إنشاء المنزل الذكي باستخدام برنامج المحاكاة Packet Tracer 7.3 و لوحة الاردوينو Arduino board

د. أبوعجيلة دغمان*, محمد جويلي ، حسين درنبة ، و أبوذر رمضان
قسم شبكات الحاسوب، كلية تقنية المعلومات، جامعة الزنتان، ليبيا
* العنوان البريدي (abuajila@uoz.edu.ly)

ملخص البحث

تلعب انترنت الأشياء أو ما يسمي بـ Internet of Thing (IoT) دورا مهما في حياتنا اليومية. حيث أصبحت إمكانية تطبيقها في الكثير من جوانب حياتنا مثل المنزل، الكلية، الجامعة، وما إلى ذلك. واحدة من تطبيقات IoT هي إنشاء المنزل الذكي Smart Home. المنزل الذكي هو المنزل الذي يحتوي على أجهزة لديها القدرة على التواصل مع بعضها البعض، ومع بيئتها المادية. حيث يعطي المنزل الذكي المالك القدرة على تخصيص ومراقبة البيئة المنزلية، وذلك لزيادة الأمن وإدارة كفاءة الطاقة. في هذه الورقة البحثية تم تطبيق فكرة المنزل الذكي باستخدام برنامج المحاكاة Packet Tracer 7.3 ولوحة الاردوينو Arduino board. نتائج برنامج المحاكاة والتجارب العملية أثبتت أن الأجهزة الالكترونية بالمنزل يمكن توصيلها والتحكم بها عن بعد وذلك من خلال الهاتف الذكي.

الكلمات المفتاحية: انترنت الأشياء (IoT) ، المحاكاة (Simulation) ، لوحة الاردينو (Arduino Board) ، المنزل الذكي (Smart Home).

1. المقدمة

المنزل الذكي Smart Home هو الذي يمكن التحكم فيه آليا من خلال أنظمة ذكية و التي تحتوي على أجهزة تحكم متطورة يتم تركيبها في المنزل ويتم التحكم بها عن طريق شاشات اللمس المثبتة على الجدار أو جهاز iPad أو بواسطة الهاتف الذكي Smart Phone حيث تتم عملية التحكم والمراقبة لجميع الأجهزة الكهربائية والإلكترونية مثل الإضاءة و أجهزة التكييف والتلفاز والكاميرات والأبواب الكهربائية. كما أن نظام المنزل الذكي يخبر عن أي تغيير يحدث في المنزل بواسطة الرسائل النصية SMS أو الاتصال أو أي طريقة يفضل المستخدم استخدامها. كما بإمكان المستخدم إضافة كاميرات المراقبة ومجسات الاستشعار للحركة وذلك لنظام الأمن والحماية بالمنزل[1]. في هذه الورقة البحثية سوف يتم التطرق الى تقنية الشبكات اللاسلكية Wi-Fi وتقنيات انترنت الاشياء IoT حيث أن هاتين التقنيتين لابد من استخدامهما لانشاء وتطبيق المنزل الذكي Smart Home. حيث تم تصميم وتطبيق المنزل الذكي باستخدام برنامج المحاكاة Packet Tracer 7.3 ولوحة الاردوينو Arduino board.

1.1 تقنية الشبكات اللاسلكية (Wi-Fi)

الشبكات اللاسلكية Wireless LAN هي أي نوع من الشبكات الحاسوبية التي تعمل على نقل المعلومات بين الأجهزة المتصلة بالشبكة عبر الأمواج الكهرومغناطيسية بشكل لاسلكي، أي من دون استخدام الأسلاك (الكابلات). إن هذا النوع من الشبكات ينفّذ عادةً مع نظم نقل معلومات بالتحكم عن بُعد من خلال استخدام أمواج كهرومغناطيسية كأمواج الراديو وذلك لإرسال واستقبال الإشارات. هذا التنفيذ يتم في الطبقة الفيزيائية من الشبكة. تعتبر أجهزة الـ Wi-Fiوالتي تعمل جميعها وفق معيار IEEE 802.11 من الأجهزة الأكثر استخداما في الشبكات اللاسلكية المحلية.

هناك عدة معايير للشبكات اللاسلكية حددها معهد المهندسين الإلكترونيين والكهربائيين Institute of Electrical and Eletronics Engineers (IEEE) أكثرها شيوعا هي معاييرIEEE 802.11a ، IEEE 802.11b ، IEEE 802.11n، هذه المعايير متوافقة مع بعضها البعض [2].

