تطوير نظام قراءة مقاييس الطاقة الكهربائية للمستهلك العراقي باستخدام تقنية البلوتوث

د. اياد إبراهيم عباس
eyad_electdep@yahoo.com

يعرب محمد مذبوب
yar_ab@yahoo.com

قسم الهندسة الكهربائية / الجامعة التكنولوجية – بغداد-العراق

الخلاصة

في هذا البحث تم تطوير عدادات الطاقة الكهربائية لتدعم نظام قراءة مقياس الطاقة الكهربائي للمستهلك عن طريق تقنية البلوتوث، حيث تم احتساب عدد الدورات لقرص العداد الكهروميكانيكي باستخدام طريقه لا تغير من خصائص القرص الفيزيائية وهي اعتماد تخطيط القرص الى مناطق معتمة واخرى عاكسة ومن ثم استخدم حساس الاشعة تحت الحمراء الانعكاسي للحصول على نبضات يقوم المسيطر الدقيق (اردوينو) باحتسابها والسيطرة على شاشة لعرض بيانات المستهلك وتشغيل وحدة البلوتوث الطرفية وخزن البيانات. لقد صمم نظام قراءة العدادات المعدلة ليوافق مواصفات السرعة والدقة والسهولة في اخذ القراءات. اضافة الى بناء ملف يحوي جداول لحفظ بيانات المستهلكين مثل وقت القراءة ورقم المنزل ورقم البلوتوث ورقم القراءة محسوبة بالكيلوواط ساعة. حيث يمكن التعامل مع الملف النهائي من حيث الاضافة والتعديل الى قواعد البيانات الرئيسية. ان هذه المنظومة في قراءة بيانات العداد توفر الكثير من الجهد والوقت وتقليل الاخطاء البشرية في قراءة المقاييس.

الكلمات المفتاحية: -مقياس الطاقة الكهربائية، المسيطر الدقيق اردوينو، البلوتوث.

Abstract

In this paper, the development of the energy meter to support the reading of electrical energy for the consumer via Bluetooth technology has been developed. It counts a number of cycles for the electromechanical energy meter disk using a method that does not change the disk physical characteristics. This method is an adoption of the disk layout to darken areas and other reflective areas, then uses dual infrared reflection to get the pulses of the microcontroller Arduino which is used for calculation and driven the screen to view the consumer data, operation of the Bluetooth unit, and data storage. It is designed to read the revised system counters to approve the following speed and accuracy and ease of taking readings specifications. Add to build a file containing tables to save consumers time reading data and house number, Bluetooth mark number and reading calculated energy in KWh. The

final file can be amendment and added to the main database. This system in the meter reading data reduces efforts, time and human errors.

Keywords: Electromechanical Energy Meter, Arduino and Bluetooth.

١-المقدمة:

ان زيادة النمو السكاني الذي ادى الى زيادة الرقعة الجغرافية المأهولة واستحداث احياء سكنية جديدة مشمولة بخدمات توصيل الطاقة الكهربائية ادت الى ظهور مشكلة في جباية فواتير الكهرباء الذي يؤدي الى هدر الكثير من الوقت والمال وعدم التقنين في الاستهلاك حسب نظام العداد الكهروميكانيكي. قياس الطاقة المستهلكة بالطرق الالكترونية له الكثير من الفوائد في امكانية استخدام وسائل الاتصال المختلفة وتجميع البيانات بشكل ادق وأسرع وأسهل [١,٢]. تعتبر تقنية البلوتوث من الوسائل المفيدة جدا في مجال نقل البيانات لمسافات محدودة وبتكاليف منخفضة ومثالية لكثير من التطبيقات ومنها مقاييس الطاقة الكهربائية المدعومة بتقنية البلوتوث حيث بدء استبدال العدادات الكهرو ميكانيكية لقياس الطاقة الكهربائية بأخرى الكترونية في بعض دول العالم منها الهند والصين منذ عام٢٠٠٤ [٣,٤]. من الممكن استخدام الاجهزة المحمولة الهواتف الذكية والاجهزة اللوحية لتحمل ببرامج ارتباط مع العدادات الذكية من اجل جمع البيانات او الاطلاع عليها بالنسبة للمستخدمين [٥].

