلك، ينبغي استخدام عدة وسائل حماية:

- أما شبكات Wi-Fi، فيلزم تشفير البيانات: تشفير DES56 أو DES128 باستخدام مفتاح، يمكن تهيئته على كل محول من محولات الشبكة المحلية، كما يمكن إجراء عملية التعايش مع العديد من شبكات PLC على نفس عملية التثبيت الكهربائي، كما يكفي استخدام العديد من مفاتيح التشفير (واحد لكل شبكة)، وتكوين كل محول PLC.
- مثل أي شبكة مع الوصول إلى الإنترنت، يجب أن يكون لشبكة PLC المحلية برنامج مكافحة الفيروسات وجدار حماية لضمان أمنها.
- إمكانية إنشاء شبكة منفصلة على نفس الدائرة الكهربائية باستخدام مفتاحين مختلفين للتشفير، يمكن تهيئتها من خلال أداة مساعدة يتم توفيرها عادة مع المعدات.

ب.9.المقارنة بين CPL وWi-Fi:

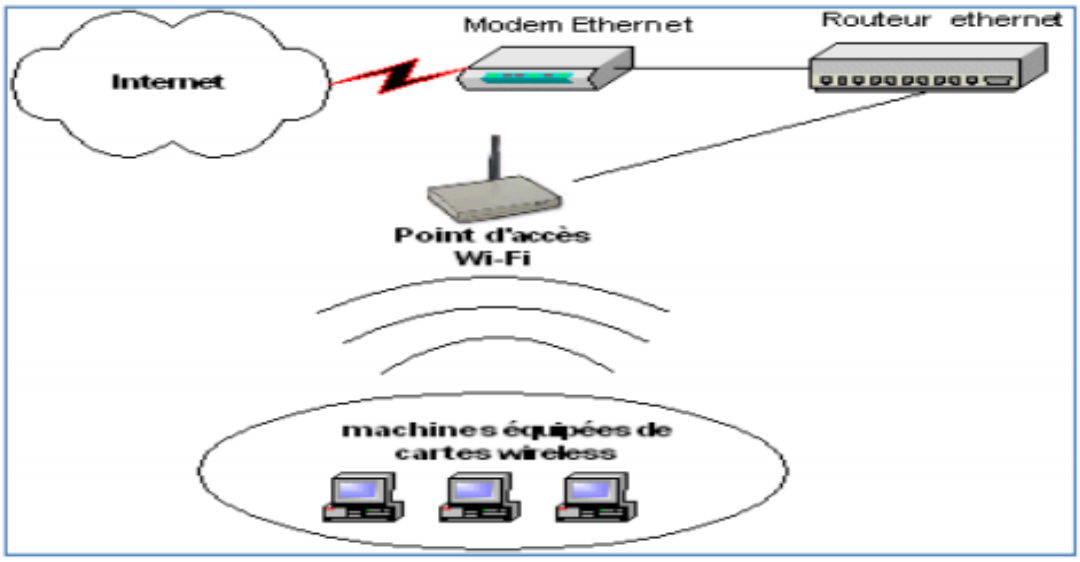
ب.1.9. تذكير Wi-Fi:

ب.2.9. مبدأ Wi-Fi[11]:

Wi-Fi هي تقنية شبكة كمبيوتر لاسلكية تم إعدادها للعمل في شبكة داخلية أصبحت وسيلة للوصول السريع إلى الإنترنت. وهو يستند إلى معيار(ISO/IEC 8802.11)IEEE 802.11 الذي يتوافق مع المعيار الدولي الذي يصف خصائص الشبكة المحلية اللاسلكية (WLAN).

يتم استخدام خدمة Wi-Fi من قبل أنواع مختلفة من المستخدمين يمكن تجميعها على النحو التالي:

- **النقطة المنزلية**: الشبكة المنزلية: تسمح لك بمشاركة اتصال الإنترنت الخاص بك دون استخدام الكابلات.
- **نقطة العمل**: شبكة المؤسسة: ترتبط بشبكة إيثرنت السلكية أو تستبدلها.
- **نقطة ساخنة**: الوصول المفتوح إلى الشبكة العامة التي يمكن الوصول إليها في الأماكن العامة المزدحمة (محطات القطار، المطار، الفنادق، إلخ) بواسطة جهاز كمبيوتر أو جهاز PDA(المساعد الرقمي الشخصي).
- **شبكات التجميع**: استخدام الروابط من نقطة إلى نقطة عبر شبكة Wi-Fi، من قِبَل الجمعيات أو السلطات المحلية، لمسافات تصل إلى بضعة كيلومترات، بهدف تسوية مسألة الافتقار إلى خطوط ADSL.



الشكل ب.9: مبدأ شبكة Wi-Fi[11].

ب.2.1.9. معايير شبكة Wi-Fi [11]:

ب.1.2.1.9. المعيار802.11:

معيار IEEE 802.11 هو في الواقع المعيار الأولي بمعدلات تدفق 1 أو 2 ميجابت في الثانية. تم إجراء مراجعات على المعيار الأصلي لتحسين معدل النقل (مثل 802.11a و802.11b و802.11g، المعروفة بمعايير 802.11 المادية) أو لتحديد عناصر لضمان أمان أفضل أو قابلية تشغيل تفاعلي أفضل، فيما يلي جدول يوضح المراجعات المختلفة لـ 802.11 ومعناها:

ب.2.2.1.9. المعيار 802.11a :

يوفر معيار 802.11a (المعروف بـ Wi-Fi 5) سرعة عالية (54 ميجابت في الثانية نظرية و30 ميجابت في الثانية حقيقية). يحدد المعيار 802.11a 52 قناة من حاملات الراديو الفرعية في نطاق التردد 5 جيجاهرتز. هناك ثماني مجموعات، غير متبنى يمكن استخدامها للقناة الرئيسية.

ب.9.1.2.3. المعيار 802.11b :

802.11b هو أكثر المعايير استخداماً حالياً. وهو يوفر معدل تدفق نظرياً يبلغ 11 ميجابت في الثانية (6 ميجابت في الثانية في الثانية في الواقع) بنطاق يصل إلى 300 متر في بيئة واضحة. نطاق التردد المستخدم هو نطاق التردد 2.4 جيجا هرتز، مع توفر 13 قناة راديو في فرنسا، منها 4 قنوات غير متداخلة.

ب.9.1.2.4. المعيار 802.11g :

يوفر المعيار 802.11g معدل نقل عالي (54 ميجابت في الثانية نظريًا و30 ميجابت في الثانية في الثانية في الواقع) على نطاق التردد 2.4 جيجا هرتز. 802.11g متوافقة مع المعيار 802.11b، مما يعني أن الأجهزة المتوافقة مع المعيار802.11g يمكن تشغيلها في المعيار 802.11b.

ب.9.1.2.5 . المعيار 802.11h:

ويهدف مقياس 802.11h إلى تقريب مقياس 802.11 من المعيار الأوروبي (HipperLAN 2، وبالتالي 802.11h) والامتثال للتنظيم الأوروبي بشأن توفير التردد والطاقة.

ب.9.1.3. أمان شبكة Wi-Fi[11]:

لا تزال سرية المعلومات التي تتم معالجتها بواسطة أجهزة وشبكات Wi-Fi غير كافية، لأن التقنيات اللاسلكية تسيء إدارة الأمان.

- السبب الأول هو أن هذا النوع من الاتصال يعتمد على الإرسال الراديوي وينتشر "في الهواء".
- السبب الثاني فيتعلق بمعيار 802.11b، الذي لديه ثغرات أمنية.
- وأخيراً، يأتي الثالث غالباً من المستخدمين الذين لا يطبقون بروتوكولات الأمان الخاصة بهذا المعيار أو من برامج الأمان المتوفرة مع بطاقات Wi-Fi.

توجد أنظمة الحماية والأمان، بشكل أساسي على نقاط الوصول والبطاقة، ولكنها لا يتم تنشيطها دائمًا.

ب.2.9. دراسة مقارنة [9]:

ولكل منها مزاياها وعيوبها التي يجب اعتبارها مفيدة للبنية الأساسية للشبكة التي تناسب استخداماتك و/أو توقعاتك من حيث التكلفة وبساطة التثبيت وإمكانية الوصول والأداء.

ب.1.2.9. التركيب:

إذا كنا نعتبر الشبكة المنزلية من الأجهزة التي تقع في غرف مختلفة (غرفة المعيشة وغرفة النوم والمكتب...الخ)، فإن تقنيات Wi-Fiو PLC هي الأقل تقييداً إلى حد بعيد. الأول لا يتطلب أي أسلاك بينما يعتمد الثاني على التيار الحامل (الكهرباء) لتوصيل الأجهزة الموجودة في غرفة واحدة بالأجهزة الموجودة في الغرف الأخرى. على الرغم من أن حاويات PLC المتصلة بقابس التغذية الكهربائية يجب أن تكون سلكية في Ethernet بأجهزة الشبكة (الكمبيوتر أو التلفاز على أحد الجانبين، أو التبديل أو صندوق الإنترنت على الجانب الآخر)، فإن PLC تعتبر تقنية لاسلكية، مثل Wi-Fi على العكس من ذلك ، يستخدم Ethernet روابط سلكية، تثير مشاكل كبيرة في الاتصال المتبادل بين غرف شقتك أو أرضيات منزلك. ما لم تصمم نظام أسلاك إيثرنت لبناء منزلك أو تجديده، فسوف تضطر إلى التنقل عبر الجدران لتوصيل كل الغرف إلكترونيًا.

