مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (39) العدد (1) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (39) No. (1) 2017

التحكم بشدة إضاءة مصابيح الديودات المصدرة للضوء بتابعية شدة الإضاءة الخارجية باستخدام اللوحة الإلكترونية Arduino Uno

الدكتور كمال محمود عفيصه*
الدكتور حسن أحمد إسماعيل**
مقبل محمد الحاج***

(تاريخ الإيداع 22 / 11 / 2016. قُبِل للنشر في 29 / 1 /2017)

ملخّص

يهدف هذا البحث إلى التحكم بشدة إضاءة مصابيح الديودات المصدرة للضوء LED Lamps بتابعية شدة الإضاءة الخارجية باستخدام اللوحة الإلكترونية Arduino Uno. حيث تم التحكم بالتغذية التماثلية للجهد بواسطة تعديل عرض النبضة رقمياً PWM للمصابيح المصدرة للضوء، ودراسة خصائص المقاومة الضوئية LDR، وإيجاد العلاقة بين شدة الإضاءة والمقاومة الضوئية. كما تم تصميم مقياس شدة الإضاءة بالوحدة الدولية Lux، وبناء برنامج باستخدام ArduinoIDE من أجل برمجة المتحكم المكروي الموجود على اللوحة Arduino Uno للحفاظ على شدة الإضاءة المطلوبة. أخيرا تم اختبار كل الدارات المصممة بعد أن تم الانتهاء من تصميمها وجمع المعطيات data. تم إثبات أنه من الممكن الحفاظ على شدة الإضاءة المطلوبة، وكان متوسط الاستطاعة المصروفة مع الأخذ بعين الاعتبار الفقد الحراري للديودات المصدرة للضوء لمدة 12 ساعة من أجل قيمتين لشدة الإضاءة lux (200,300) بوجود الإضاءة الخارجية وارتفاعين1m و1.5m عن مصابيح LED. وُجد أنه عندما تزداد شدة الإضاءة الخارجية تتناقص شدة التيار المار عبر مصابيح الديودات المصدرة للضوء آلياً وبالتالي تنخفض الاستطاعة المستهلكة. يمكن بالتالي باستخدام هذه اللوحة ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية.

الكلمات المفتاحية: التحكم بشدة الإضاءة، الديودات المصدرة للضوء، اردوينو اونو، المقاومة الضوئيةLDR.

*أستاذ مساعد – قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.
**أستاذ– قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.
***طالب ماجستير في الإلكترونيات– قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (39) العدد (1) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (39) No. (1) 2017

LED lamps light intensity control dependent of outside light intensity using electronic board Arduino Uno.

Dr. Kamala Efesa[*]
Dr. Hasan Ismail[**]
Mukbel ALhaj[***]

(Received 22 / 11 / 2016. Accepted 29 / 1 /2017)

□ ABSTRACT □

The purpose of this research to control LED Lamps lightintensitydependent ofoutside light intensity using electronic board Arduino Uno. control LED lamps analog voltage achieved by pulse width modulation (PWM) digitally, studying LDR sensorspecification, designing light meter after founding the relationship between light dependent resistance and light intensity measured by Lux,constructing a program using Arduino IDE for microcontroller onArduino Uno that will maintain the desired light intensity selected. Testing finally all the circuits after it has been completed circuit design and data are collected. proving that it is possible to maintain the desired intensity of light and calculated the average power consumption taking into consideration heat loss of LED lamps for 12 hours for tow values of light intensities 200,300 lux with outside light intensity and heights 1m and 1.5 m.It found that when the outside light intensity increases thecurrent intensityis decreasing through LED lamps automatically and reduce power consumption. Thus, it can be concluded using this board that it conserves energy.

Keywords: light intensity control, LED Lamps, Arduino Uno, LDR.

[*] **Associate Professor, Physics Department, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria**
[**] **Postgraduate Student, theoretical Physics, Department of Physics, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria**

مقدمة:

لقد أصبحت أزمة الطاقة الكهربائية في السنوات الأخيرة إحدى المشاكل التي تواجهنا ، ويشكل استهلاك الطاقة الكهربائية في المنازل والأماكن العامة الجزء الأكبر من الاستهلاك للطاقة وعلى وجه الخصوص الطاقة الكهربائية المصروفة باستخدام المصابيح الضوئية.