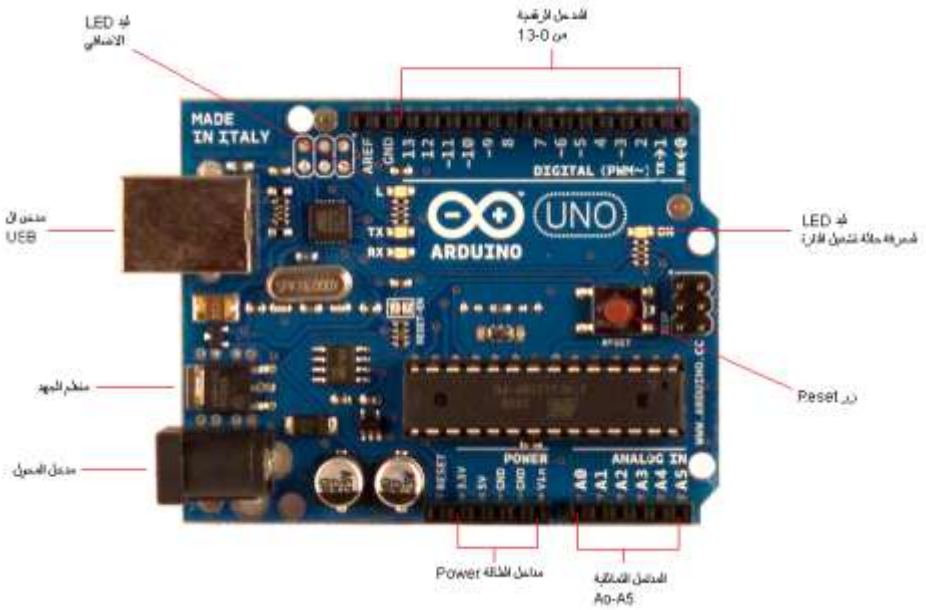
٢-الاعمال السابقة

في [٦] صمم عداد طاقة كهربائية احادي الطور من اجل قراءة الطاقة المستهلكة لاسلكيا باستخدام شبكة الهاتف المحمول بالاعتماد المسيطر الدقيق (AT89C52). في [٧] اقترح نظام استخدام عداد الطاقة الالكتروني ليربط على شبكة اتصالات سلكية او لاسلكية مع توفير الدعم البرمجي اللازم من اجل توفير بيانات استهلاك المستهلكين من الطاقة الكهربائية. في [٨] استخدمت تقنية (ZigBee) بتردد (2.4 GHz)من اجل تحصيل بيانات عداد الطاقة الكهربائية لاسلكيا وأقترح بناء شبكة في هذا المجال. وفي [٥] استخدمت تقنية البلوتوث لنقل بيانات مقياس مصمم باستخدام المسيطر الدقيق الى الحاسوب الشخصي.

٣-المسيطر الدقيق (اردوينو)

بدا مشروع انتاج اردوينو في عام ٢٠٠٥ وشهد انتشارا واسع في جميع انحاء العالم. ان ميزات اردوينو المتعدد هي توفر كم هائل من المعلومات على شبكة الانترنيت والتطبيقات الجاهزة مفتوحة المصدر يمكن الاستفادة منها او تطويرها [٩].

ان المسيطر الدقيق اردوينو هو اداة لصناعة اجهزة كمبيوتر لها القدرة على الاحساس والسيطرة على العالم المادي أكثر من اجهزة الحاسوب المكتبية، انها منصة تطوير مفتوحة المصدر لمشاريع التحكم المختلفة. مع بيئة كتابة البرمجيات الخاصة، ويمكن لمشاريع اردوينو ان تكون قائمة بذاتها او مربوطة مع الحاسوب. تتميز مسيطرات اردوينو بانخفاض تكلفتها، وتوافق برنامج اردوينو مع انظمة التشغيل المختلفة ماكنتوش وندوز ولينكس، وبيئتها البرمجة تناسب كل المستويات المبتدئ والمتقدم وهي مفتوحة المصدر . الشكل رقم (١) مسيطر اردوينو نوع اونو.



الشكل رقم (١) مسيطر اردوينو.

تكتب التعليمات البرمجية للمسيطر الدقيق اردوينو من خلال برنامج اردوينو مع التعليمات البرمجية ما على المسيطر فعله ،يمكن لاردوينو تنفيذ الكثير من الوظائف من اجل ذلك هو بحاجة الى اجهزت الادخال و الاخراج و كتابة البرنامج أللازمه لذلك [10].

٤-البلوتوث (HC-05 module):

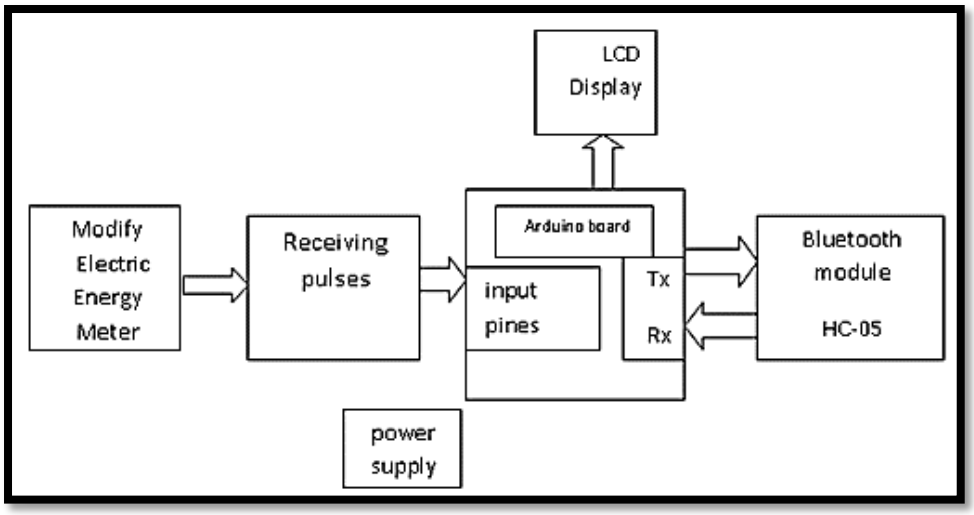
ان هذا النوع من البلوتوث وسيله ذات كفاءة في التطبيقات المختلفة لكونه يعمل على بروتوكول (SPP, Serial Port Protocol) ،يبلغ معدل نقل البيانات لهذا (3 Mbps) ولمسافة ١٠ متر وهو يستخدم التردد (2.4 GHz) ،مبني بالاعتماد على تقنية (CMOS) و (AFH , Adaptive Frequency Hopping Feature). الشكل رقم (٢) يبين القطعة مع أطراف التوصيل [١١].

