

منظومة لاسلكية متكاملة للتحكم ومراقبة إشارة ضوئية

المخلص

يتناول هذا البحث تصميم منظومة لاسلكية للتحكم في الإشارة الضوئية ومراقبتها لاسلكياً، حيث تمّ عرض مقدمة عامة حول البحث وذكر المشاكل التي يعالجها ، ومن ثمّ ذكر أهم الأهداف التي يصبو إلى تحقيقها. ثم وصف الجزء العملي وما تم القيام به من تصميم إشارة ضوئية لاسلكية وذلك بتصميم إطار بيانات التحكم ونمط الاتصال اللاسلكي بين اتجاهات الإشارة الضوئية، ومن ثمّ تصميم غرفة تحكم رئيسية وتأمين الاتصال اللاسلكي بينها وبين الاتجاه الرئيس في الإشارة الضوئية بالاستفادة من خدمات شركة المدار الجديد، حيث يتم تحسس الازدحام عن طريق حساس الموجات فوق الصوتية والتعامل معه بإرسال رسالة إلى غرفة التحكم الرئيسية، وما صاحب ذلك من تجميع مكونات دائرة التحكم وتحسين كفاءة دائرة الإشارة في استهلاك الطاقة، وصولاً إلى الشكل النهائي للمنظومة اللاسلكية المتكاملة بما في ذلك إحلال الطاقة الشمسية بدل الكهرباء العامة كمصدر للتغذية. ثم كانت الخاتمة بذكر النتائج المتحصل عليها وما تم الوصول إليه.

المقدمة [1]

منذ اكتشاف صناعة السيارات وانتشارها الواسع والسريع انتشرت الطرق الممهدة لهذه السيارات، ومع مرور الزمن ازدحمت هذه الطرق وخاصة في التقاطعات، مما أوجب على شرطة المرور تنظيم حركة السير في هذه التقاطعات، ولكن وقوف شرطي المرور عدة ساعات في وسط سيل من السيارات وتحت أشعة الشمس الساطعة في الصيف والربيع، والأمطار الغزيرة في أيام الخريف والشتاء، والضوضاء المسببة للدوار والصداع، كل هذه المؤثرات تؤدي إلى إضعاف كفاءة هذا الشرطي مع مرور الوقت، مما يؤدي إلى ارتبائه في تنظيم حركة السير حيث ينتج عن ذلك كوارث السيارات التي أصبحت تحصد من أرواح البشر أكثر مما تحصده الأوبئة الفتاكة والحروب المدمرة.

و من هذا المنطلق بدأ التفكير في وسيلة أخرى، و بمعنى أصح وسيلة جامدة لا تؤثر فيها أي من العوامل السابقة، وهذه الوسيلة هي الإشارات الضوئية (Traffic Lights (TLs، وهي عبارة عن أجهزة ضوئية توضع على أعمدة، بحيث أن كل عمود يتكون من ثلاثة ألوان : الأحمر، والأصفر، والأخضر.

ولتكتملة عمل الإشارة الضوئية TL فإننا نحتاج إلى تصميم غرفة تحكم (Control Room (CR ، الأمر الذي يسهل عملية التحكم في هذه الإشارات ومراقبة عملها، بالإضافة إلى التقليل من الاختناقات المرورية، والحصول على أفضل ربط و تنسيق بين الإشارات. والأمر الأكثر إثارة علاوة على أهميته وتوفيره لكثير من الوقت و الجهد هو ربط الإشارات الضوئية TLs بغرفة التحكم الرئيسية CR لاسلكياً؛ لأنه يمكننا من تغطية مسافات كبيرة من المدينة بهذه الإشارات على الرغم من وجودها في أماكن متفرقة وعلى مسافات شاسعة، كذلك يقلل من التكلفة الاقتصادية لعمليات التركيب ومد الكوابل والأسلاك وعمليات الحفر والترميم اللازمة لذلك.