ب.2.2.9. مدى:

وفيما يتعلق بنطاق إشارات الشبكة واستقرارها، فإن Ethernet في وضع مستقيم. يمكن استخدام كابلات يصل طولها إلى 90 متراً دون أي معلومات. ومن ناحية أخرى، توفر شبكة Wi-Fi نطاقاً نظرياً يبلغ نحو 100 متر، ولكن هذا النطاق سوف يقل كثيراً من الناحية العملية بسبب العوائق الكثيفة الكافية (مثل الجدران) أو التداخل (المرتبط بالأجهزة الإلكترونية أو البيئة) الذي يخفف الإشارات. يعتبر جهاز PLC معيارًا موثوقًا به للاتصال، ولكن نطاق الإشارات يعتمد أساسًا على تقادم النظام الكهربائي.

ب.3.2.9. الأمان:

تعمل Ethernet و PLC على شبكات الأسلاك المناطق "المغلقة" وبالتالي لا تشكل قضايا أمنية رئيسية.
ومن ناحية أخرى، تعرض شبكة Wi-Fi الشبكة المنزلية إلى أقرب جيرانك. هناك حلول تشفير البيانات والوصول إلى شبكة كلمات المرور، التي تضمن عند استخدامها، أمان جهاز الشبكة المنزلية واتصال الإنترنت.

ب.4.2.9. الأداء:

بالإضافة إلى المفهوم الهام المتعلق بإمكانية وصول الأجهزة المنزلية إلى الشبكة والإنترنت، يبحث بعض الأشخاص عن الأداء قبل كل شيء. يتم التعبير عنه بالميجابايت/ثانية، يحصل على يظهر بسرعة الاتصال مما يؤثر على سرعة نقل البيانات. ورغم أن أياً من هذه التكنولوجيات لا تمنع سرعة الاتصال بالإنترنت، فإنها بهذا تحد كبير ومن المهم مراعاة التدفقات العملية للتكنولوجيات من أجل نقل التكنولوجيا ملفات كبيرة، مثل مقاطع الفيديو مثلاً، يكون وزن ملفات عديدة في معظم الأوقات مئات الميغابايت، أو حتى بضعة غيغابايت.

Interface	Débit théorique maximum	Débit réel moyen	Temps de sauvegarde d'un fichier de 1Go	Remarques
WiFi G 54 Mb/s	7 Mo/s	2 Mo/s	8 min 32 sec	Connexion sans fil utilisée par les box Internet et la majorité des ordinateurs portables.
CPL (courant porteur) 200 Mb/s	25 Mo/s	4 Mo/s	4min 16 sec	Connexion "sans fil" via des adaptateurs (vendus par 2) qui se branchent sur les prises secteurs.
WiFi N 300 Mb/s	38 Mo/s	5 Mo/s	3 min 24 sec	Connexion sans fil à haut débit. Nécessite l'achat d'un routeur ADSL compatible WiFi N
Fast Ethernet 100 Mb/s	12 Mo/s	9 Mo/s	1 min 53 sec	Connexion filaire proposée sur les box Internet et la majorité des appareils dits "connecté".
Ethernet Gigabit 1000 Mb/s	120 Mo/s	20 Mo/s	51 sec	Connexion filaire à haut débit, nécessite des câbles RJ45 de catégorie 6, ainsi que des périphériques compatibles (switch, routeur, carte réseau...)
CPL (courant porteur) 1200 Mb/s	425 Mo/s	120Mo/s	20 sec	Connexion filaire via des adaptateurs (vendus par 2) qui se branchent sur les prises secteurs.

الجدول 3 :جدول المقارنة[9]

ب.10. الإيجابيات والسلبيات [9]:

ب.1.10. إيجابيات شبكات PLC:

- تطبيق الحل في الداخل: قم ببساطة بتوصيل الصندوق بمأخذ كهربائي، وقم بتكوينها باستخدام مفتاح التشفير، وهذا كل شيء.
- التدرج والمرونة: يتم شراء الصناديق حسب الحاجة، وليس هناك حاجة للأسلاك.
- التكامل مع الشبكات السلكية واللاسلكية. على سبيل المثال: قم بتوصيل طرفي Wi-Fi ببعضهما لزيادة منطقة التغطية، وقم بتوسيع شبكة محلية سلكية من دون إعادة توصيل الأسلاك.
- التنقل بفضل وجود العديد من منافذ الكهرباء: في هذه المنطقة تفوق PLC على VDSL ، الذي يستخدم منافذ الهاتف، ولكن VDSL يتم التحقق من صحته من الناحية الفنية.
- توفير الأسلاك: لا حاجة إلى كابلات إضافية، حيث توجد منافذ كهربائية كافية لإنشاء شبكة كاملة.

الخارج: إمكانية جلب انترنت عالي السرعة للبلديات الخاصة ADSL عبر وصلات CPL/SAT على سبيل المثال.

- معدل التدفق غير متأثر بالمسافة.

ب.2.10. سلبيات شبكات PLC:

- حساس للغاية للاضطرابات الكهربائية، وبالتالي يعتمد على حالة الأسلاك الكهربائية وهندستها، سواء للتنفيذ أو للتشغيل الصحيح.
- نطاق النظام: 200 إلى 300 متر كحد أقصى.
- عرض النطاق الترددي المشترك: يجب أن يكون عدد الأجهزة على الشبكة محدودًا إذا أردنا الاحتفاظ بعرض النطاق الترددي الصحيح، مما يسبب مشاكل خاصة للشبكات الخارجية.
- الافتقار إلى المعايير الأوروبية، والمشاكل المرتبطة بالتشغيل البيني للحلول الداخلية والخارجية، والداخلية/الداخلية: ففي الوقت الحالي يتم تسويق منتجات HomePlug فقط لعامة الناس.
- سعر المعدات الداخلية: من 100 إلى 140 يورو المحول البسيط، حسب طراز USB أو Ethernet. (أكثر تكلفة من أجهزة Wi-Fi بمقدار ضعفين). حاليًا، الحل الكامل هو 10 محولات وتكاليف جهاز توجيه تتراوح بين 700 يورو و2000 يورو.
- تكلفة التركيب في الخارج، وأسعار المعدات، والتكلفة حسب المسافة التي يمكن تغطيتها وجودة شبكة الكهرباء.
- لتنفيذ في الخارج غالبا ما يكون معقدا: نقص أساليب التنفيذ، وخاصة على مستوى المقارن لشبكة الكهرباء.

ب.11. الخاتمة:

في هذا الفصل قدمنا تقنية PLC المستخدمة في الشبكة الكهربائية (220فولط) لنقل البيانات ، من خلال إعطاء الجوانب المختلفة لها كمبدئها ،وتاريخها ،ومزاياها وعيوبها. وأعطينا بعض التعريفات حول خصائص الشبكة الكهربائية لكي نعرف دور PLC الذي نحتاجه في حماية هذه الشبكات . فالإشارات المرسلة بواسطة هذه التكنولوجيا تفرض على التيار الكهربائي الرئيسي بحيث انه لا يتطلب تركيب نظام الكابلات BUS لسماح بالإتصال بين الأجهزة . وبعد دراستنا أيضا للمقارنة بين هذه التقنية و Wi-Fi أستنتجنا أنه لكل منها عيوب ومزايا، ولكن هذه التقنيات مكملة لبعضها حيت أن نقاط الضعف لأحدهم هي قوة للآخر ، لذلك من الممكن تصور وجود شبكة في المستقبل مزيج بين هاتين التقنييتين .

يوفر نظام الإتصالات عبر PLC طريقة عملية وبسيطة وسريعة لإنشاء أنظمة التشغيل الآلي للمنزل في المباني الجديدة او المباني القائمة قيد التجديد والتي سنناقشها في الفصل التالي .