2.1 انترنت الاشياء (Internet of Things)

يشير مصطلح إنترنت الأشياء (Internet of Things) إلى ملايين الأجهزة و الأدوات المرتبطة بالإنترنت في جميع أنحاء العالم. حيث يمكن لهذه الأجهزة أن تجمع البيانات وتشاركها فيما بينها. و بفضل توافر المعالجات الرخيصة والشبكات اللاسلكية WLAN، أصبح من الممكن تحويل مصباح ضوئي، جهاز تكييف، أو أي جهاز كهربائي آخر إلى جزء من عالم «إنترنت الأشياء». ومن هنا تبرز أهم مميزات إنترنت الأشياء، وهي أنها تتيح للإنسان التحرر من المكان، أي أن الشخص يستطيع التحكم في الأجهزة المنزلية من دون الحاجة إلى وجوده في مكان محدّد للتعامل مع جهاز معين.

وفقًا لما تم نشره عبر مؤسسة Cisco Academy ، فإن ثلث الأجهزة المتصلة بالانترنت سيكون أجهزة الكمبيوتر والهواتف الذكية وأجهزة التلفزيون الذكية. اما عن الثلثين الأخريين سيكونان أنواعًا أخرى من "الأشياء": مثل المستشعرات والمحركات والأجهزة الذكية المبتكرة حديثًا والتي تراقب وتحكم وتحلل وتحسّن عالمنا. بعض الأمثلة على المستشعرات المتصلة الذكية هي: أجراس الأبواب الذكية ، وأبواب المرآب ، وأجهزة تنظيم الحرارة ، والأجهزة الرياضية القابلة للارتداء ، وأجهزة تنظيم ضربات القلب ، وإشارات المرور ، ومواقف السيارات ، وغيرها الكثير[3].
وعادة ما يستخدم مصطلح «إنترنت الأشياء» بشكل أساسي للأجهزة التي لا يُتوقع اتصالها بالإنترنت، فلا يُعتبر الكومبيوتر الشخصي ولا الهاتف الذكي جزءاً منها، لكن قد يتم تصنيف ساعة ذكية أو خاتم ذكي متعقب للياقة كجهاز لانترنت الأشياء[4] [5].

3.1. مراجعة المؤلفات ذات الصلة

الكثير من الدراسات العلمية انجرت في مجال انترنت الأشياء Internet of Things (IoT) في السنوات الأخيرة. كانت كلها تهدف إلى تطبيق فكرة IoT في مجالات الحياة العملية المختلفة. فمثلا على سبيل المثال لا الحصر في المرجع [3] كان الهدف من الدراسة هو تصميم مدينة ذكية حيث يمكن لكاميرات الويب الذكية نقل حزم البيانات عن بُعد. تشير الدراسة إلى أنه عند توصيل كاميرا الويب الذكية عبر وسيط لاسلكي ، يمكنها إرسال واستقبال حزم البيانات عبر والتي يمكن للمستخدمين الوصول إليها عبر شبكة الإنترنت.
كذلك قام باحثون باستخدام برنامج المحاكاة Cisco Packet Tracer لإنشاء وتطبيق فكرة المنزل الذكي. كان الهدف من الدراسة معرفة مدى إمكانية تطبيق IoT على المنازل الذكية اخذين في عين الاعتبار توفير الحماية اللازمة للبيانات المرسلة بين الأجهزة [6].
دراسة أخرى كانت تهدف إلى تطبيق الجامعة الذكية باستخدام تقنيات IoT معتمدين بشكل أساسي على الإصدار 7.3 من برنامج المحاكاة Cisco Packet Tracer والذي بدوره يحتوى على أجهزة IoE مختلفة [7] [8].
على عكس الدراسات السابقة و التي اعتمدت إما على نوع واحد من أجهزة إنترنت الأشياء لتصميم مدينة ذكية كما في [3] أو التي ركزت بشكل أساسي على تصميم المنزل الذكي مقتصرين على استخدام برنامج المحاكاة Cisco Packet Tracer كما في [6 و 7 و 8] ، فإن الهدف الأساسي من هذه الورقة البحثية هو استخدام برنامج المحاكاة Cisco Packet Tracer [9] لإنشاء المنزل الذكي حيث تم توصيل أجهزة إنترنت الأشياء المختلفة ومعالجتها بطريقة تسمح بنقل المعلومات القيمة و استخدام جهاز Home Gateway ليتم التحكم فيها عن بُعد في أي مكان آخر بواسطة الهواتف الذكية. الجزء الاخر من الورقة البحثية كان يهدف الى تحويل ماتمت محاكاته الى الواقع العملي ولكن نظرا لعدم توفر جميع اجهزة IoT في السوق فقد تم تحقيق جزء ما تمت محاكاته وذلك باستخدام لوحة الاردينو Arduino Board.