المشاكل التي يعالجها البحث

تعتبر الإشارة الضوئية من أهم مكونات الطرق؛ لما تقدمه من حلول في تنظيم حركة السير في التقاطعات والاختناقات المرورية ؛ و من أهم المشاكل التي تواجه تلكم الإشارات :

- تكلفة تركيب الإشارة الضوئية.
- الزمن اللازم لتركيب الإشارة الضوئية.
- الاعتماد المطلق على الكهرباء العامة كمصدر للتزود بالطاقة.
- افتقار منظومة الإشارات الضوئية بليبيا لغرفة تحكم رئيسية مما يجعلها تعمل بشكل تقليدي ينحرف بها عن الوظيفة المطلوبة؛ فهي لا تتفاعل مع الازدحامات والاختناقات المرورية ولا تملك حلاً لمعالجتها أو التخفيف منها.
- صعوبة ربط الإشارات الضوئية المنتشرة جغرافياً مع مركز تحكم رئيسي.

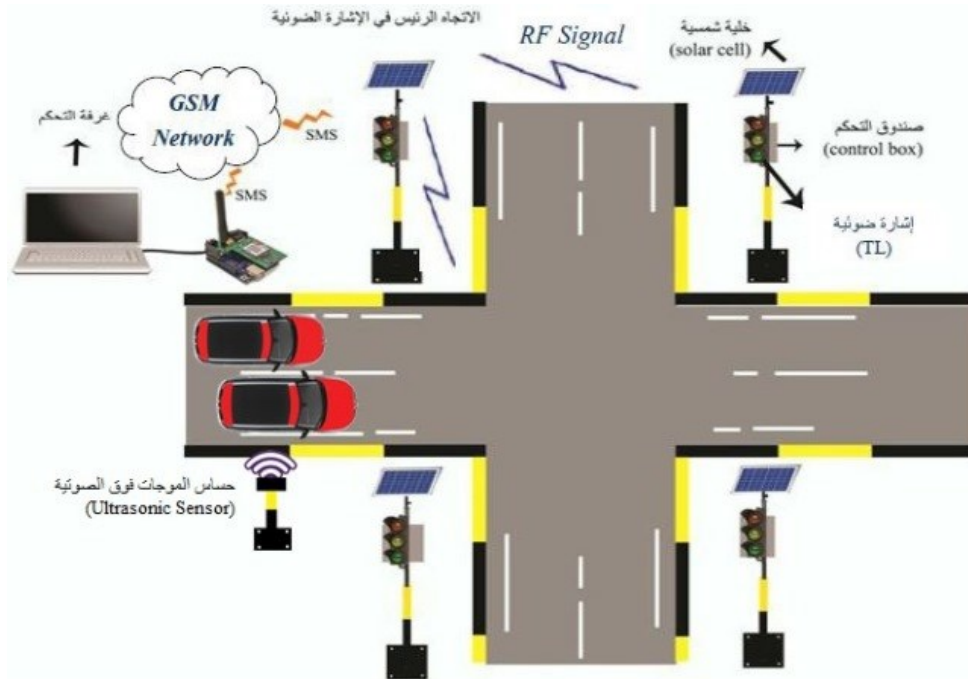
أهداف البحث

- جاء هذا البحث لتحقيق الأهداف التالية :
- التعرف على عمل الإشارات الضوئية.
- تطوير الإشارات الضوئية العاملة حالياً وذلك بتصميم إشارة ضوئية لاسلكية.
- ربط الإشارات الضوئية بغرفة تحكم رئيسة لاسلكياً.
- تصميم نمط (Protocol) عام (يوفر الاتصال بين اتجاهات الإشارة الضوئية، حساس ازدحام حركة المرور، وغرفة التحكم الرئيسية).
- إلغاء الاعتماد على الكهرباء العامة كمصدر لتزويد الإشارات الضوئية بالطاقة، وإحلال الطاقة الشمسية كطاقة بديلة لها.
- تقليل تكاليف تركيب الإشارات الضوئية.
- تطبيق الفكرة على أرض الواقع لإشارة ضوئية واحدة كنموذج يمكن تعميمه مستقبلاً.