يمكن التحكم بالإضاءة بواسطة مفتاح (ON,OFF) يتم وصله مباشرة إلى مأخذ للجهد 220V،ويعد تشغيل الإنارة في مكان خال من تواجد الأشخاص أو في حال كانت شدة الضوء الواردة من الخارج كافية من الأسباب التي تؤدي إلى هدر الكثير من الطاقة وبالتالي زيادة استهلاك الطاقة الكهربائية والكلفة المستخدمة.

مما دعا الباحثين إلى الاهتمام بعملية ترشيد طاقة الإضاءة والتحكم بها وابتكار عدة طرق للتحكم بهذه العملية، والبحث عن أدوات سهلة لتحقيق غاياتهم كالحاسوب الشخصي (PC) عبر جهاز اتصال [4-1]، وباستخدام حساس الأشعة تحت الحمراء IR وحساس الإضاءة والمعالج المكروي microprocessor ووحدة التردد الراديوي [5]، ونظام إضاءة يمكن التحكم فيه الكترونيا [6]، أو تحكم بمفتاح آلي للإضاءة يوفر الطاقة ومزايا الأمان مصمم لتقليل الكلفة وزيادة عمر المصباح [7]، والحساسات والمعالج للتحكم من اجل الكشف عن تواجد أشخاص في القاعة [8]، إضافة إلى جهاز حساس الإضاءة الأكثر شيوعا [9]، ودارة إضاءة آلية للشوارع باستخدام المضخم العملياتي 741 [10]، ونموذج محاكاة لدارة تعتيم الإضاءة بالاعتماد على المنطق الضبابي fuzzy logic من أجل توفير طاقة الإضاءة واستخدام المنطق الضبابي والمتحكمات الصغرية والحساسات في دارات التحكم بالإضاءة[13-11].

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث الى التحكم بشدة إضاءة مصابيح الديودات المصدرة للضوء بتابعية شدة الإضاءة الخارجية باستخدام اللوحة الإلكترونية Arduino Uno عن طريق التحكم بجهد تغذية الديودات المصدرة للضوء، وقياس شدة الإضاءة بعد معايرة المقاومة الضوئية LDR المستخدمة واستنتاج العلاقة بين المقاومة الضوئية وشدة الإضاءة باللوكس Lux.

إضافة إلى الحفاظ على شدة الإضاءة المطلوبة من أجل شدة إضاءة 200,300 lux بالنسبة للإضاءة الخارجية وارتفاعين 1m و 1.5m. لإثبات كفاءة الدارة المصممة تم حساب نسبة التوفير للطاقة المصروفة لمدة 12 ساعة.

يعد إجراء مثل هذه البحوث هاماً في ظل أزمة الكهرباء التي يعاني منها العديد من الدول وخاصة بلداننا العربية، وكذلك من أجل ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية وعدم الهدر فيها ، وهذا يساهم في توفير الطاقة بشكل جيد وانخفاض كلفتها.

تمت الدراسة والبحث في مخبر ماجستير الإلكترونيات في قسم الفيزياء – كلية العلوم– جامعة تشرين.