الشكل رقم (٢) بلوتوث نوع HC-05.

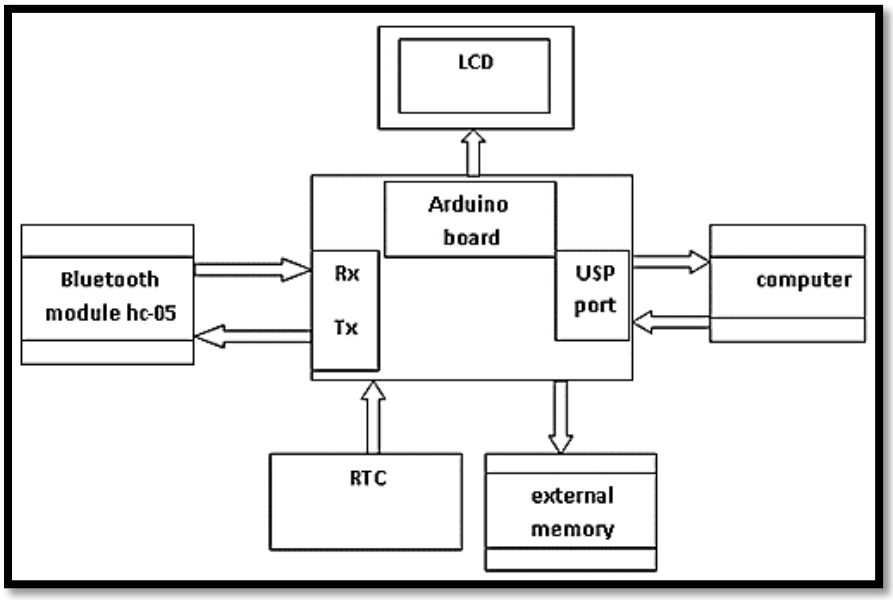
استخدمت اوامر (AT) للسيطرة والتحكم بأنماط عمل البلوتوث وإعداداته، فلهذا النوع امكانية العمل كسيد (السيد يقع على عاتقة عملية الاتصال) او كعميل واستخدم النمطان في المنظومة المقترحة، حيث كان بلوتوث العداد عميل وبلوتوث قارئ العداد سيد.

٥ـ تصميم وتنفيذ المنظومة المقترحة: -

صممت المنظومة المقترحة لتتكون من جزئيين الاول يمثل: العداد الكهروميكانيكي المعدل، ودائرة توليد النبضات، بورد المسيطر اردينو، شاشة عرض كرستال، واخيرا دائرة الارسال (البلوتوث) وكما مبين في الشكل رقم (٣). بينما الجزء الثاني قارئ العدادات الذي يقوم بقرا العدادات المعدلة وكما في الشكل رقم (٤) حيث اضيف اليه دائرة الزمن الحقيقي (RTC) مع ذاكرة اضافية.



الشكل رقم (٣) المخطط الكتلي للجزء الاول من المنظومة المقترحة .

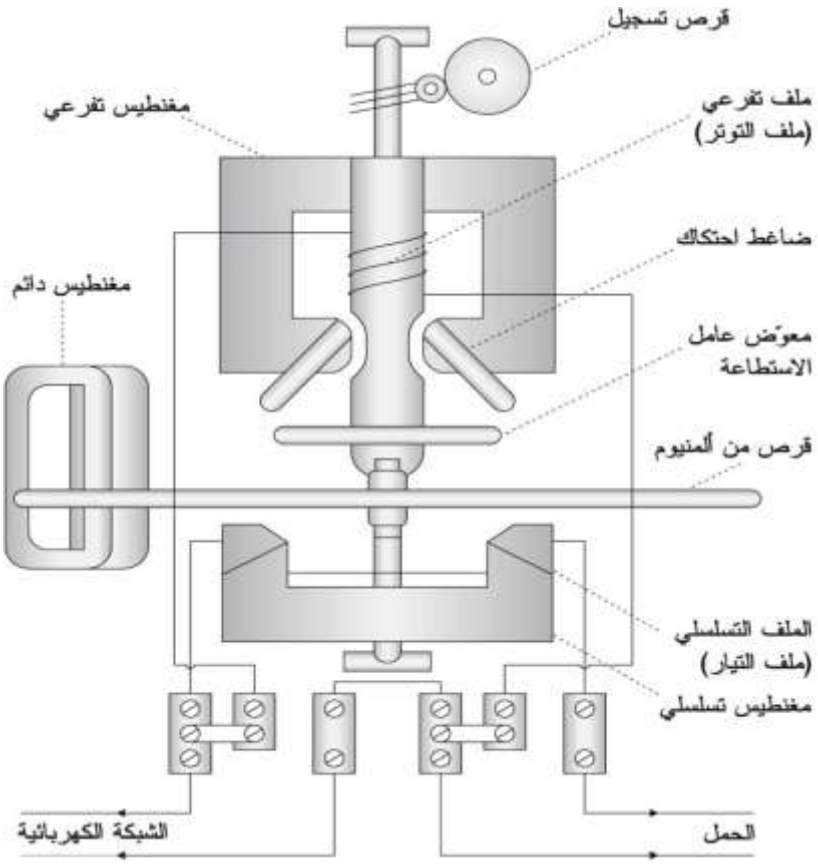


الشكل رقم (٤) المخطط الكتلي للجزء الثاني من المنظومة المقترحة.