الجانب العملي

في هذا الجزء تم تصميم إشارة ضوئية لاسلكية باستخدام بيئة التحكم (Arduino Uno V3) وجهازي الإرسال والاستقبال اللاسلكي (RF 315/433 MHz) كما تم تصميم منظومة غرفة التحكم باستخدام برنامج Microsoft Visual Basic 6.0 مع بيئة التحكم (Arduino Uno V3) ودرع الهاتف المحمول (GSM Shield) لمراقبة الإشارة الضوئية والتحكم بها لاسلكياً، كزيادة الوقت وتقليله والتحكم في الاتجاه المراد تشغيله عن طريق إرسال الأوامر إلى الإشارة الضوئية، بالإضافة إلى تقييم عمل الإشارة الضوئية .

ولتسهيل العمل بهذا المشروع تم تنفيذه على عدة مراحل للوصول إلى الصورة النهائية، بداية بتشغيل إشارة ضوئية بسيطة ثم اختبار بسيط لإرسال واستقبال البيانات، أتبع ذلك بتصميم إطار البيانات التي سيتم من خلالها مراقبة الإشارة الضوئية والتحكم بها، ثم بعد ذلك محاكاة المراقبة والتحكم في الإشارة الضوئية لاسلكياً، وصولاً إلى الصورة النهائية التي تمثل ربط جهاز التحكم بالإشارة الضوئية والمتمثل في لوحة التحكم الرئيسية بغرفة التحكم لاسلكياً بالاستفادة من خدمات شبكة الهاتف الخليوي (GSM) المقدمة من شركة المدار الجديد، وشكل (1) يحاكي إشارة ضوئية لاسلكية مزودة بحساس لتحسس حالات الازدحام ومرتبطة بغرفة تحكم رئيسة شكل (5) عن طريق شبكة الهاتف الخليوي. وبعد الانتهاء من هذه المرحلة تم الانتقال إلى مرحلة الترجمة الفعلية لما تم تصميمه ومحاكاته ليكون أنموذجاً ملموساً على أرض الواقع، بعد أن أجريت بعض التحسينات من أجل تحقيق أفضل النتائج بأقل تكاليف وتدارك ما قد يكون من نقص أو عيوب في الجانب التصميمي، إضافة إلى أنه في بعض الأحيان وإن كان الجانب التصميمي سليماً إلا أنه ثمة بعض المشاكل والعراقيل التي تظهر أثناء التنفيذ العملي والتي تكون غالباً ناتجة عن الأجهزة والأدوات المستخدمة يشاركها في ذلك ظروف البيئة التشغيلية ونسبة الخطأ البشري.