2. الجانب العملي والمنهجية

هدف هذا البحث إنشاء نموذج يحاكي المنزل الذكي Smart Home وذلك باستخدام برنامج المحاكاة Cisco Packet Tracer وأيضا إنشاء نموذج واقعي للمنزل الذكي وذلك من خلال استخدام لوحة الاردينو وأدواتها Arduino Board.

1.2. برنامج المحاكاة (Packet Tracer Simulator)

برنامج المحاكاة Packet Tracer هو برنامج محاكاة مرئي تم تصميمه بواسطة Cisco حيث يتيح للمستخدمين إنشاء وتصميم شبكات حاسوبية تحاكي الواقع لأنه في كثير من الأحيان لا يمكن تصميم شبكات حقيقية لغرض الدراسات البحثية وذلك بسبب تكاليفها الباهظة. برنامج المحاكاة Cisco Packet Tracer يسمح للمستخدمين بتكوين اعدادات الشبكة باستخدام واجهة سطر أوامرCommand Line Interface CLI أو من خلال واجهة المستخدم الرسومية Graphical User Interface GUI مما يسمح للمستخدمين بإضافة وإزالة أجهزة الشبكة المحاكية بالشكل الذي يرونه مناسبًا.
الإصدارات الحديثة لبرنامج المحاكاة Cisco Packet Tracer دعمت الكثير من الأجهزة التي تستخدم في تقنيات انترنت الأشياء مثل الهاتف الذكي، جهاز قياس حرارة الغرفة، اجهزة الاضاءة الذكية، وغيرها الكثير من الاجهزة [9]. يبين الشكل (1) واجهة برنامج المحاكاة Cisco Packet Tracer الاصدار 7.3. هناك الكثير من الخصائص التي يتميز بها برنامج المحاكاة Cisco Packet Tracer عن غيره من برامج المحاكاة الاخرى. حيث ان البرنامج يسمح للطلاب بتصميم شبكات معقدة، يسمح للطلاب باستكشاف مفاهيم إنترنت الأشياء، يتيح للمستخدمين بناء

وتصميم وتكوين المدينة الذكية و المنزل الذكي، كما انه يوفر تصوراً واقعياً ومحاكاة لاجهزة إنترنت الأشياء. برنامج المحاكاة Cisco Packet Tracer تم اختياره في هذه الدارسة بناء على الخصائص سالفة الذكر[10].

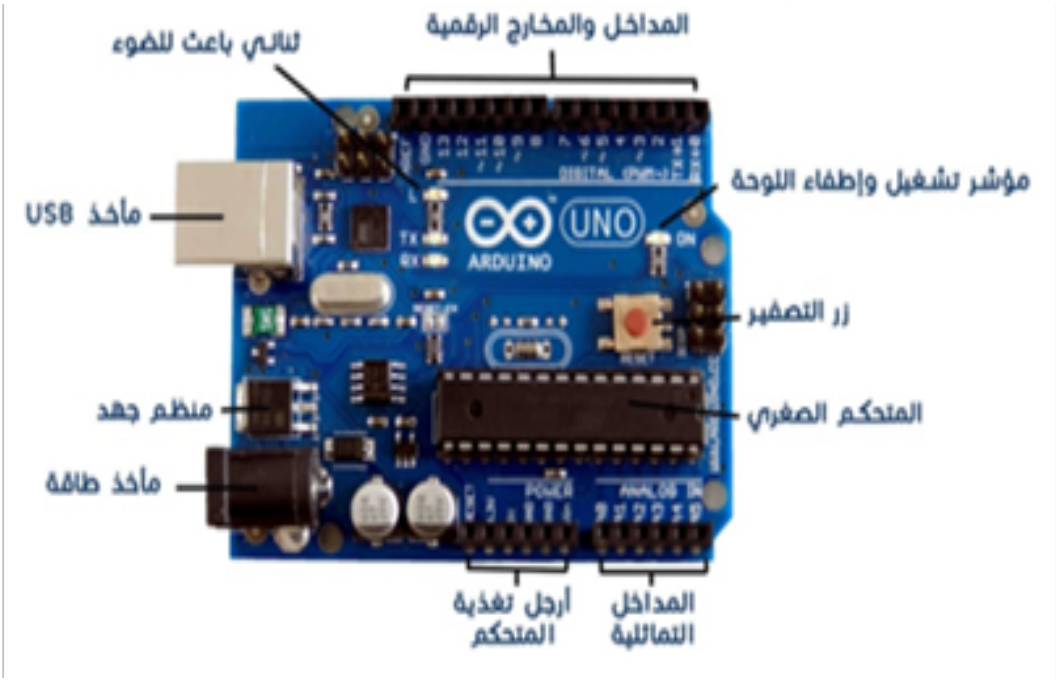
شكل(1): واجهة برنامج المحاكاة Packet Tracer 7.3