٥ـ١ تطوير العداد الكهروميكانيكي:

يحول العداد الكهروميكانيكي القدرة المستهلكة الى حركة دورانيه لقرص العداد المثبت تحت تأثير مجالان مغناطيسيان الاول صادر من ملف الجهد والثاني صادر من ملف اخر هو ملف التيار في المحصلة سرعة الدوران محسوبة بحيث تتناسب مع القدرة الحقيقية المستهلكة كما في الشكل (٥) الذي يمثل اجزاء العداد. تربط مجموعة من مسننات القرص بعداد

رقمي ميكانيكي تعمل على حساب دورات القرص ليمثل عدد الدورات مضروب في ثابت معين يدعى ثابت العداد (ثابت العداد: ويمثل عدد دورات القرص التي تعادل ١ كيلو وات ولكل عداد ثابت معين) لحساب عدد الكيلوواط ساعة المصروفة.

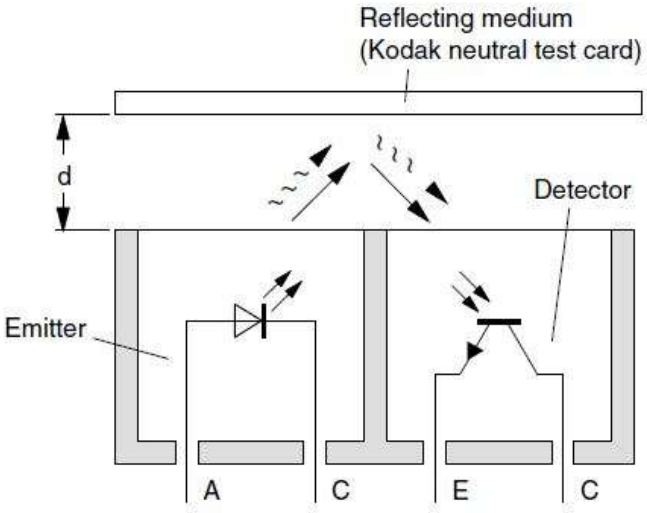


الشكل رقم (٥) أجزاء العداد الكهروميكانيكي.

لتصميم نظام رقمي تم التعديل على قرص العداد باستخدام طريقه لا تغير من خصائص القرص الفيزيائية وهي اعتماد تخطيط القرص الى مناطق معتمه واخرى عاكسة كما في الشكل رقم (٦)

الشكل رقم (٦) قرص العداد بعد التعديل.

واستخدم الحساس للأشعة تحت الحمراء الانعكاسي نوع (CNY70) بطول موجي (٩٥٠nm) ،الشكل رقم (٧) يوضح الدائرة الالكترونية للحساس نوع (CNY70)، يعمل على اعطاء اشارة عند مرور منطقة عاكسة و عدمها عند مرور منطقة معتمة.



شكل رقم (٧) الدائرة الالكترونية لنوع (CNY70) .

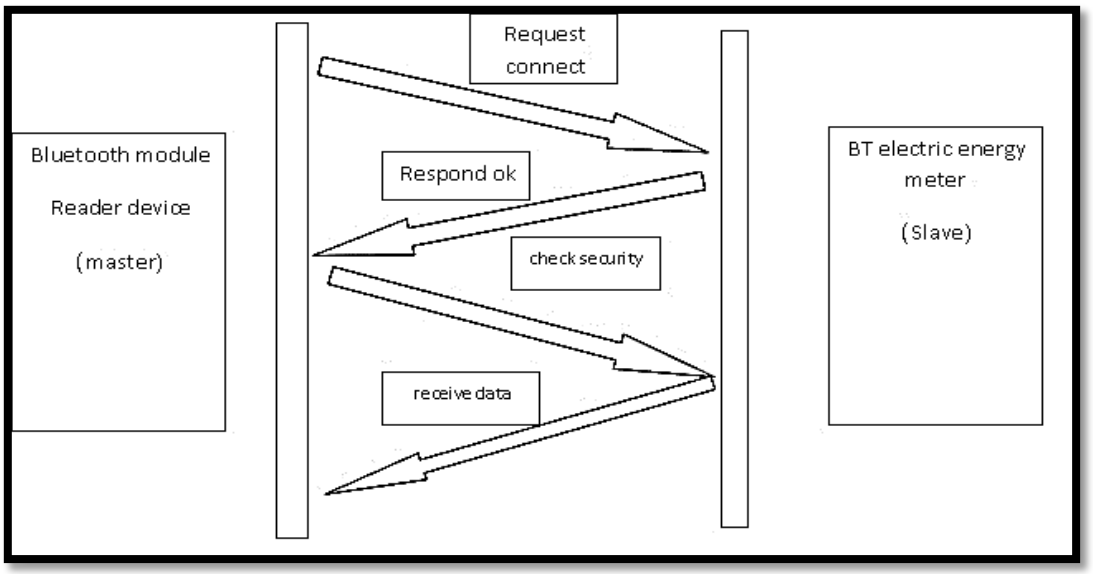
استخدم عداد من شركة ديالى العراقية، العداد مصمم ليمثل كل(١)كيلو واط بعدد يعادل ٣٧٥ دورة للقرص ، لذا فان الدورة الواحدة تكافا $\frac{3}{8}$ واط ساعة.