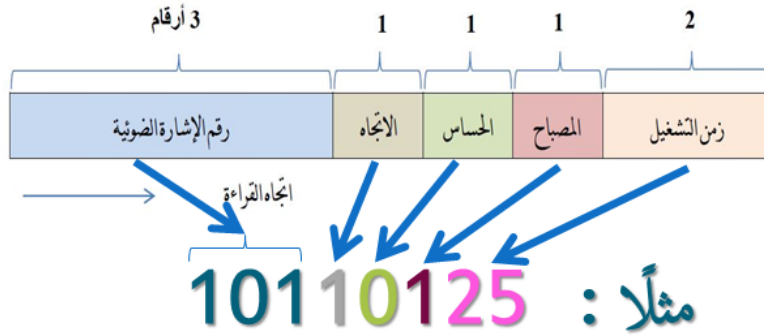


شكل (1) نموذج إشارة ضوئية لاسلكية مزودة بحساس لتحسس حالات الازدحام

إطار بيانات التحكم

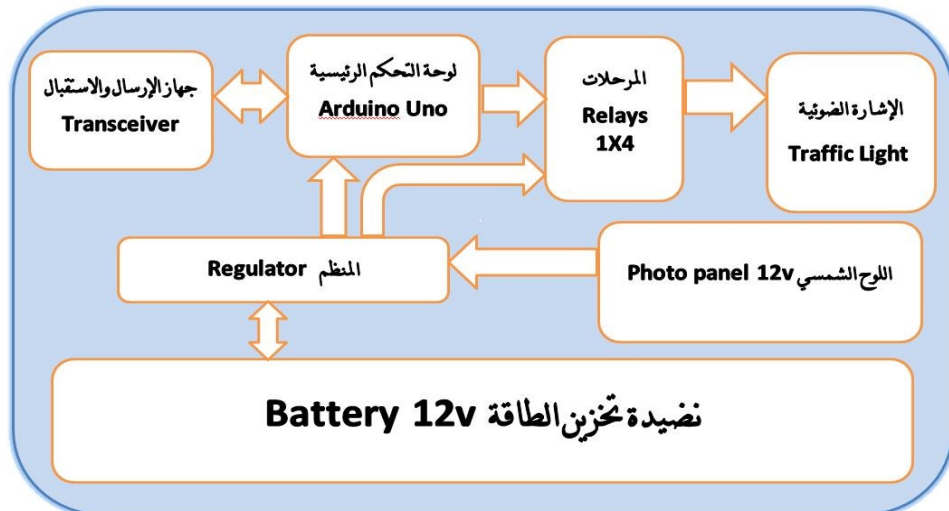
للتحكم في الإشارة الضوئية لابد من تصميم نمط (Protocol) معين للتخاطب بين الاتجاه الرئيس في الإشارة الضوئية والاتجاهات الفرعية التابعة له من جهة وحساس الموجات فوق الصوتية وغرفة التحكم الرئيسة من جهة أخرى، وكأحد أهم أسس هذا النمط تم تصميم إطار بيانات (Frame) بحيث يمكن استخدامه كلغة تخاطب عامة بين الاتجاه الرئيس والاتجاهات الفرعية في الإشارة الضوئية وحساس الموجات فوق الصوتية إضافة إلى تأمين التخاطب بين الاتجاه الرئيس وغرفة التحكم. وفيما يلي وصف لإطار بيانات التحكم الذي تم تصميمه والذي يُبينه شكل (2) :

1. رقم الإشارة الضوئية : يتكون هذا الحقل من ثلاثة أرقام بحيث يمكن من خلالها التحكم في (899) إشارةً ضوئيةً ، يبدأ ترقيمها من (101) وينتهي بالرقم (999) مع الأخذ في الاعتبار أن الرقم (100) يكون محجوراً لغرفة التحكم.
2. الاتجاه : يتكون هذا الحقل من رقم واحد يحدد الاتجاه (داخل الإشارة الضوئية) المستهدف بإرسال الرسالة، ويبدأ الترقيم فيه من (1) إلى (9) ويكون الرقم (0) محجوراً لغرفة التحكم.
3. الحساس : يتكون هذا الحقل من رقم واحد يحدد ما إذا كان الإطار مرسلًا من غرفة التحكم أم هو آت من أحد الحساسات الموجودة في كل اتجاه من اتجاهات الإشارة الضوئية؛ وتأخذ القيمة (0) إذا كان الإطار مرسلًا من غرفة التحكم والقيمة (1) إذا كان الإطار مرسلًا من أحد اتجاهات الإشارة الضوئية.
4. المصباح : يتكون هذا الحقل من رقم واحد يحدد المصباح المراد تشغيله، ويبدأ الترقيم فيه من (1) إلى (9) ويكون الرقم (0) محجوراً لغرفة التحكم. مثلاً : يكون الرقم (1) خاصاً بتشغيل اللون الأخضر، بينما يكون الرقم (2) خاصاً بتشغيل اللون الأحمر وهكذا.
5. زمن التشغيل : يتكون هذا الحقل من رقمين يحددان زمن تشغيل المصباح ويبدأ الترقيم فيه من (01) إلى (99) ويكون الرقم (00) محجوراً لغرفة التحكم.