2.2. لوحة الاردوينو (Arduino board)

لوحة الاردوينو هي لوحة الكترونية مفتوحة المصدر Hardware Open Source تستخدم لتطوير الكثير من المشاريع والأفكار المتعلقة بالتحكم الآلي بصوره سهلة و بسيطة وذلك عن طريقة استخدام Arduino Integrated Development Environment (IDE) [11].

تعتبر بيئة التطوير Arduino IDE هي الأداة المستخدمة في كتابة الشفرات البرمجية بلغة C وتحويلها بعد ذلك إلي صيغة تنفيذية يمكن وضعها علي المتحكمة الدقيقة الموجودة علي اللوحة. هناك عدة انواع من لوحة الاردينو وهي:Arduino UNO، Arduino Mega، Arduino Nano، Arduino Mini، وArduino Lilypad.

تختلف هذه اللوحات عن بعضها البعض من ناحية عدد المخارج والمداخل والتي تحدد عدد الأجهزة التي يمكن التحكم بها وعدد الحساسات Sensors التي يمكن دمجها مع اللوحة وكذالك نوع المتحكمة الدقيقة وسرعة المعالج الموجود بداخلها وإمكانية تبديلها. في هذه الدراسة تم استخدام لوحة الاردوينو من نوع Arduino UNO وذلك لان هذا النوع يعتبر من أكثر الأنواع استخداما في المنازل الذكية. الشكل (2) يوضح لوحة الاردوينو Arduino UNO.