ولزيادة الدقة خطط القرص الدوار الى ٢٦ منطقة معتم عاكس على التعاقب كما في الشكل رقم (٦) حيث يمكن حسابها كل (0.1 Wh) وهي دقة عالية سابقا تحسب لكل (100 Wh). وضعت الدائرة الالكترونية لتحسس تخطيط القرص داخل صندوق العداد مع مجهز جهد ٥ فولت ربطت الاشارة (النبضات) الى المسيطر الدقيق باستخدام باعث ومتحسس ضوئي (مزدوج ضوئي). تم ربط مسيطر اردوينو نوع اونو لحساب النبضات الصادرة من العداد واظهار ما يكافئها على شاشة عرض نوع (٢×١٦) و ربط البلوتوث بمنفذ تسلسلي على المسيطر الدقيق. يحفظ الرقم التسلسلي للجهاز الذي يمثل رقم المستهلك وقراءة المستهلك حتى بعد انقطاع التيار مستفيدا من ذاكرة (EEPROM) فيبدأ من حيث انتهى في حالة العودة اما المدى الذي يبلغه بدلا من (٩٩٩٩٩) في العداد القديم مدد الى (١٦٦٤٦٦٥٥) هذا يتيح فرصة تمديد وقت القراءة وفوائد أخرى.

٥-٢ تصميم قارئ العدادات:

استخدم بورد اردوينو نوع (MEGA) ومجموعة من المكونات لتنفيذ الجزء الثاني وهو قارئ العداد (Bluetooth meter reader). يعتبر البلوتوث وسيلة التواصل مع الاجهزة المحيطة (العدادات المطورة) بينما يتم عرض البيانات على شاشة الكريستال.

يعمل قارء العدادات على كشف العدادات المحيطة بالموقع ضمن المدى المؤثر (المدى المؤثر هو المسافة التي يمكن لقارئ العداد اكتشاف العداد عندها) ليقوم بعدها بالارتباط بكل واحد من العدادات المحيطة ويكون الارتباط الفيزيائي محمي بكلمة مرور خاصا وبعدها ارسال طلب القراءة حسب بروتوكول وكما مبين في الشكل رقم (٨) واستقبال القراءة لتحفظ في الوقت والتاريخ الحقيقي في سجل خاص ضمن قاعدة بيانات.



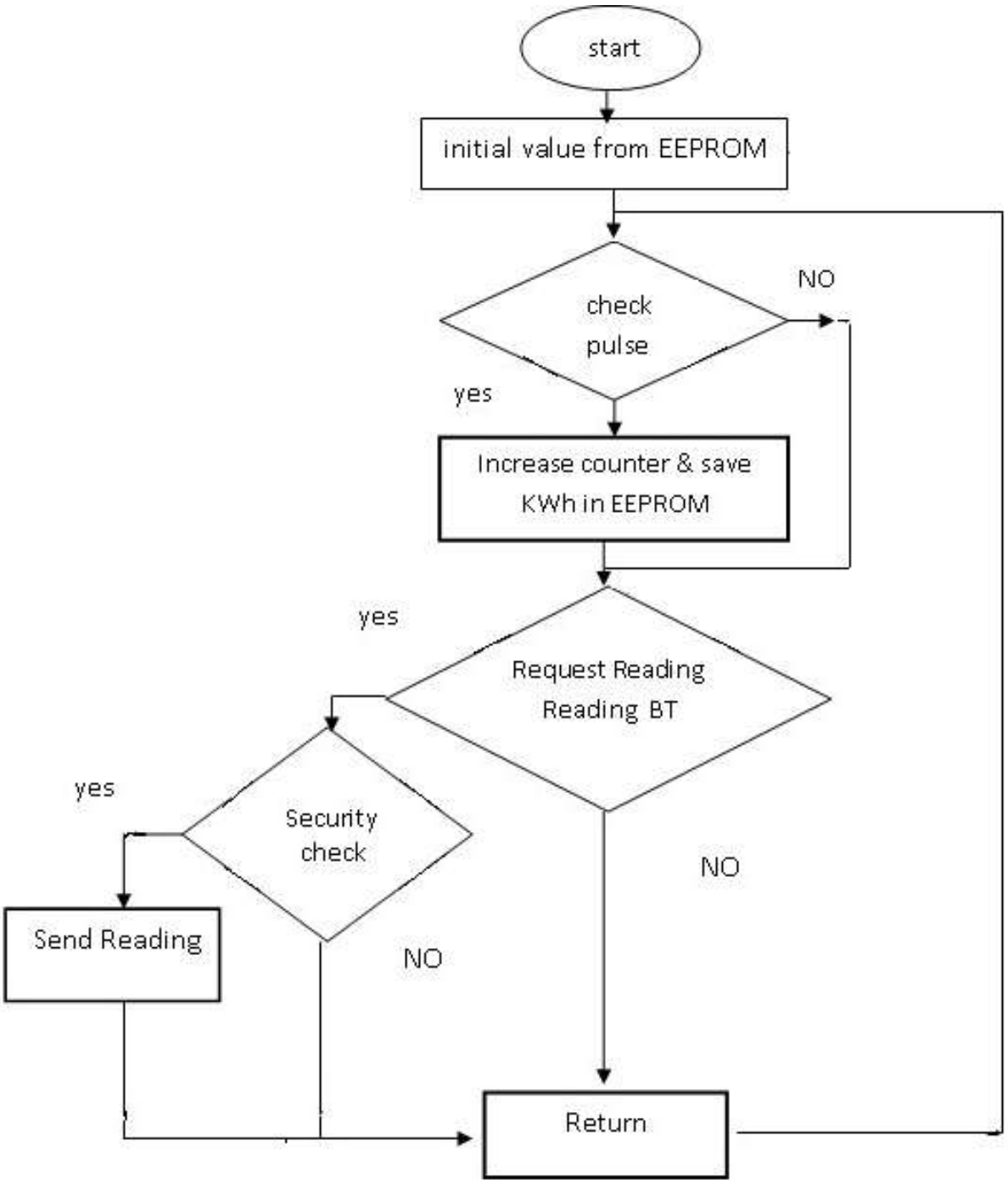
الشكل رقم (٨) برتوكول الارتباط بين القارئ والعداد.