شكل (2) إطار بيانات التحكم

ولعل الجدير بالذكر ملاحظة أن إطار البيانات السابق يتيح إمكانية تشغيل عدد كبير من الإشارات الضوئية، كما يمكن من خلاله إضافة عدد من المصابيح لأغراض معينة؛ كذلك الخاصة بمرور المشاة أو الدرجات وغيرها، أو حالة معينة كحالات الطوارئ مثل إفساح الطريق لمرور سيارات الإسعاف وسيارات الإطفاء والشرطة ونحوها.



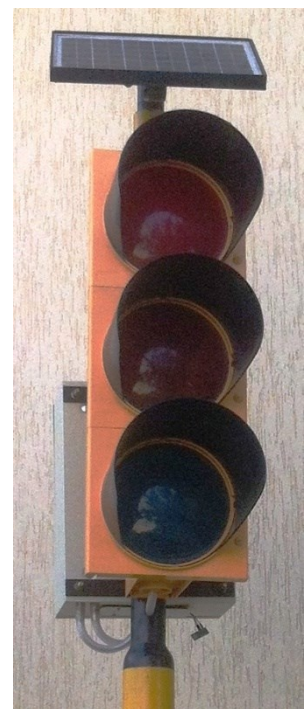
شكل (3) المخطط الصندوقي لدائرة التحكم

وبعد الانتهاء من عمليات التصميم والبرمجة للإشارة الضوئية تم تجميع مكونات دائرة التحكم في الإشارة الضوئية كما يبينها شكل (3)، والتي تتكون من كل من : لوحة التحكم الرئيسية (Arduino Uno)، والمرسل والمستقبل اللاسلكي (RF 315/433 MHz)، ومنظومة التغذية الكهربائية (مكونة من لوح شمسي لتشغيل الدائرة وبطارية تخزين الطاقة لتوفير إمداد التيار المستمر خلال فترة انعدام إمداد الطاقة من اللوح الشمسي أثناء الليل)، بالإضافة لعدد ثلاثة من المرحلات (Relays) لثُمَّنَّ لوحة التحكم من تشغيل مصابيح الإشارة حيث أن اللوحة لا يمكنها توفير سوى جهد خرج 5 فولت والذي لا يمكنه تشغيل المصباح الذي يحتاج إلى 12 فولت، إضافة إلى أنها توفر حماية للوحة التحكم من الجهود والتيارات المرتفعة.

كما تم استخدام نوع خاص من المصابيح تعرف ب (SMD LEDs) والتي تُؤمّن استهلاكاً ضئيلاً للطاقة (2 watt) من أجل تحسين كفاءة الدائرة في استهلاك الطاقة الكهربائية وتسهيل إحلال الطاقة الشمسية كبديل للكهرباء العامة كمصدر لتزويد الإشارة الضوئية بالطاقة اللازمة للتشغيل. والشكل (4) يوضح الشكل العام للإشارة الضوئية سالفة الذكر. في حين تم تصميم منظومة غرفة التحكم كما في الشكل (5) بحيث تتكون من جزأين: برنامج المراقبة والتحكم والكيان المادي المتمثل في لوحة أردوينو ودرع الهاتف المحمول موصولة بالكمبيوتر عن طريق وصلة USB.