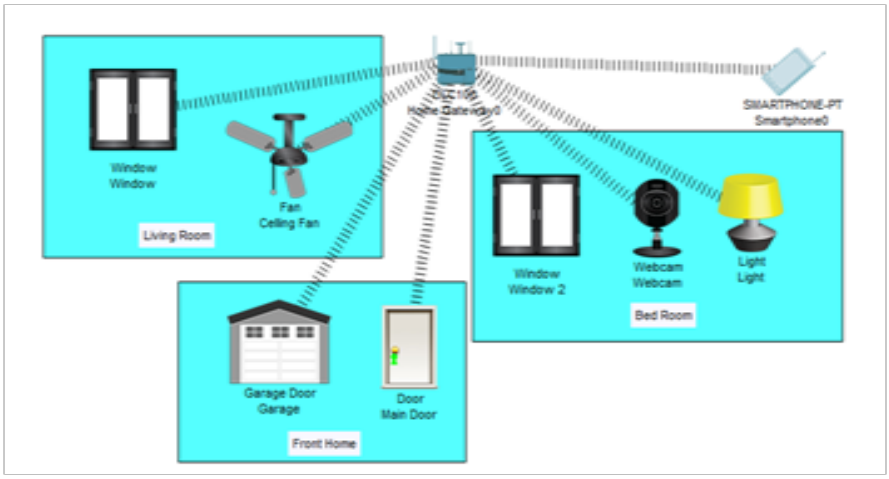


شكل (2): لوحة الاردينو Arduino UNO

3. النتـائج والمناقشة

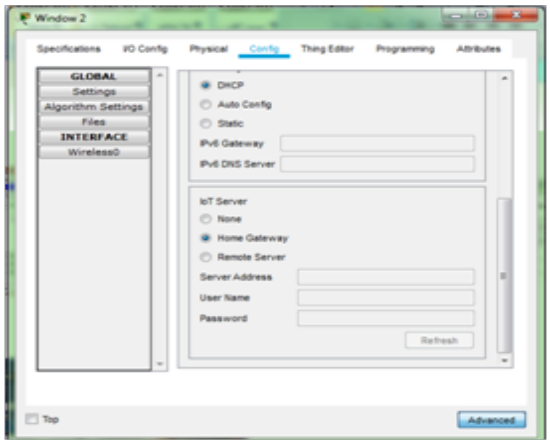
1.3. النتائج المتحصل عليها من برنامج المحاكاة (Packet Tracer)

في البداية تم استخدام جهاز Home Gateway كما هو موضح في الشكل (3) كأداة ربط بين أجهزة IoT. جهاز Home Gateway يربط أجهزة IoT (Smart window, Smart fan) في living Room مع أجهزة IoT أخرى في Bed Room (smart light, webcam, window). كما ملاحظ في الشكل أيضا أن الأبواب الخارجية للمنزل (Door, Garage Door) مرتبطة بجهاز Home Gateway. جميع أجهزة IoT تم ربطها مع جهاز Home Gateway بطريقة لاسلكية وذلك بتغير بطاقة الشبكة Network Adaptor إلى بطاقة لاسلكية كما موضح في الشكل (4). كذلك تم تغيير خاصية IoT Server في جميع أجهزة IoT إلى Home Gateway لتمكين أجهزة IoT من التعرف على Home Gateway كما مبين بالشكل (5).



الشكل (3): أجهزة IoT مرتبطة مع Home Gateway

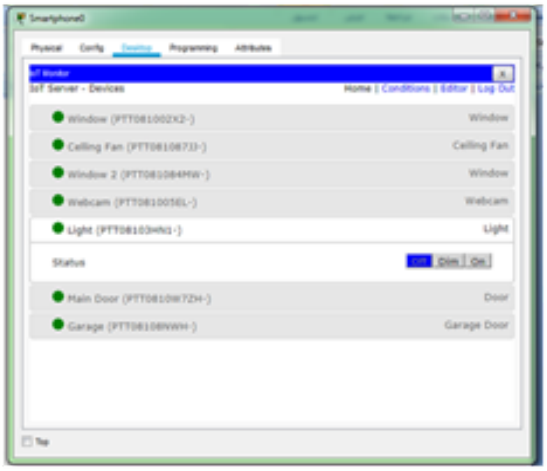
الشكل (4): تغيير بطاقة الشبكة الى بطاقة لاسلكية



الشكل (5): تغيير خاصية IoT Server الى Home Gateway

بالرجوع الي الشكل رقم (3) فقد تم استخدام الهاتف الذكي Smart Phone فقد للتحكم في باقي أجهزة IoT. من خلال خاصية IoT Monitor في الهاتف الذكي كما موضح بالشكل (6)، فان المستخدم يمكنه التحكم عن بعد في جميع اجهزة IoT المرتبطة مع جهاز Home Gateway من الهاتف الذكي . من خلال هذه الخاصية يمكن للهاتف الذكي من التحكم بحالات باقي أجهزة IoT على سبيل المثال يمكن التحكم في حالة جهاز Light من On الى Off كماهو موضح بالشكل (7).

الشكل (6): خاصيةIoT Monitor فى جهاز Smartphone



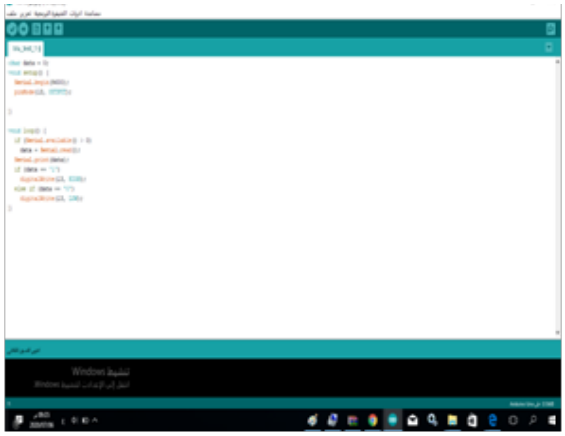
الشكل (7): تغيير حالات اجهزة IoT من خلال خاصيةIoT Monitor

2.3. النتائج المتحصل عليها من لوحة الاردوينو (Arduino board)

في البداية تم ربط لوحة الاردوينو بقطعة البلوتوث و باقي القطع المستخدمة و ذلك لجعل لوحة الاردوينو تنقل البيانات من و إلي جهاز الكمبيوتر. الشكل (8) يبين القطع المستخدمة مع لوحة الاردينو وهي عبارة عن قطعة بلوتوث Bluetooth module CH-05، مصدر تغذية خارجي للكهرباء (cable)، اسلاك توصيل Solderless jumper، جهاز قياس الجهد Volt meter، و مصابيح LED.