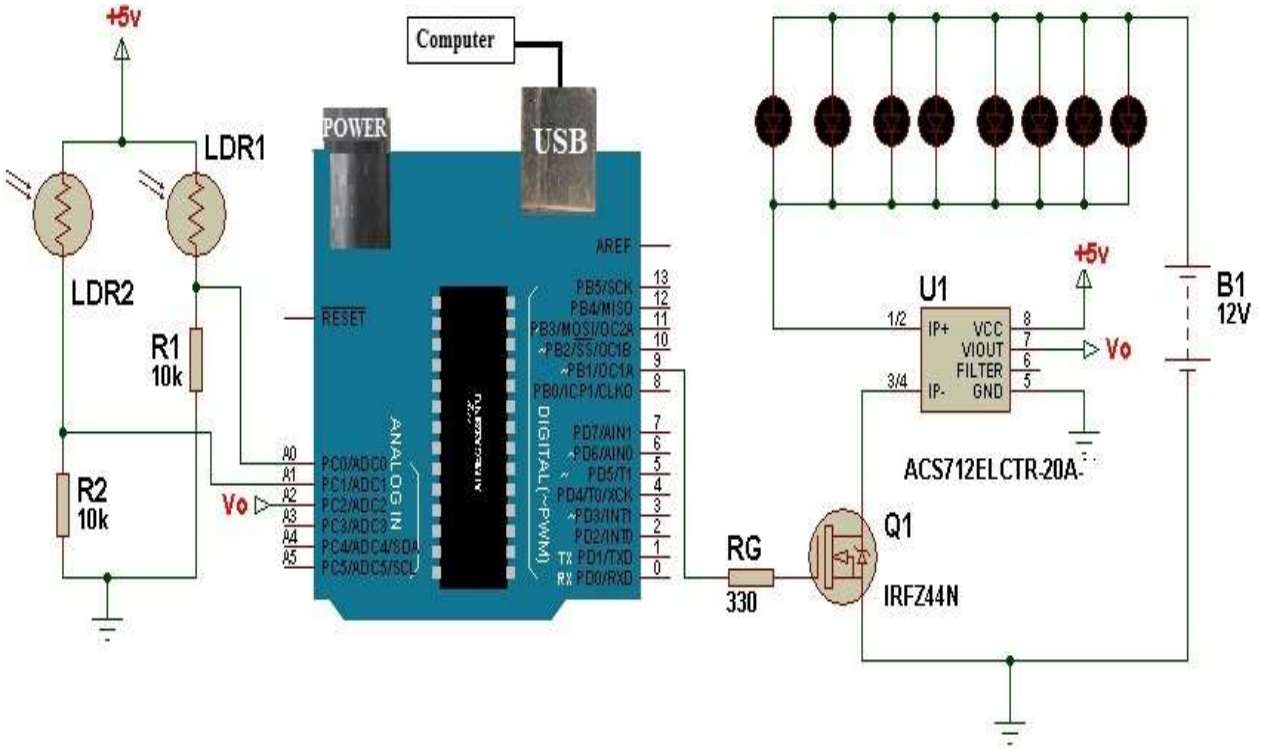
منهجية البحث:

يمكن اعتبار دراسة تصميم دارات التحكم هاماً في الالكترونيات. لقد أصبحت دارات التحكم تقنيات منتشرة في التقنية الحديثة من الاجهزة البسيطة حتى المعقدة. تعد دارات التحكم جزءاً من حياتنا اليومية التي أصبحت عند الكثير من الناس جزءاً ضرورياً في حياتهم اليومية. فكان هذا عاملا محفزا للكثير من العلماء والباحثين من اجل تطوير الأجهزة والدارات لتمكنهم من التحكم بشدة الإضاءة لترشيد استهلاك الطاقة بكميات مناسبة وفي وقت الحاجة إليها وخفض التكلفة. إضافة إلى تشغيل الإضاءة عند وجود الأشخاص، وضبط شدة الإضاءة إلى المستوى المطلوب تبعا لشدة الضوء الوارد من النوافذ والأبواب.

تم في بحثنا استخدام اللوحة الالكترونية Arduino Uno ومقاومتين ضوئيتين بنفس الخصائص. توضع الأولى على ارتفاع محدد عن مصابيح الديودات المصدرة للضوء، وتُوضع الثانية في الخارج من أجل قياس شدة الإضاءة الخارجية. تعمل دارة التحكم على قيادة مصابيح الديودات المصدرة للضوء بوصل نقطة التوصيل pin رقم 9 في لوحةArduino Uno التي تمثل مخرج تعديل عرض النبضة الموصولة إلى بوابة الترانزستور IRFZ44N نوع MOSFET ذي الاستطاعة العالية وتردد العمل العالي.

العناصر المكونة للدارة المستخدمة في البحث:

لإجراء هذا البحث قمنا بتصميم وتنفيذ الدارة الإلكترونية كما في الشكل (1) للتحكم بشدة إضاءة مصابيح الديودات الضوئية وفقاً لشدة الإضاءة الخارجية وارتفاع المصابيح عن المقاومة الضوئية LDR. تتألف هذه الدارة من اللوحة الإلكترونية Arduino Uno، ومقاومتين ضوئيتين، والترانزستور IRFZ44N من نوع MOSFET، والدارة ICالحساس التيار Current Sensor ACS712-20A،وعشرة أشرطة (مساطر) من مصابيح الديودات المصدرة للضوء طول كل منها متر واحد ويحوي المتر الواحد على 72 ديوداً مصدراً للضوء.