الفصل الثالث

ج.1.المقدمة:

في هذا الفصل، ستعرض على السريع بعض تطبيقات التشغيل التلقائي المنزلية, ثم نسلط الضوء على تقييم آداء تقنية إتصالات خط الطاقة. حيث سنعمل على مكات بيئة تلك التقنية وطذا استخدام نوعين من التعديلات وهما:

- تعديل إزاحة الطور الرباعية أي shift keying QPSK-Quadrature phase

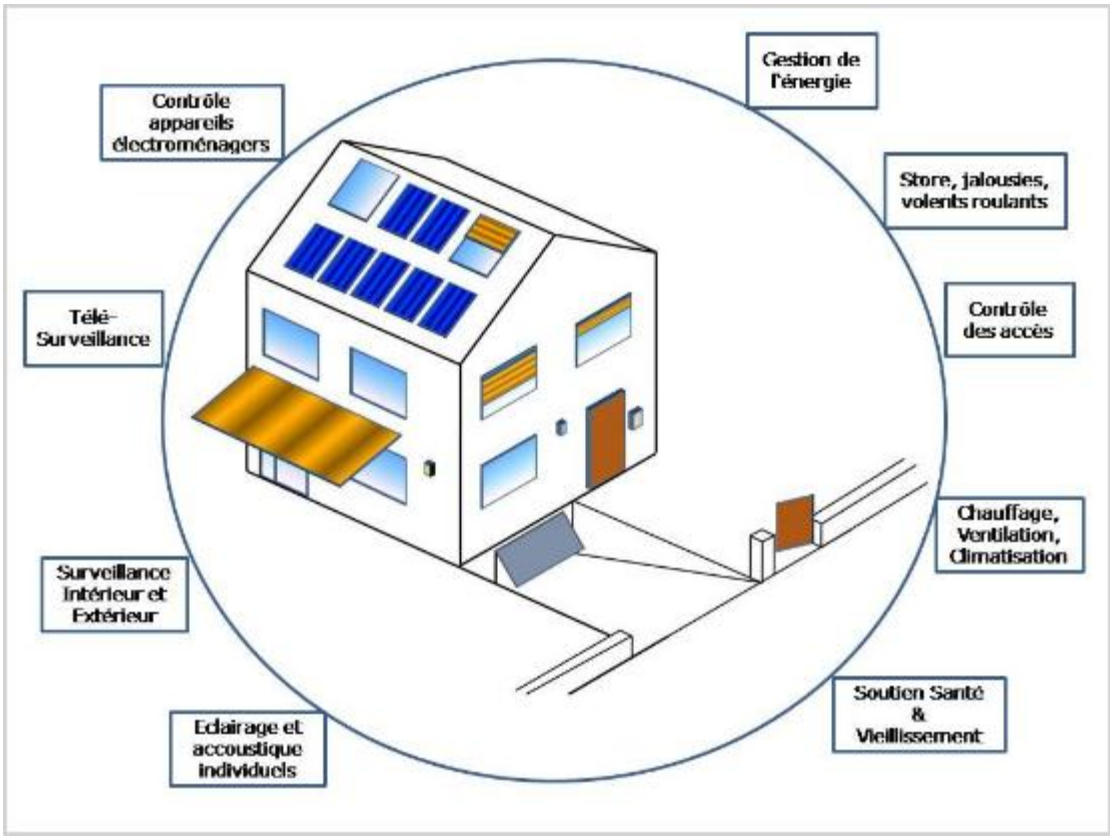
- تعديل إزاحة الطور الثنائي أي shift keying BPSK-Binary phase

ج. 2. ما المقصود بالتشغيل الآلي للمنزل [5]؟

يتكون المصطلح domotic من تجميع كلمتين. دومو من Domus اللاتينية، مما يعني المنزل، والأوتوماتيكي. تعمل أتمته المنزل على إنشاء رابط بين التقنيات المختلفة للإلكترونيات والفيزياء والأتمتة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في المبنى. يهدف إلى توفير وظائف الراحة وإدارة الطاقة والأمن والاتصالات من خلال الضوابط المركزية:

- برمجة الأجهزة المنزلية والتحكم فيها عن بُعد.
- إدارة الطاقة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء والإضاءة. وحتى إذا كانت تكاليف بناء منزل بواسطة التشغيل الآلي للمنازل أعلى، فسوف يتم التعويض عن التكاليف الإضافية، نظراً للتوفير المحتمل للطاقة. يتم التحكم بالطاقة بواسطة أجهزة القياس الذكية وشاشات العرض.
- المراقبة المحلية، اكتشاف الأشخاص والأمان (الإضاءة، صنبور الحوض، إنذار الحريق والتطفل، الاتصال الداخلي، الدخول، ...)؛ وبرمجة زر الارتياب، يمكن تشغيل عدة مصابيح في الليل في حالة وجود ضوضاء مشبوهة.
- الاتصال الصوتي بالأجهزة.

وأخيراً وليس ضئيلاً، يساعد تركيب التشغيل الآلي للمنازل في التعويض عن حالات العجز والاعتماد؛ ويمكن تشغيل رسائل الطوارئ آلياً (على سبيل المثال، قد يكون الشخص بالذعر عندما لا يكون الضوء متصلاً لفترة محددة).



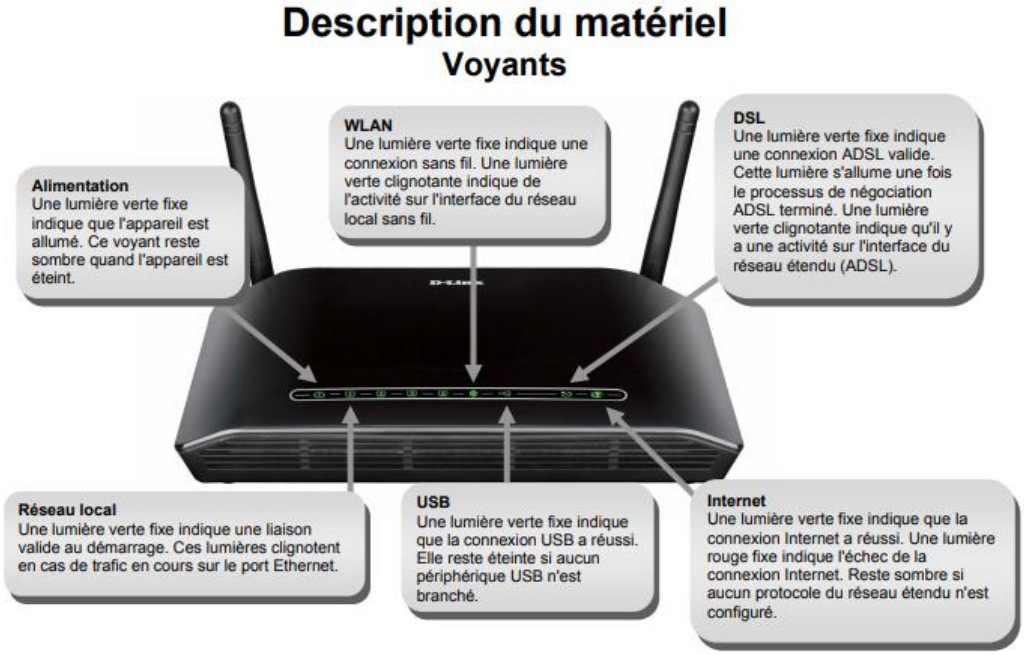
الشكل ج.1: تطبيقات الأتمتة المنزلية[5].

ج.3. عرض تقديمي لمحول PLC المستخدم:

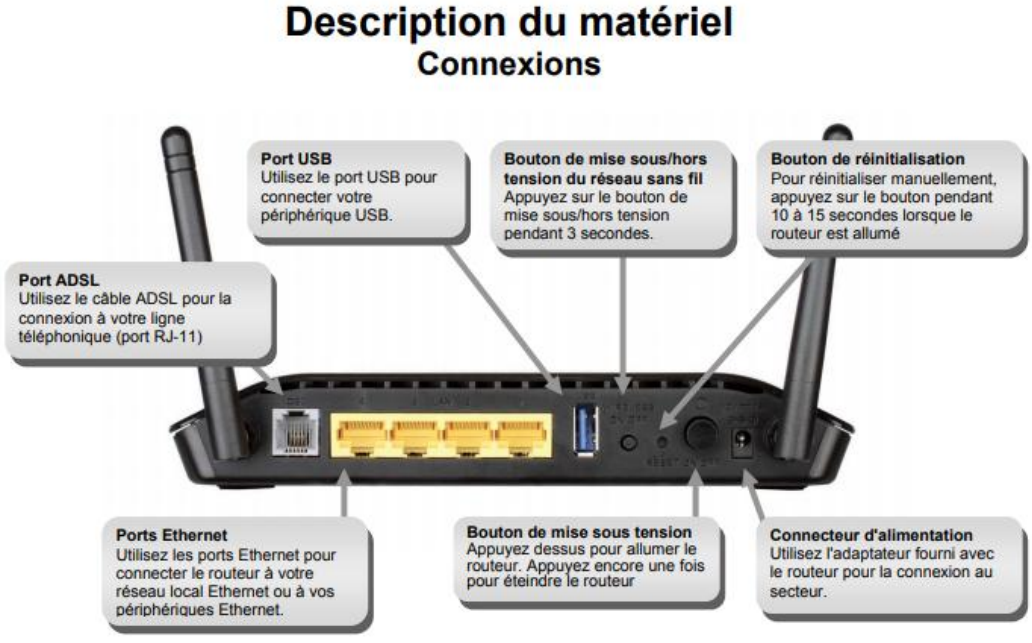
سنقوم بتنفيذ جميع التطبيقات لاحقًا بواسطة الجهاز محول CPL D-Link 2-302 HD .

ج.1.3. المقدمة:

يقوم CPL D-Link 2-302 HD بتشغيل مجموعة أدوات بدء المحول السريع الجديدة 200 ميجا بت/ثانية ، التي تتيح لك توصيل أجهزة الكمبيوتر المنزلية وأجهزة الشبكة وأجهزة الألعاب من خلال الدعم الأكثر انتشاراً في منزلك، أي خطوط الطاقة. يتيح لك محول CPL AV 500 مشاركة اتصال إنترنت عالي السرعة، بسرعات تصل إلى 500 ميجا بت/ثانية، للألعاب، وبالتالي محتوى عالي الجودة و الدقة ونقل أسرع للملفات . [12]



الشكل ج. 2: عرض المعدات (المصابيح) [12].



الشكل ج. 3: تخطيط الأجهزة (التوصيل) [12].