الشكل (8) القطع المستخدمة مع لوحة الاردينو

بعد توصيل كامل القطع تم تعريف جهاز البلوتوث HC-05 المربوط مع الاردوينو مع جهاز الهاتف الذكي Smartphone. بعد إتمام عملية توصيل القطع، تم استخدام برنامج Arduino IDE لبرمجة لوحة الاردوينو بينما تم استخدام برنامج LED controller للاتصال بقطعة البلوتوث واستخدامه في واجهة التحكم.
برنامج Arduino IDE يمكنه التحكم في لوحة الاردوينو عن طريق لغة برمجة Arduino C كما هو موضح بالشكل (9). في البداية يتم كتابة النص البرمجي و من ثم يتم تحميله إلي لوحة الاردوينو حيث يحتوي النص البرمجي علي آلية العمل التي سوف يتم تطبيقها علي مصابيح LED. بعد الانتهاء من كتابة الكود نقوم بالضغط علي زر تأكيد Verify الذي يقوم بالتحقق من صحة كتابة النصوص البرمجية قبل تحميلها. قبل عملية التحميل Upload يجب التأكد من أن كابل لوحة الاردوينو متصل بالكمبيوتر ثم يتم الضغط علي زر التحميل Upload وذلك حتى تتم عملية تحميل النص البرمجي علي لوحة الاردوينو. الشكل (10) يبين كيفية تحميل النص البرمجي.



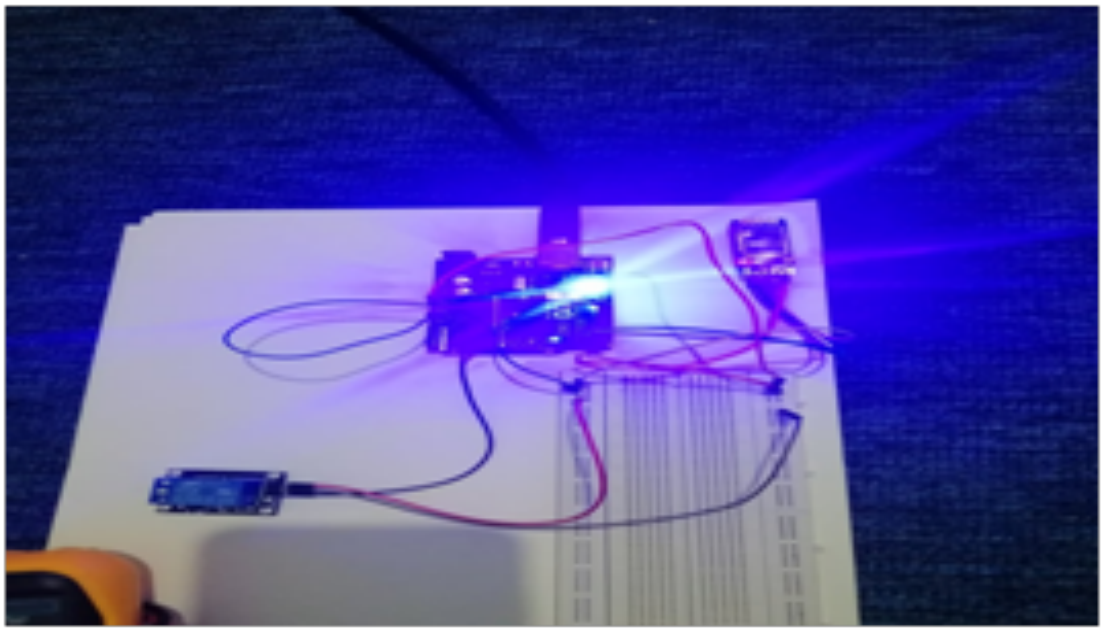
الشكل (9): برنامج Arduino IDE

الشكل (10): كيفية تحميل النص البرمجي.