الشكل(1): دارة التحكم بشدة إضاءة مصابيح الديودات الضوئية وفقاً لشدة الإضاءة الخارجية باستخدام اللوحة Arduino Uno .

اللوحة الإلكترونية Arduino Uno:

دارة إلكترونية تتألف من المتحكم المكروي ATmega328 و 14 مدخل /مخرج. يستخدم ستة منها في التعديل الرقمي لعرض النبضة، وستة مداخل تماثلية يمكن استخدامها كمحول من تماثلي إلىرقمي ADC، وهزاز كريستال 16 MHz، ومدخلUSB للاتصال مع الحاسوب، ويمكن تغذيتها بالجهد عن طريق هذا المدخل أوعن طريق مصدر طاقة خارجي كما في الشكل (1).[14]

الدارة المتكاملة لحساس التيارACS712ELCTR-20A-T:

يعتمد حساس التيار على مبدأ مفعول هول.ويبين الشكل(1) نقاط توصيل الدارة ICلحساس التيار الذي بإمكانه قياس تيار أعظمي 20A، ويتميز بمجال واسع من التيارات التي يمكننا قياسها بواسطته وإشارة تماثلية في مخرجه ذات ضجيج منخفض وزمن استجابة 5µS لكل خطوة تيار مدخل، ويعمل بجهد تغذية 5V ويتناسب جهد المخرج مع شدة التيار المقاس.[15]

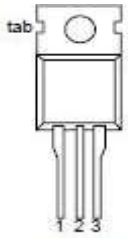
المقاومات الضوئيةPhotoresistors:

هي حساسات LDR تتناقص مقاومتها بزيادة تعرضها لشدة الضوء الوارد عليها، وتكون قيمة المقاومة الضوئية عالية جدا(من مرتبة 1MΩ) في الظلام ، ولكنها تنخفض كثيرا عند تعرضها للإضاءة ، وربما تنخفض قيمتها إلى بضع مئات من الأومات ويتعلق ذلك بشدة الإضاءة. تستخدم المقاومات الضوئية في دارات المفاتيح التي تفعل في الظلمة وفي دارات الكواشف الحساسة للضوء.

تصنع المقاومات الضوئية من مواد نصف ناقلة مثل "كبريت الكادميوم Cadumium-Sulfide. عند وضع المقاومة الضوئية في الظلام فإن الإلكترونات لا تتحرك في البنية البلورية للمادة لأنها تكون شديدة الارتباط بذرات البلورات، ولكن عند ورود الضوء عليها فإن الفوتونات تصطدم مع الإلكترونات المرتبطة بالذرات وتحرر الإلكترونات من روابطها وتتولد مكان الإلكترونات المحررة ثقوب holes. تشارك الإلكترونات الحرة في مرور التيار عبر المقاومة التي تصبح قيمتها عندئذ منخفضة.[16]

ترانزستور الاستطاعة IRFZ44N:

يبين الشكل (2) نقاط توصيل هذا الترانزستور



الشكل(2): نقاط توصيل الترانزستور.

نقطة التوصيل 1:البوابةgate، نقطة التوصيل 2: المصرف drain،نقطة التوصيل 3:المنبع source.

هذا الترانزستور من نوع MOSFETذو قناة N من النوع المعزز N-channel enhancement mode يتحمل تيار تصريف 49A والجهد بين المصرف والمنبع VDS = 55V.

مصابيح الديودات المصدرة للضوءLight Emitting Diode (LED) lamps:

هي تكنولوجيا متطورة تستخدم في الإضاءة وتمتاز بكفاءة عالية وانخفاض استهلاك الطاقة وإمكانية التعتيم والعمر الطويل وذات سطوع جيد.