ج.2.3. الخصائص:

- توفير اتصالات Ethernet إلى(PLC تيار الحامل) .
- نقل البيانات بسرعة تصل إلى 500 ميجا بت/ثانية.
- منفذ Gigabit Ethernet.
- تثبيت سهل التوصيل والتشغيل.
- أداة إدارة سهلة الاستخدام.
- دعم تحديث البرنامج الثابت.
- زر الضغط الأمان.
- وضع توفير الطاقة [12].

ج3.3. اختبار مهايئ PLC:

ج.3.3.1.التثبيت:

على جانب Freebox، قم بتوصيل أحد طرفي أحد كابلات Ethernet بصندوق PLC، والطرف الآخر بأحد منافذ Ethernet في Freebox. على جهاز الكمبيوتر أو على جانب جهاز HD، قم بنفس الشيء. قم بتوصيل أحد طرفي كابل Ethernet الثاني بصندوق PLC الآخر، والطرف الآخر بمنفذ Ethernet الخاص بالجهاز الذي سيتم توصيله: الكمبيوتر أو جهاز HD. بعد ذلك، مع مراعاة التكوين الجيد لـ Freebox، كل شيء يعمل [13].

ج.2.3.3.اختبار:

لاستخدام هذه الحاويات في شقة، فهي ملائمة تماماً. لقد قمنا باختبار F4 والتدفق المرصود هو نفسه تقريبًا في موصل RJ45 المباشر (PC-Freebox). ومع ذلك، نلاحظ منطقيًا فقدانًا طفيفًا في التدفق في الأجزاء الأبعد عن المصدر. بالمقارنة مع تقنية Wi-Fi وأفران الميكروويف وغسالات الصحون الأخرى التي تتسبب في اضطراب الإشارة، لا تقم بتغيير الوصلة عبر تيار الحامل عبر الإنترنت.

بقدر ما يتعلق الأمر باستخدام منزل منفصل ، فإن النتيجة جيدة جدًا أيضًا. تعمل حالة PLC على جميع المقابس ، بما في ذلك في الكوخ في الجزء الخلفي من الحديقة ، ومع ذلك، ظهرت بعض العيوب. في الواقع، من وقت لآخر، يتوقف الارتباط ثانية إلى ثانيتين عند تشغيل أو إيقاف تشغيل جهاز، بما في ذلك لمصباح بسيط. وقد لوحظت هذه الظاهرة ربما بسبب التركيب الكهربائي للمنزل عدة مرات [13].

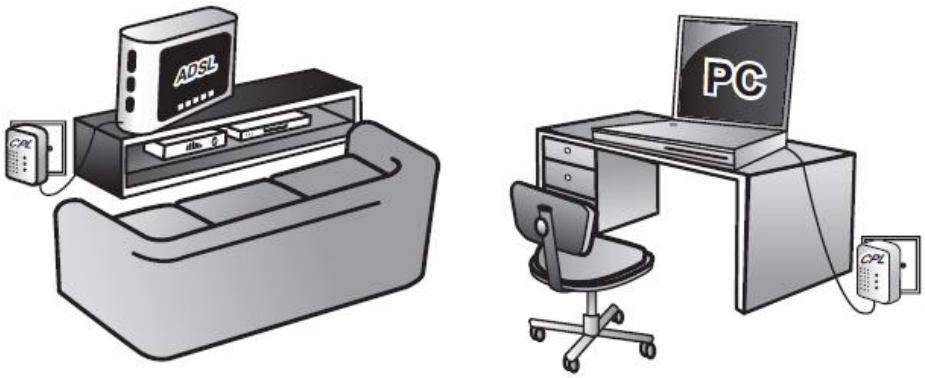
ج.4. تطبيقات التشغيل التلقائي المنزلية المحققة:

يتم عمل العديد من التطبيقات عن طريق التعامل مع محولات PLC. سوف نقدم في الجزء الذي سيتبع تطبيقات مختلفة تحققت بدءا من التطبيقات الأساسية (الاتصال بالإنترنت عبر شبكة الكهرباء) إلى التطبيقات الصعبة من حيث جودة الخدمة مثل (مؤتمرات الفيديو) أثناء المقارنة مع Wi-Fi لتوضيح مزايا وعيوب التقنيات المعنية.

ج.1.4.اتصال بالإنترنت عبر الشبكة الكهربائية :

من خلال توصيل محول Ethernet CPL بمودم ADSL، يمكنك إدخال بيانات ADSL عالية السرعة في مأخذ كهربائي واستردادها من مأخذ كهربائي آخر عبر محول PLC ثانٍ متصل بالكمبيوتر.

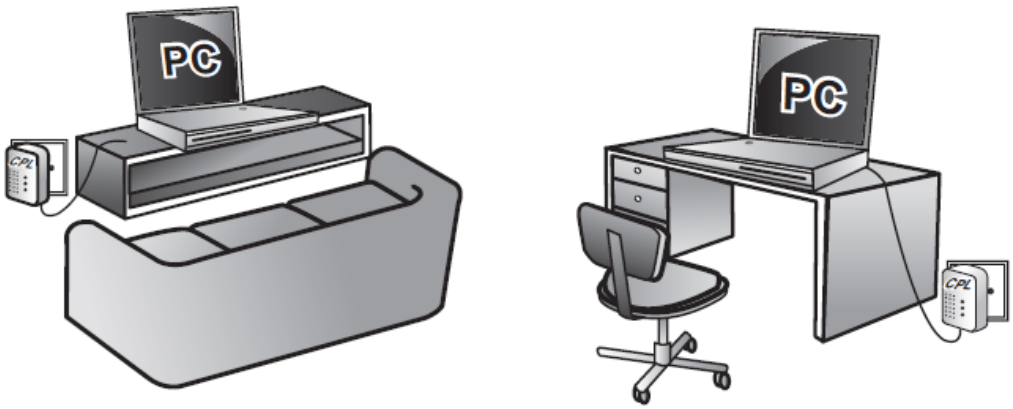
لم تعد مقيداً بموقع مقبس الهاتف لتثبيت الكمبيوتر. إذا كان المودم يتضمن وظيفة التوجيه، فسوف تتمكن من توصيل عدة أجهزة كمبيوتر[17].



الشكل ج.4: الاتصال بالإنترنت عبر الشبكة الكهربائية[17].

ج.2.4.مشاركة البيانات المحلية بين جهازي كمبيوتر:

وبالمثل، إذا كانت هناك عدة أجهزة كمبيوتر متصلة بشبكة وتتشارك في هذا الاتصال بالإنترنت، فسوف تكون قادرة على ذلك كما شارك البيانات مع بعضها البعض (مشاركة الملفات، وتدفق فيديو الكمبيوتر نحو آخر على سبيل المثال)[17].



الشكل ج.5: مشاركة البيانات المحلية بين جهازي كمبيوتر[17].

ج.5.المحاكاة في MATLAB:

من اجل دراسة قناة النقل ل PLC سوف نستعمل simulink لهذهي القناة في matlab.

ج.1.5. تكوين :

1. قم بتشغيل برنامج MATLAB.
2. نفذ الأمر محاكاة.
3. نموذج جديد.
4. وقت البدء: 0.0.
5. وقت التوقف: 1.
6. ثابت - حجم الخطوة: 4 – 1e..

.1إشارة المولد: لإنشاء أنواع مختلفة من الإشارات.

أ) لإشارة الطاقة: شكل الموجةsin=؛ السعة=100؛ التردد=50.

ب) لإشارة البيانات: شكل الموجة=مربع؛ السعة=5؛ التردد=50.

ج) لكتلة التعديل: الحامل=300 هرتز.

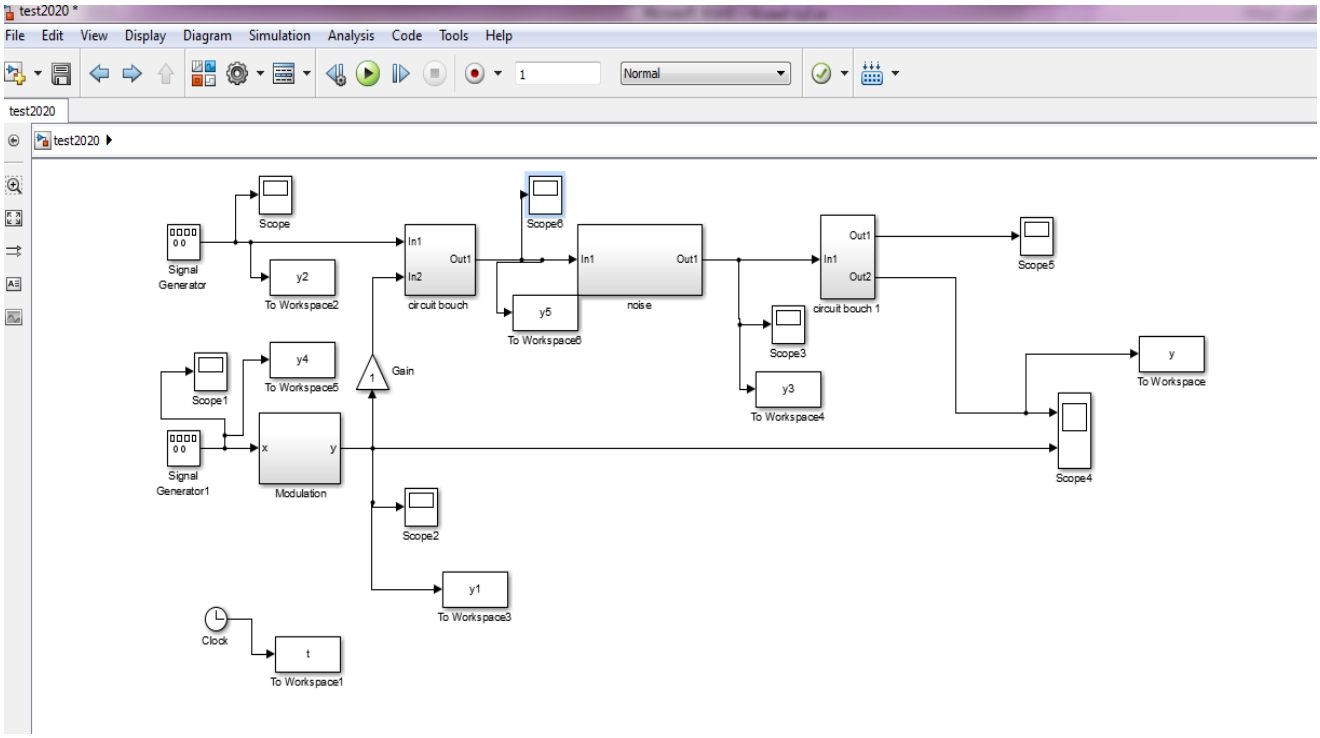
د) للإشارة الصوتية: شكل الموجة=عشوائي؛ السعة=5؛ التردد=50.