٦-برمجة المنظومة المقترحة: -

تمت برمجة الجزئيين من المنظومة المقترحة باستخدام برنامج اردوينو الخاص كما في المخططات ادناه:

A -برمجة العداد المطور: -

تؤخذ القيم لابتدائية للعداد من ذاكرة (EEPROM) التي تكون محملة بأخر قراءة سجلها العداد ليتم عرضها على شاشة العداد المعدل وتفحص حالة وجود نبضة صادرة من العداد وفي حالة وجودها يزداد العداد بمقدار واحد ويخزن في (EEPROM) في حالة عدم وجود نبضة يستمر البرنامج في فحص وجود طلب من قارئ العداد وفي حالة وجودة تكون المصادقة من خلال توافق الرمز (PIN CODE)، وبخلافها لا يكون طلب اصلا لعدم ارتباط قطع البلوتوث فيزيائيا يعتبر الجدار الامني الاول.اما الجدار الامني الثانية فهوه نظام حماية خاص يجب اجتيازه لتتم عملية نقل البيانات. الشكل رقم (٩) يبين المخطط الانسيابي لبرمجة العداد المطور.



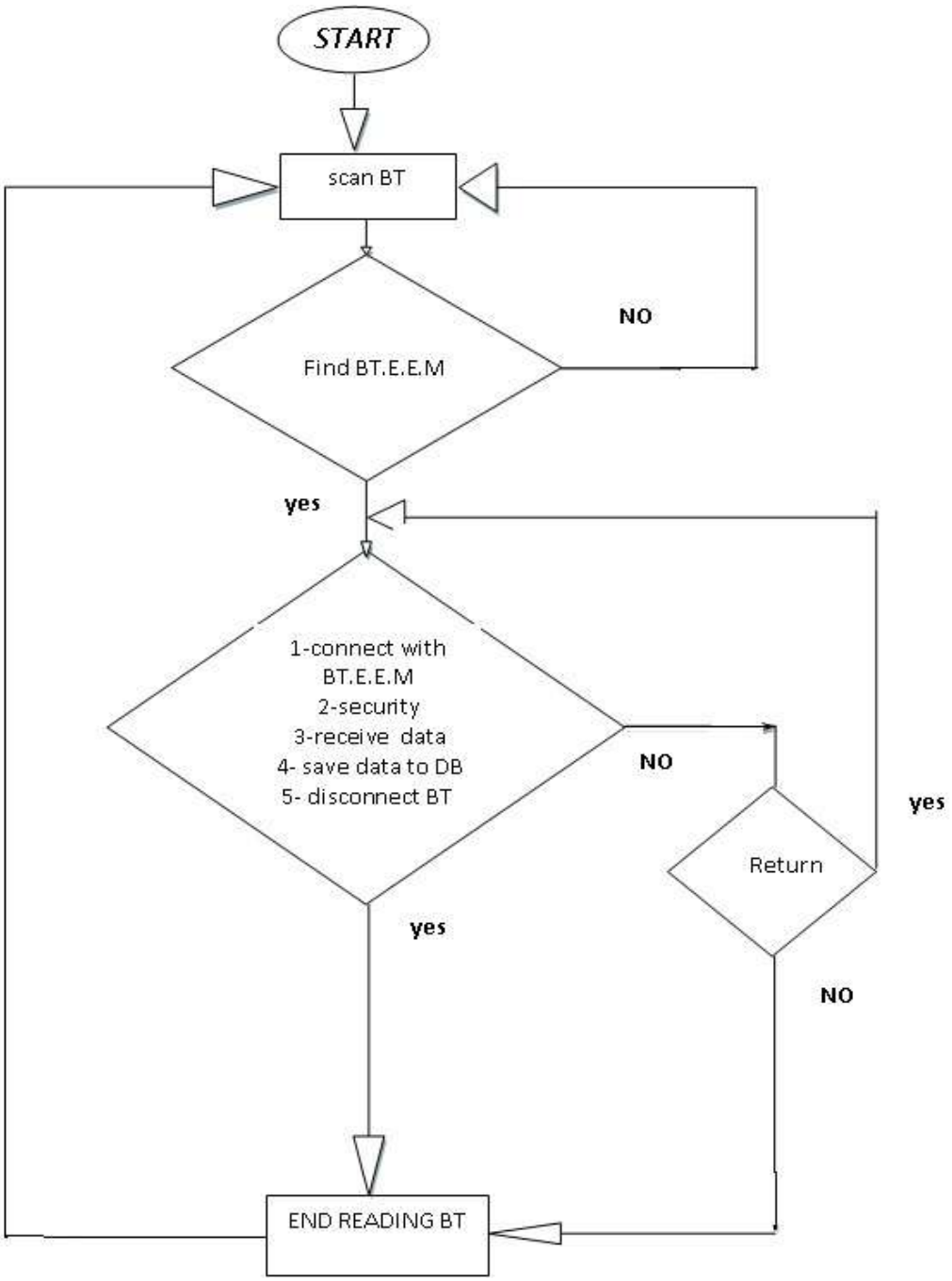
الشكل رقم (٩) المخطط الانسيابي لبرمجة العداد المطور.