شكل (5) نموذج لغرفة التحكم



شكل (4) الشكل العام للإشارة الضوئية

الاستنتاج

تم في هذا البحث تسليط الضوء على تصميم (تنفيذ) منظومة لاسلكية متكاملة للتحكم والمراقبة لإشارة ضوئية واحدة بحيث تتكون هذه المنظومة من شقين : أحدهما موجود في غرفة التحكم إضافة إلى نظيره الموجود في الاتجاه الرئيس وهو المسؤول عن تأمين مراقبة وتحكم لاسلكي عن طريق شبكة الهاتف الخليوي (المتصلة في شركة المدار الجديد)، والآخر يكمن في الاتجاه الرئيس للإشارة الضوئية والاتجاهات الفرعية التابعة له وهو الذي يُؤمّن الربط المتزامن بينها، كذلك تم إلغاء الاعتماد على الكهرباء العامة كمصدر لتزويد الإشارة بالطاقة اللازمة لعملية التشغيل مما يسهم في التخلص من المشاكل الناجمة عن انقطاع الكهرباء المتكرر علاوة على الاستغناء عن عمليات الحفر وإزالة الأرصفة والإسفلت لتمديد شبكة الأسلاك الكهربائية ومنظومة التحكم وإعادة ترميم ذلك كله.

وقد تم استنتاج ما يلي :

1. أهمية الإشارات الضوئية في تنظيم حركة المرور.
2. وجود منظومة التحكم يُتيح مراقبة عمل الإشارات الضوئية واكتشاف الأعطال فيها.
3. يمكن كشف حالات المخالفات المرورية عن طريق مراقبة الإشارات الضوئية.

4. وجود منظومة للتحكم عن بعد في الإشارات الضوئية يُسهم في التقليل من الازدحام المروري ويوفر كفاءة عالية في عمل الإشارات الضوئية.
5. التقليل من التكاليف المادية المترتبة عن الحاجة لأفراد ينظمون حركة السير في كل إشارة مرورية.
6. التقليل من التكاليف المادية الباهظة التي تُنفق في عمليات توريد وتركيب الإشارات الضوئية الحالية.
7. توفير الوقت والجهد اللازم لتركيب إشارة ضوئية جديدة والحفاظ على البنية التحتية من التلف الناتج عن عمليات الحفر ومد الكوابل والأسلاك اللازمة لعمل الإشارة الضوئية.
8. ربط كافة الإشارات الضوئية لاسلكياً مع غرفة تحكم رئيسية في أي مدينة ينتج عنه رفع مستوى الخدمات المرورية بالمدينة ويوفر حياة كريمة للمواطنين بعيداً عن حالات الازدحام والاختناقات المرورية.

الشكر

بسم الله والصلاة والسلام على رسول الله، أما بعد : عملاً بقول الله جل وعلا : { لئن شكرتم لأزيدنكم } [إبراهيم : الآية 7]، نشكر الله العظيم على ما منّ به علينا من واسع فضله، ونشكره سبحانه أن وفقنا لإتمام هذا البحث على هذه الصورة، وعملاً بقول النبي صلى الله عليه وسلم : (من لا يشكر الناس لا يشكر الله) [أخرجه الترمذي و أبو داود]، نتقدم بخالص الشكر وكبير الامتنان إلى المشرف على هذا البحث على ما قدمه من نصح وإرشاد وتوجيه ودعم مادي، كما نتقدم بالشكر الجزيل إلى شركة المدار الجديد وبالأخص مكتب البحث والتطوير على ما بذلوه من دعم لإتمام هذا العمل وإظهاره بالصورة المرجوة، وإن ننسى فلن ننسى أن نشكر كل من مد يد العون لنا أو ساندنا ولو بكلمة طيبة، فلهم الشكر والامتنان جميعاً، سائلين الله عز وجل أن يجعل ذلك في ميزان حسناتهم وأن يجزيهم عنا خيراً.

المراجع

- [1] الحويك.أحمد و الزطيف.جمعة - منظومة تحكم ومراقبة الإشارات الضوئية ، مشروع تخرج (خريف 2012) - كلية الهندسة - جامعة مصراتة. صفحة رقم (2).