2. تستخدم مجموعة دائرة قابس النطاق، المفصولة بواسطة الإشارة المعدلة.

(أ) قائمة العلامات: | ++ للنطاق.

(ب) قائمة العلامات: | +– للفصل.

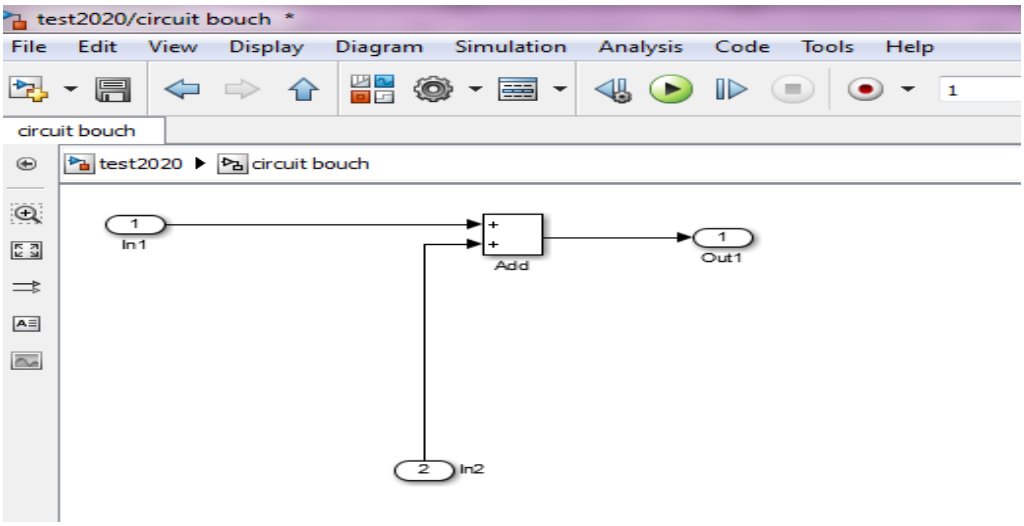
ج.2.5.محاكاة CPL :



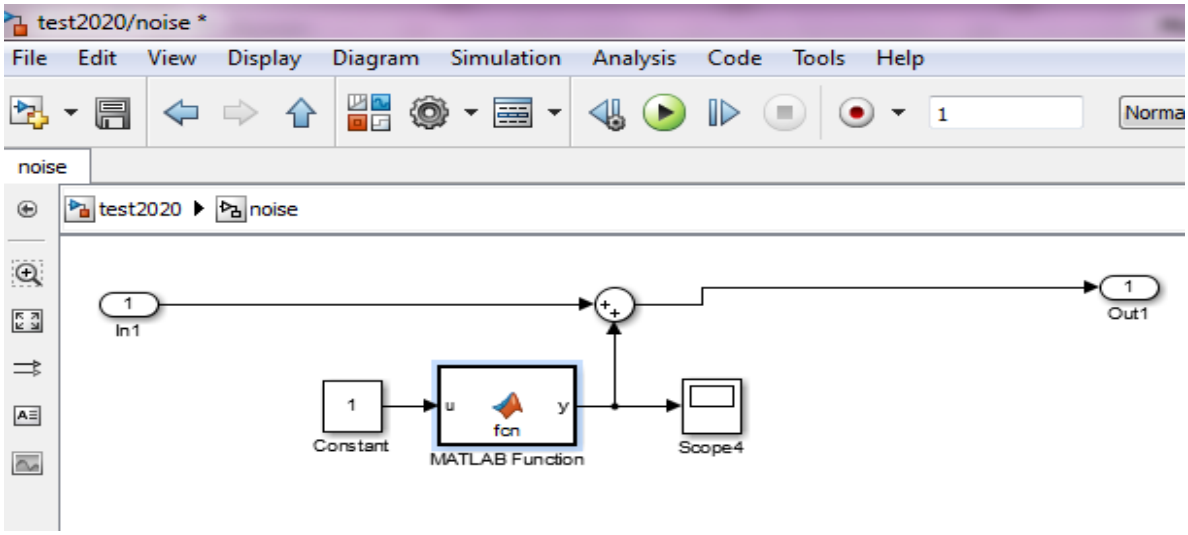
الشكل ج. 6:رسم تخطيطي لسلسلة إتصال خط الطاقة PLC

❖ شرح عناصر الدارة :

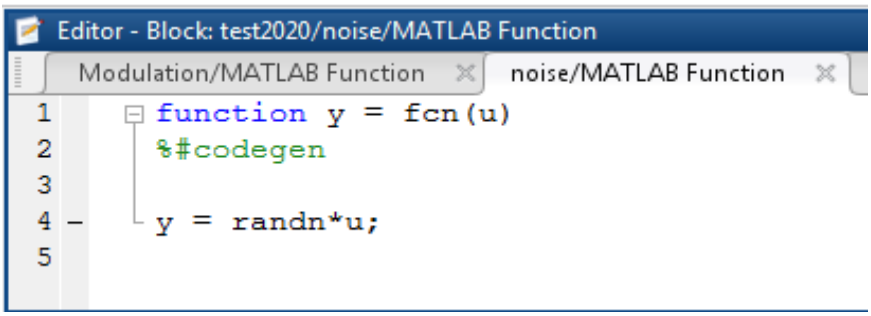
circuit bouch :



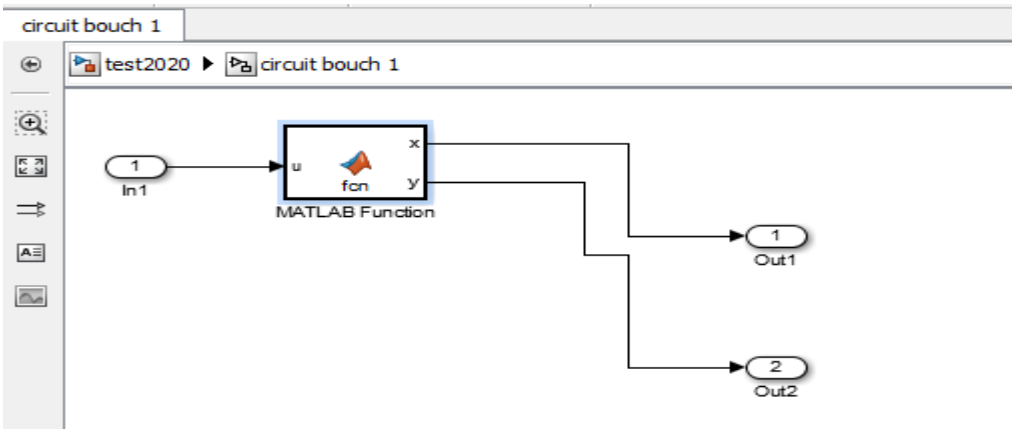
Noise :



معادلادت Noise في الماتلاب :



circuit bouch 1



معادلات circuit bouch 1 في الماتلاب :