B-برمجة قارئ العدادات: -

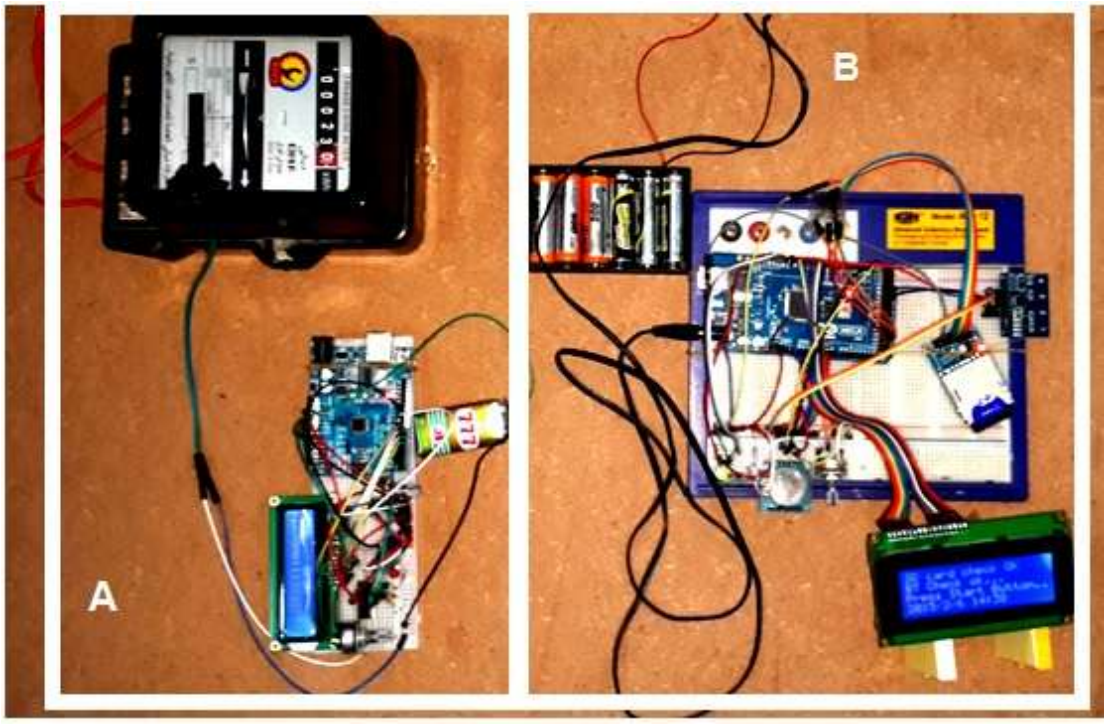
يبدأ البرنامج بفحص الذاكرة الخارجية (SD CARD) والبلوتوث ويعرض الوقت والتاريخ الحاليين في حالة وجود خطأ يعرض رسالة تفيد وجود خطأ. يعرض القارئ رسالة اضغط على ابدأ لبدء البحث.

يبحث القارئ عن العدادات المطورة الموجودة ضمن المدى المؤثر ويبدأ الارتباط معها تبعا يجب توحيد (PIN CODE) لجميع اجهزه البلوتوث لتتم عملية الارتباط بين البلوتوث الاول و الثاني من ثم تكون هناك عملية تحقق من الاجهزة المرتبطة لتجنب الارتباطات العشوائية وبعدها تجمع البيانات و تخزن في جدول على الذاكرة الخارجية (SD CARD) في حالة وجود خطأ ما في عملية الحصول على لبيانات تظهر ملاحة تبين فشل جمع البيانات على الرغم من الارتباط وتشير الى حالتين اما اهمال الجهاز وتسجيله بدون قراءه او المحاولة ثانيا على نفس الجهاز لجمع بياناته . بعد الانتهاء من المنطقة الممسوحة يكمن التحول الى منطقة اخرى للبحث ثانيا وهكذا. الشكل رقم (١٠) يبين المخطط الانسيابي لبرمجة قارئ العدادات.

الشكل رقم (١٠) المخطط الانسيابي لبرمجة قارئ العدادات.



تم تنفيذ الدائرة الالكترونية للمنظومة المقترحة بجزئيها دائرة العداد المطور ودائرة قارئ العدادات وكما مبين في الشكل رقم (١١) وتم تحميل البرامج المصممة على المسيطر الدقيق اردينو وتشغيل المنظومة.



الشكل رقم (١١) الدائرة المنفذة للمنظومة المقترحة.

A – دائرة العداد المطور. B- دائرة قارئ العداد.

٧-النتائج:

تم اختبار المنظومة لثلاثة عدادات مطورة تمثل ثلاثة مستهلكين وكانت النتائج كما يلي:

A – نتائج العداد المطور

تم تجربة العداد المطور للنظام وظهرت النتائج مطابقة للعداد القديم (العداد التقليدي) كما مبين في الجدول رقم (١) حيث استخدمت احمال مختلفة ولفترات مختلفة تحاكي استهلاك منزل مجهز بطور واحد.

لاهظ الجدول رقم (١) قراءة العداد المطور مقارنة بالعداد الميكانيكي الرقمي.