خلال عملية التحميل يلاحظ أن مصابيح الـ LEDS الموجودة علي اللوحة والتي معنون بجانبها TX- RX تضئ بسرعة عالية ثم تقف قليلا و هذه الإضاءة تعني أن اللوحة بدأت تستقبل بيانات النص البرمجي الذي تمت كتابته و تحميله.

بعد ما أصبحت لوحة الاردوينو جاهزة وتم تحميل النص البرمجي عليها يتأتى دور برنامج LED Controller و الذي باستخدامه يمكن التحكم في تشغيل و إيقاف LED كما موضح في الشكل (11). LED Controller هو عبارة عن تطبيق يتم تحميله على الهاتف الذكي وربطه بلوحة الاردوينو المبرمجة عن طريق Bluetooth حيث

يمكن من خلاله تشغيل وإيقاف إضاءة مصابيح LED. من هنا يتبين انه بإمكاننا ربط المصابيح الكهربائية أو أي أجهزة كهربائية أخرى عن طريق لوحة الاردوينو حيث يتم تشغليها او إيقافها عن التشغيل



الشكل (11): التحكم في مصابيح LED باستخدام LED Controller

4. الخاتمة والتوصيات

إن بناء نظام شامل لإنشاء المنزل الذكي هي خطوة كبيرة في مجال تطوير هذا النوع من الأجهزة الذكية وتحتاج إلي تطوير دائم للتناغم مع التطور الهائل للتكنولوجيا. في هذه الدراسة البحثية تم تطبيق فكرة المنزل الذكي باستخدام برنامج المحاكاة Packet Tracer 7.3 و وكذلك تم استخدام لوحة Arduino لتحويل جزء من برنامج المحاكاة الى تجارب عملية. حيث أثبتت النتائج أن المنزل الذكي يمكن تطبيقه ليس فقط باستخدام برامج المحاكاة Cisco Packet Tracer وإنما يمكن تطبيقه عمليا على الواقع وذلك باستخدام لوحة الاردينو. نظرا لمحدودية القطع الملحقة في السوق فان هذا العمل يحتاج إلى المزيد من التطوير في المستقبل وذلك لزيادة أمنية هذا النظام، الاتصال البعيد باستخدام الشبكة العالمية الانترنت ، إمكانية استخدام أدوات الاستشعار sensors ، وإمكانية الوصول والتحكم بدائرة الاردوينو عن طريق web browser.

المراجـــــــع

[1] Introduction of Internet of Things (2020) [access in February 2020] at https://www.netacad.com.
[2] IEEE computer socity standard committee (2005) Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications.
[3] Anthony Bawa Maxwell Lewis Selby (2018) Design and Simulation of the Internet of Things for Accra Smart City, *Network and Complex Systems*, Vol. 8, PP, 17-30, 2018.
[4] A l-Emran, M., Malik, S. I., and Al-Kabi, M. N. (2020). A Survey of Internet of Things (IoT) in Education: Opportunities and Challenges. In *Toward Social Internet of Things (SIoT): Enabling Technologies, Architectures and Applications*. pp 197-209, Springer.
[5] Introduction of Internet of Everything (2019) [access in September 2019] at https://www.netacad.com.

[6] R. Tabeidi, S. Masaad, and B. Elshaikh (2019) Implementing Smart College Using CISCO Packet Tracer 7.2 Simulator, *Journal of Engineering Research and Application,* Vol 9, Issue. 4, pp 44-39.
[7] G. Alfarsi, J. Jabbar, R.Tawafak, and S.Malik (2020) Using Cisco Packet Tracer to simulate Smart Home, *International Journal of Engineering and Technical Research.*
[8] G.Ashok, P. Akram, M. Neelima, J. Nagasaikumar, and A.Vamshi (2020) Implementation Of Smart Home By Using Packet Tracer, *International Journal of Scienfic & Technoloy Research,* Vol 9, Issue. 2, pp 678-685.
[9] Packet Tracer 7.3 [accessed in December 2019] at https://www.netacad.com/courses/packet-tracer
[10] Introduction to Packet Tracer (2019) [access in December 2019] at https://www.netacad.com.
[11] Introduction to Arduino Board [access in January 2020] at https://www.arduino.cc