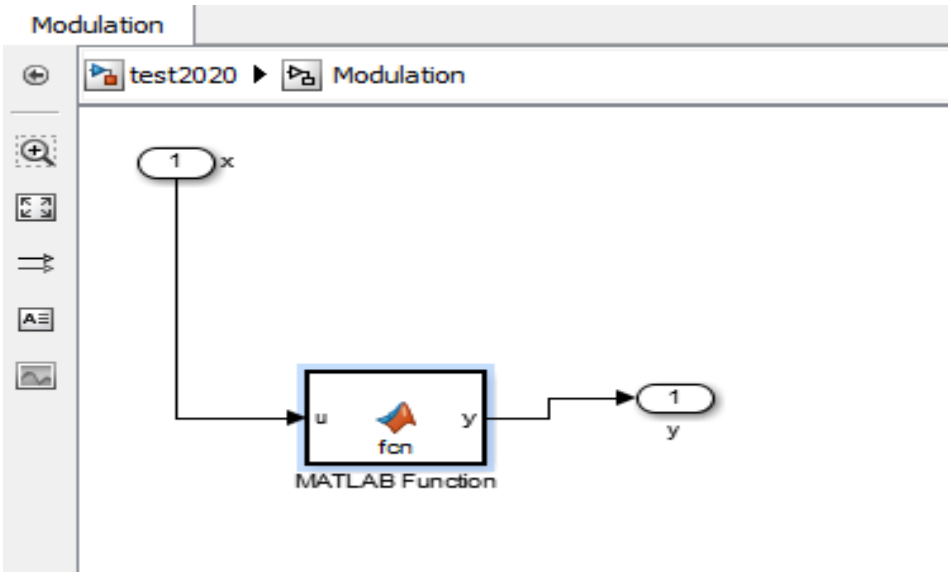
Editor - Block: test2020/circuit bouch 1/MATLAB Function

Modulation/MATLAB Function | noise/MATLAB Function | circuit bouch 1/MATLAB Function

```
function [x, y] = fcn(u)
%#codegen
fc = 50; % Cut off frequency
fs = 300; % Sampling rate

[b,a] = butter(6,fc/(fs/2)); % Butterworth filter of order 6
x = filter(b,a,u); % Will be the filtered signal
y = randn*u;
```

Modulation



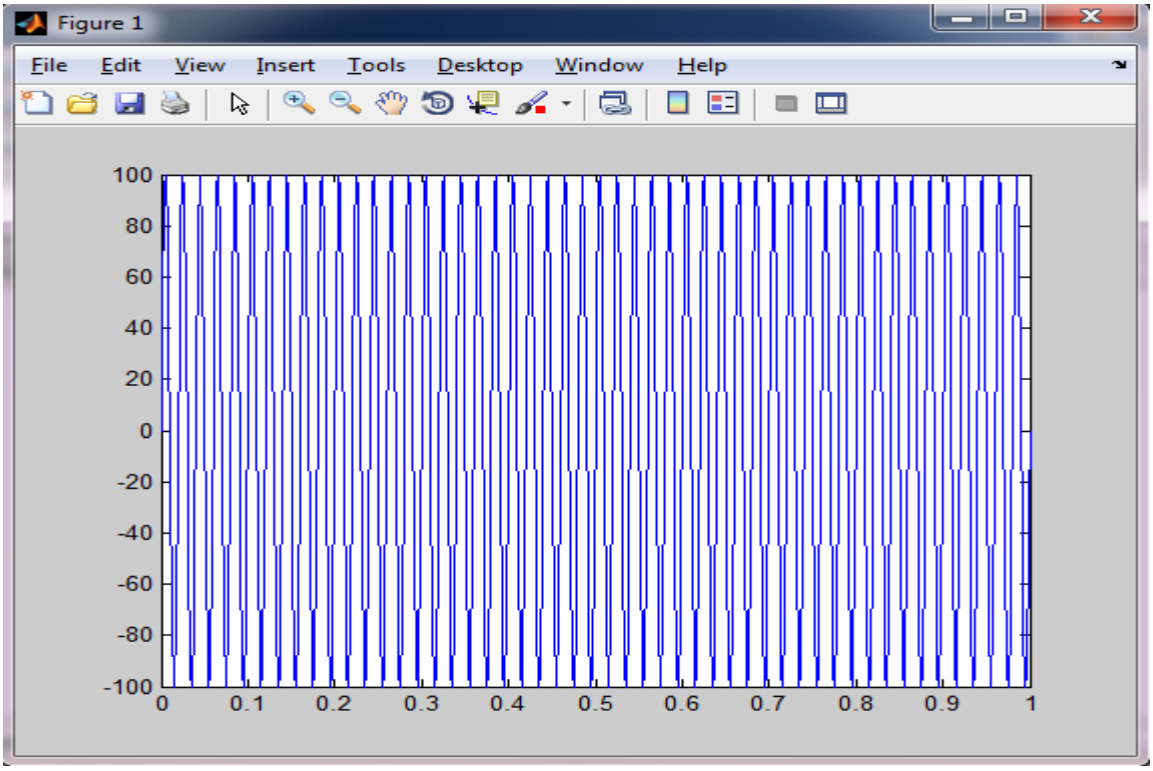
معادلات في **Modulation** الماتلاب :

Editor - Block: test2020/ Modulation/MATLAB Function

Modulation/MATLAB Function | noise/MATLAB Function | circuit bouch 1/MATLAB Function

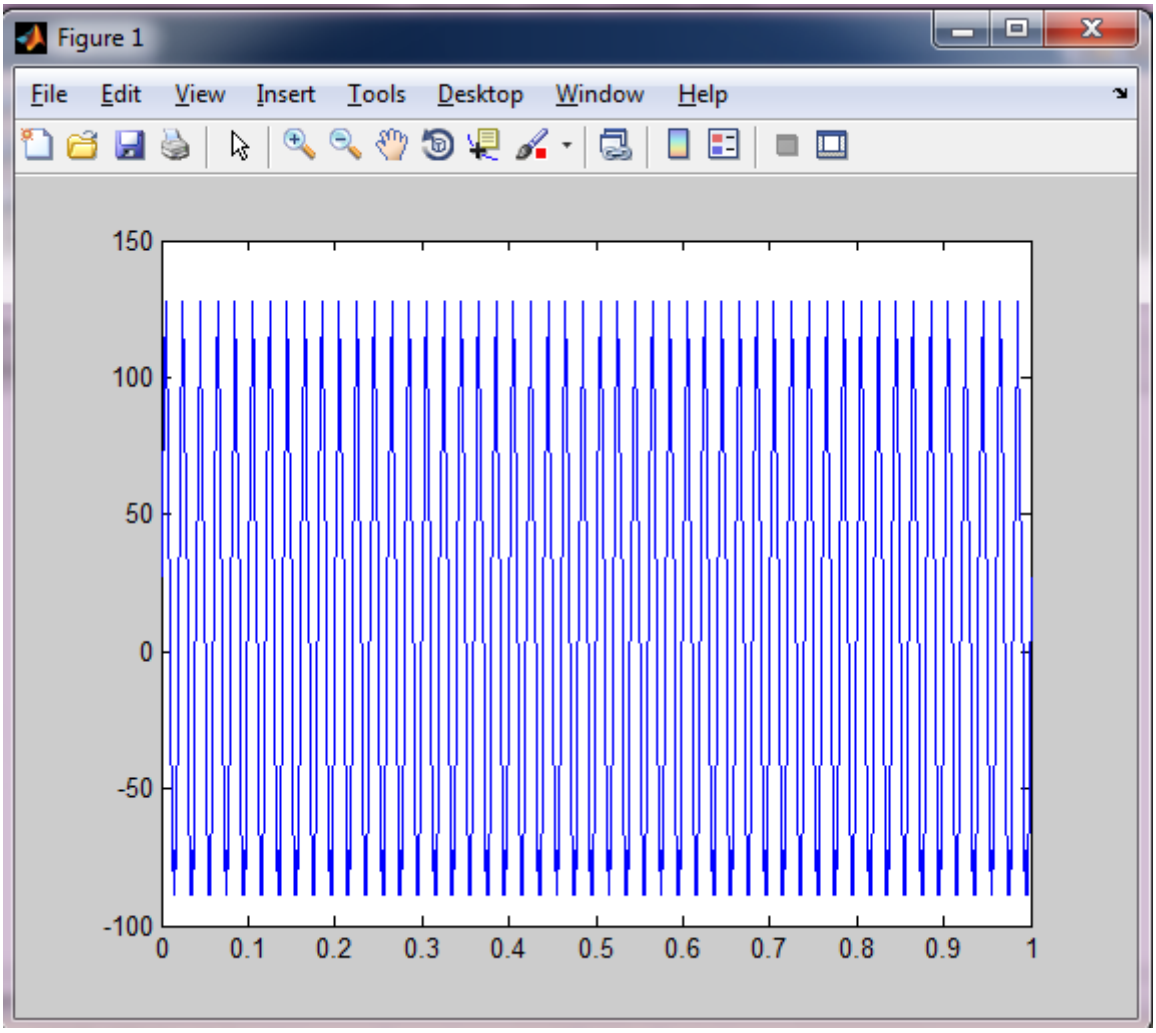
```
function y = fcn(u)
%#codegen
t=u;
Am1=5;
fm1=50;
Am2=5;
fm2=300;
Ac=2.5;
fc=300;
mt=Am1*cos(2*pi*fm1.*t)+Am2*cos(2*pi*fm2.*t);
ct=Ac*cos(2*pi*fc.*t);
st=(1+mt).*ct;
y = st;
```

- بعد القيام محاكاة لCPL تحصلنا على النتائج التالية :