ت	قراءة العداد الكهروميكانيكي KWh	قراءة العداد المطور KWh
١	50.0	50 .000
٢	55.4	55.400
٣	60.2	60.200
٤	70.0	70.000
٥	75.0	75.000
٦	80.6	80.600
٧	100.0	100.000
٨	110.6	110.600
٩	120.0	120.000

١٠	125.2	125.200

B - نتائج **قارئ العداد**

تم تجربة قارئ العداد لثلاث عدادات معدلة وقد ضبطت على قراءات مختلفة وأرقام منازل مختلفة ايضا وكانت النتائج كما في الجدول رقم (٢)، بالإضافة الى انه تم عرض البيانات المتحصلة على شاشة الكريستال لقارئ المقياس

الجدول رقم (٢) قراءة ثلاثة عدادات لثلاث منازل للمستهلكين.

ت	رقم المنزل	القراءة KWh
1	000111222111	68687
2	000111222222	15971
3	000111222333	94765

يعمل النظام على فحص عمل ووجود بطاقة الذاكرة والبلوتوث ويعرض الوقت ايضا كما في الشكل رقم (١٢).

SD card check ok

BT check ok ...

press start Button ..

2015/1/31 23:39

الشكل رقم (١٢) شاشة البدء لقارئ العداد.

عند الضغط على مفتاح ابدأ يبدأ البحث بظهور عبارة (Auto scan) ليكشف الاجهزة في الجوار فيظهر الرقم التسلسلي للبلوتوث لكل جهاز يجده شكل رقم (١٣).

BTM1 = 2014,8,144481

BTM2=2014,10,160196

BTM3=2014,10,160223

الشكل رقم (١٣) عرض جهات الاتصال المتاحة.

ويبدأ الاتصال بها واحد تلو الثاني ليحصل على بيانات العداد ويعرضها لفترة على شاشة كما مبين في الشكل رقم (١٤) ويدونها في الجدول الرئيسي كل هذه العملية تتم ذاتيا وبسرعة ثلاثة عدادات في الدقيقة كما اظهرت نتائج البحث جدول رقم (٣) على شكل ملف.

000111222111,68687

000111222333,94765

000111222222,15971

الشكل رقم (١٤) عرض رقم المنزل مع قراءة العداد

جدول رقم (٣) نتائج قارئ العدادات

	A	B	C	D	E
1	**Bluetooth MAC**	**No. of Home**	**KWh**	**Time**	
2	2014:8:144481	111222111	68371	31/01/2015 23:34	
3	2014:10:160223	111222222	15649	31/01/2015 23:34	
4	2014:10:160196	111222333	94433	31/01/2015 23:34	
5					
6					
7					

٨-الاستنتاجات:

في المنظومة المقترحة يظهر ان معدل زمن قراءة العدادات مرتفع جدا مقارنتا مع النظام القديم حيث من الممكن قراءة ثلاثة عدادات بأقل من دقيقة اضافة الى ان المنظومة ذات كلفة منخفضة لاعتمادها على تطوير العداد القديم واضافة المسيطر الدقيق اردوينو والبلوتوث. تعمل المنظومة على التغلب على الاخطاء البشرية لقراءة العداد واختصار ادخال البيانات اليدوي وتوافق الملف النهائي مع برامج قواعد البيانات المختلفة يسهل استخدام ادواتها المفيدة. يمكن بناء المنظومة في بلدان تفتقر الى البنى التحتية المتطورة مثل وسائل الاتصالات الحديثة حيث ان المنظومة المقترحة لا تحتاج الى شبكة انترنيت او شبكات هاتفية سلكية او لاسلكية، ومن الممكن ان تكون تلك الشبكات مساند ومطور للنظام المقترح.

المصادر

[1] Tanmoy M., and Partha S. "A Novel three phase Energy Meter Model with Wireless data reading and online billing solution" . IEEE , Symposium on computers &Informatics, 2011.

[2] P. Sachin, A. D. Bhoi," Portable Measurement System Powered by Android", International journal of software & hardware research in engineering, Vol. 2, Issue 11, November 2014.

[3] B. Koay، S. Cheah, and Y. Chong" Design and Implementation of Bluetooth Energy Meter", Information, Communications and Signal Processing, 2003 and Fourth Pacific Rim Conference on Multimedia. Proceedings of the 2003 Joint Conference of the Fourth International Conference on, Vol.3, pp. 147, December 2003.

[4] P.R Aswathy, C.Shanthi," An Automated Energy Metering System -Home Based Approach", International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, Vol. 3, Issue 3, March 2014.

[5] R. Shahrara "Design and Implementation of a Microcontroller Based Wireless Energy Meter", Master thesis, Eastern Mediterranean University, January 2011

[6] Prashanth B.U.V," Design and Implementation of Wireless Energy Meter System for Monitoring the Single Phase Supply", International Journal of Computer Applications,Vol.41 ,Issue 2 ,march 2012.

[7] Vinu V Das," Wireless Communication System for Energy Meter Reading", International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computing,2009.

[8] M. Chahare, P.T.Karule," Wireless Electric Meter Reading Based On Zigbee Technology" ,ITSI Transactions on Electrical and Electronics Engineering (ITSI-TEEE), Vol. 1, Issue 6, 2013.

[9] Michael McRoberts "Beginning Arduino", this book is available at www.apress.com, 2010.

[10] http://arduino.cc/en/Guide/Introduction.

[11] Datasheet of HC-05 Bluetooth module, iteadstudio.com.