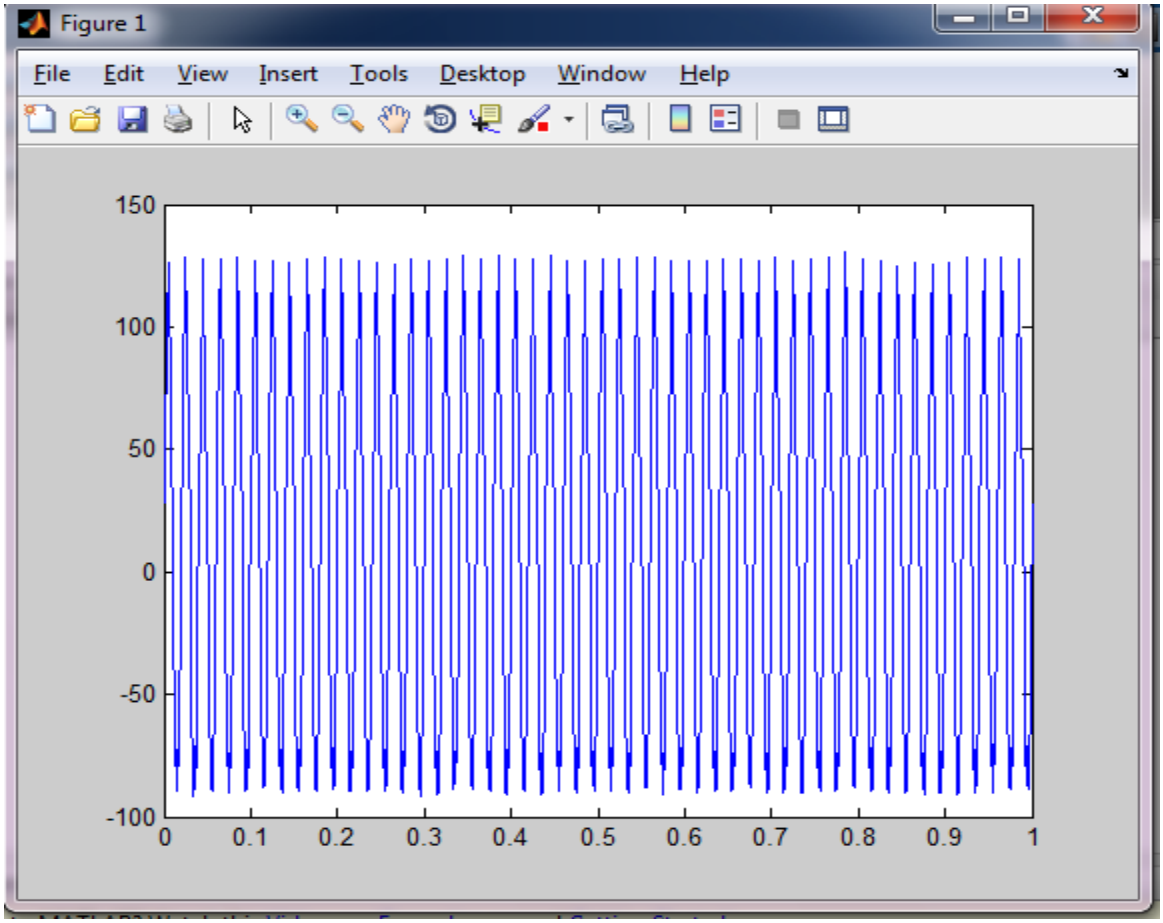
الشكل ج.7:إشارة الطاقة 100 فولت / 50 هرتز

- من SCOP1 الشكل ج.7 الذي يوضح 100V/50 HZ.



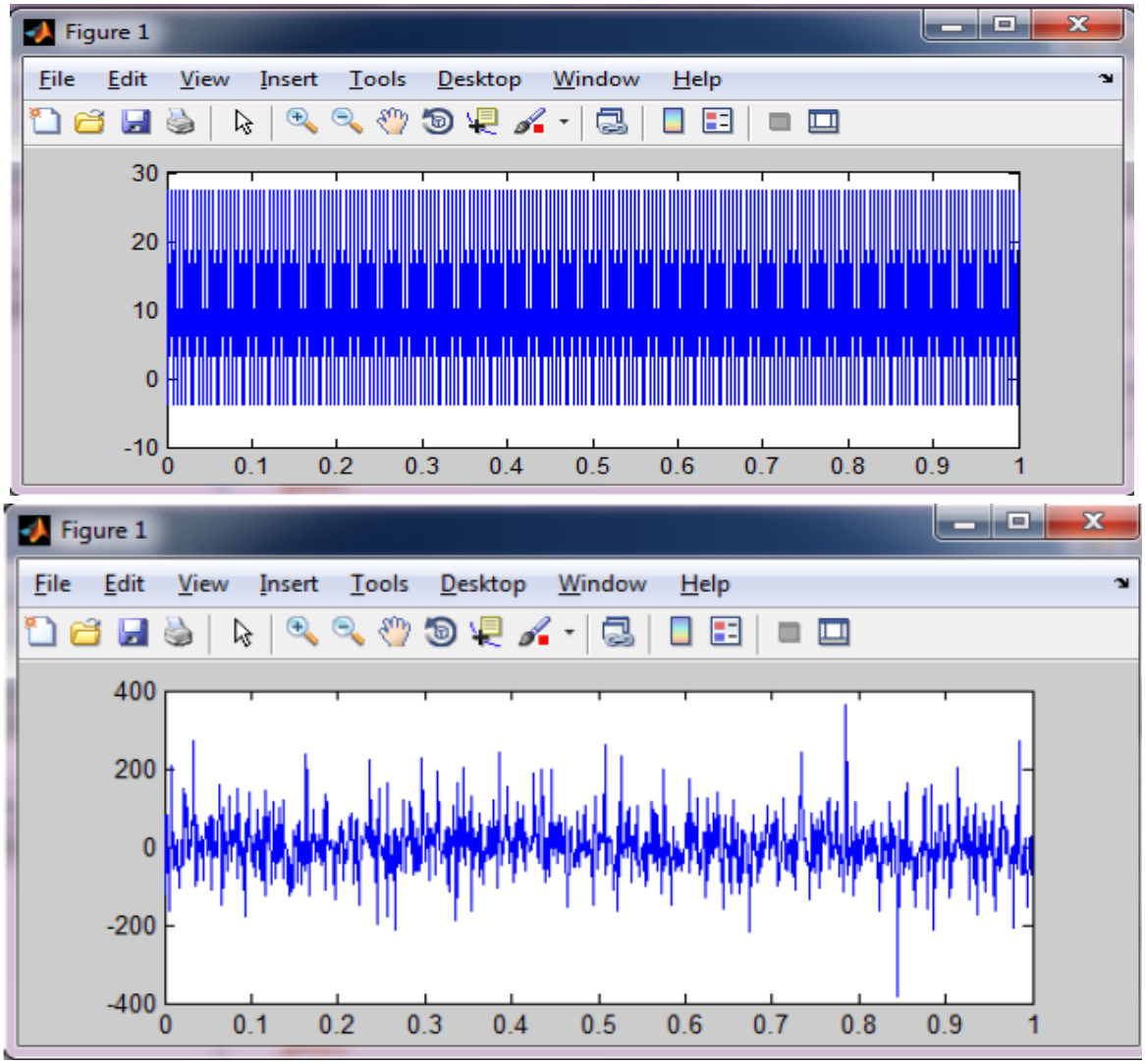
الشكل ج.8:إشارة كهربائية + إشارة HF

- من SCOP6 يمكننا تمييزمن منحنى الشكل ج.8 مبدأ الإرسال بواسطة التيارات الحاملة هو تراكب الإشارةكهربائية100V/50HZ للتردد العالي (HF) وإشارات الطاقة المنخفضة ، لتشكيلها الطبقة المادية لشبكات PLC.



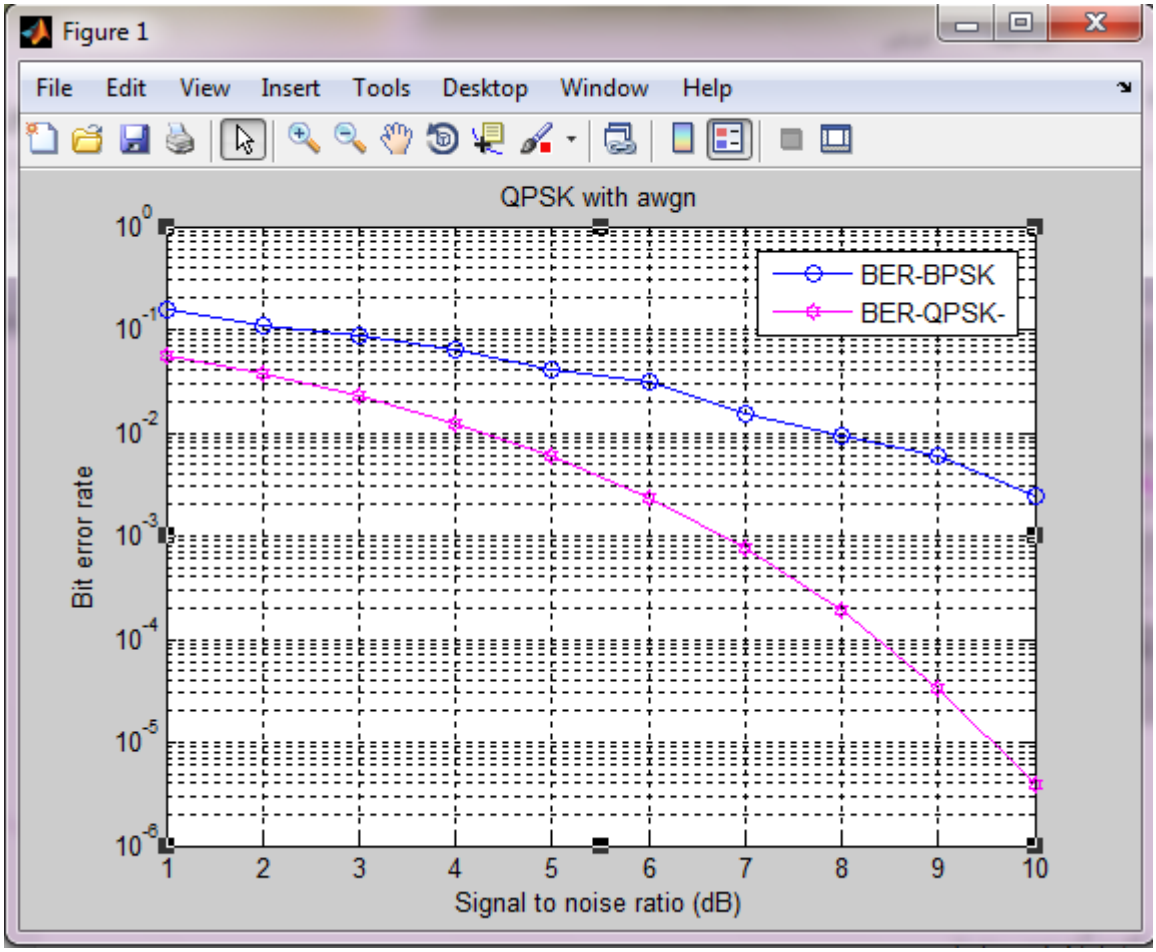
الشكل ج.9: إشارة كهربائية + إشارة HF + ضوضاء.

- من SCOP3 يمكننا التمييز بين منحنى الشكل ج.9 الذي يوضح مجموع إشارات CPL و V/50 HZ و 100 بالإضافة إلى الضوضاء الإضافية التي تتداخل على الكابلات الكهربائية.



الشكل ج.10: تعديل الإشارة قبل وبعد الإرسال.

- من SCOP 4 يمكننا تمييز المنحنى في الشكل ج.10 الذي يوضح الإشارة معدَّل قبل وبعد الإرسال بدون إشارة 100V/50 HZ التي يتم ترشيحها عبر دائرة المصيدة (مرشح تمرير منخفض).



الشكل ج.11: نسبة الإشارة إلى الضوضاء

يبين هذا الشكل ان نسبة الخطأ مقارنة بنسبة قوة الاشارة الى الضوضاء, حيث يظهر البيان ان أداء نظام الاتصال عبر خط الطاقة قد أعطى نتائج ملفتة و مقبولة جدا, وهذا بالنظر الى القيم التي حصلنا عليها,إذ أنه مثلا عند SNR=9.5db وباستخدام تعديل QPSK حصلنا على قيمة جيدة لنسبة الخطأ في البيتات وهي $BER=10^{-5}$ كما يمكن ملاحظة أن نتائج تعديل QPSK كانت أفضل من تعديل BPSK.

ج.6. الخاتمة:

يمكننا ان تستنتج من الفصل الثالث ان تكنولوجيا PLC هي تكنولوجيا واعدة إلى جانب تكنولوجيا الويفي, حيث تجنبنا مشكلة الضوضاء عبر قنواة الراديو بالاضافة الى الاستغلال الامثل لعملية أتمتة المنازل حيث لا تتطلب تقنيات ارسال واستقبال. كما أنه انطلاقا من التعدين اللذان استخدمناهما, يمكن ملاحظة أن تعديل نتائج تعديل QPSK كانت أفضل من تعديل BPSK في حالة تكنولوجيا PLC

الخاتمة

في نهاية دراستنا ، تمكنا من تنفيذ شبكة خطوط كهربائية عبر الإنترنت كجزء من أطروحتنا من مواجهة حالة عملية لشبكة PLC. كان النهج النظري ضروريًا في البداية للسماح لنا بفهم PLC بشكل عام. على الرغم من التكلفة المرتفعة نسبيًا لمعدات PLC ، فإن الكثير من الأفراد ينجذبون إلى تركيب شبكة خطوط كهرباء منزلية. يبدو أن نقص الكابلات التي يجب وضعها هو العامل المحدد في مثل هذا الاختيار.

تعد تقنية PLC تقنية جديدة واعدة للغاية: يمكن أن تجعل من الممكن، بفضل الشبكات الخارجية ، تطوير إنترنت واسع النطاق للجميع. بينما تجلب شبكات PLC الداخلية اهتمامًا أكبر في مجال التشغيل الآلي للمنزل ، مثل المعدات الكهربائية و / أو الأجهزة المنزلية.يمكن استخدام PLC كحل تكميلي وكذلك كبديل للتقنيات الأخرى: الشبكات السلكية واللاسلكية.

ومع ذلك ، فإن تطوير هذه التكنولوجيا يتباطأ بسبب العديد من المشاكل ، لا سيما الافتقار إلى القواعد والمعايير. المعيار الوحيد الموجود حاليًا على نطاق عالمي ، وبالتالي معروض للبيع ، هو HomePlug V1.0.1 ، وهو غير متوافق مع أي حل داخلي أو خارجي.

وللتغلب على هذه المشاكل، تبنى المصنعون تقنية PLC: "تيارات ناقل الخط" التي تعتمد على نظام تجميع التردد القريب من خط ADSL (خط المشترك الرقمي غير المتماثل) لخطوط الهاتف، وذلك لضمان عدم تداخل الموجات الكهربائية ذات التردد 50 هرتز مع البيانات التي يريد الموزعون إرسالها على شبكات الطاقة الخاصة بهم.

قد يختلف هيكل شبكة المنزل PLC وفقًا لاحتياجات وبنى الشبكة الكهربائية، بالإضافة إلى المعدات المحددة ووضع تشغيل الشبكة المستخدم.

لا يمثل التعايش بين تقنيات PLC و Wi-Fi أي مشكلة ، نظرًا لأن نطاقات التردد المستخدمة مختلفة ، وتعمل PLC في النطاق 1 إلى 30 ميجاهرتز ومعايير IEEE 802.11 المختلفة في 2.4 و 5 جيجاهرتز.

الخاتمة

تعتبر شركة PLC تقنية شبكة غير معروفة لعامة الناس ولكنها يتم دمجها بشكل متزايد في البيئات المهنية والمحلية. البحوث جارية لزيادة إنتاجية PLC ؛ إنها تقنية المستقبل في مجال نقل النطاق العريض.

قائمة المر اجع و المصادر

[1]: https://www.travaux-electrique.fr/interet-role-cable-coaxial , consulté le 2020/07/01

[2]: M'hena, Laoubi. *Etude d'un réseau intranet par fibre optique*. Diss. Université Mouloud Mammeri, .2017

[3]: guy pujolle" les résaux",EYROLLES 5ème édition, 7 septembre 2006
file:///C:/Users/pc/Downloads/FlareGet/Documents/46196640_Les_Reseaux_5eme_Ed_2.pdf

[4]: " La technologie des **C**ourants **P**orteurs en **L**igne", Filière Informatique & Réseaux 3ème année, 3 février 2004.
file:///C:/Users/pc/Downloads/FlareGet/Documents/Cladiere-Seng-Vuong-CPL.pdf

[5]: http://www.erg.lu/Francais/Activites/Automation/Domotique/Domotique.htm, consulté,le 2020/09/06

[6]: https://www.commentcamarche.net/contents/1128-transmission-de-donnees-le-cablage, consulté le 2020/05/22

[8]: www.fibre-pro.fr/2018/07/10/avantages-et-inconvenients-de-la-fibre-optique, consulté le 2020/07/13

[9]: MADJIDI, Rechdi. Conception d'un LAN multimédia sur CPL. Diss. FACULTE DES MATHEMATIQUES ET DE L'INFORMATIQUE-UNIVERSITE DE M'SILA, 2015.

[10]: Louis Armand"Approche générale de la technique des courants porteurs en ligne (C.P.L.)",

[11]: Karima, Belhadj, et Abid Amina. Etude et réalisation d'un réseau WIFI hotspot dans le service public. Diss. Université Mouloud Mammeri, 2012.

[12]: "D-LINK 2750 U Manuel utilisateur" version-1.0, 20 aout 2008,

[13]: https://www.freenews.fr/freenews-edition-nationale-299/divers-1/test-de-ladaptateur-cpl-4649 , consulté le 2020/06/02

[14]: Thème 3: AGIR–Défis du XXème siècle. Transmettre et stocker l'information.
file:///C:/Users/pc/Downloads/FlareGet/Documents/TSP1SP4Ch21T1_cours_transmission_stockage.pdf

[15]: C. Servin ; Réseaux et Télécoms ; Dunod, 2006.

[16]: Avril, G. (2008). Etude et optimisation des systèmes à courant porteurs domestiques fac aux perturbations du réseau électrique (Doctoral dissertation).
http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/33/44/64/PDF/memoire_gautier_avril_finale.pdf.

[17]: "Adaptateur CPL courant porteur supplémentaire 4 sorties OP200-4S",
www.groupe-normand.com/Fichiers/Notices/m725815.pdf