النتائج والمناقشة:

نبين فيما يلي آلية ومراحل العمل في هذا البحث:

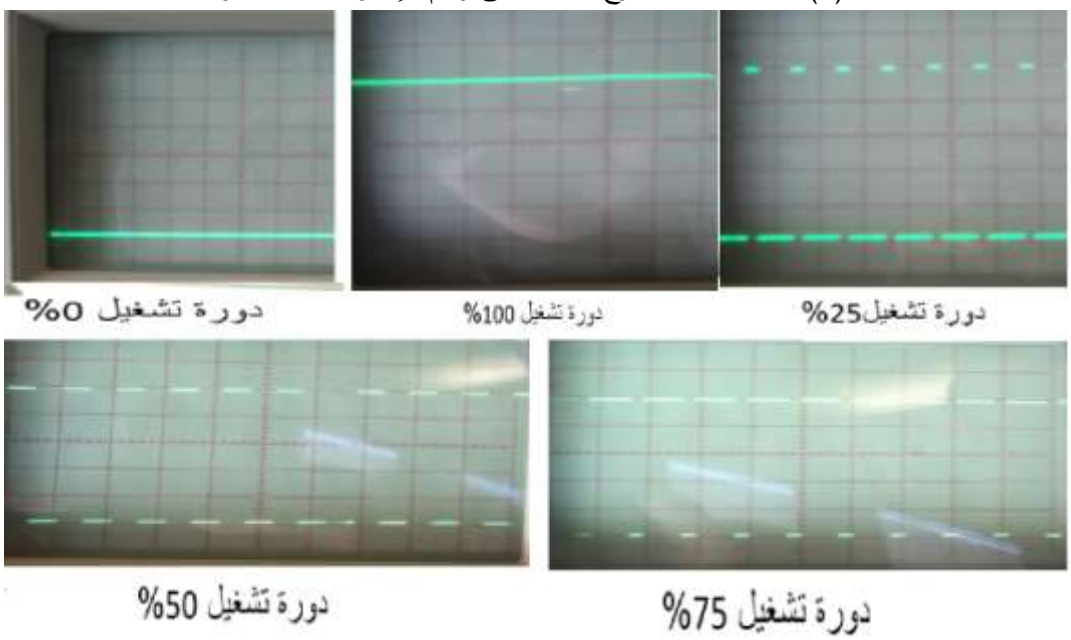
المرحلة الأولى: التحكم بشدة إضاءة مصابيحLED تبعاً لتغذية مدخلها تماثلياً:

Construction a LED lamp control circuit with analog input

تمبرمجةدارة التحكم المبينة في الشكل (1) بإضاءة مصابيح الديودات المصدرة للضوء وذلك بتعديل عرض النبضة PWM بقيمة تتراوح 255−0، حيث تعتبر نقطة التوصيل رقم 9 مخرج لتعديل عرض النبضة ذات تردد أوسطي 500HZ لذلك يكون دور قطار النبضات على هذا المخرج T≅2msec، تستخدم التعليمة البرمجية analogWrite في برنامج Arduino IDE لضبط دورة التشغيل قطار نبضات PWM بعد أن يتم التعريف عن نقطة التوصيل رقم 9 كمخرج بواسطة التعليمة pinMode وبما أن المسجل الخاص لتعديل عرض النبضة bit −8 فإن قيم PWM≤ 2550≤ ، ويتم التعبير عن تعديل عرض النبضة بدورة التشغيل duty cycle بالنسبة المئوية التي تمثل نسبة زمن بقاء النبضة في الحالة المرتفعة high فدورة عمل منخفضة تمثل استطاعة منخفضة، و 100٪ تمثل تشغيلاً كاملاً وتعطى بالعلاقة 1:

$$D = \frac{T_{ON}}{T_{OFF}+T_{ON}} = \frac{T_{ON}}{T} \quad (1)$$

بين الشكل (3) شكل نبضات مخرج PWMعلى راسم الإشارة الموافقة لدورات تشغيل مختلفة.



الشكل (3) شكل نبضات مخرج PWM

تستخدم هذه النبضات في التحكم في زمن الفصل T_{OFF} وزمن الوصل T_{ON} لترانزستور الاستطاعة IRFZ44N الذي يستخدم كمفتاح إلكتروني في هذه الحالة وعن طريقه يتم التحكم بقيمة الجهد المطلوبة للجهد الفعال على الحمولة (مصابيح الليدات) .

عند توصيل المفتاح لفترة زمنية T_{ON} فإن جهد المنبع $V_S = 12V$ يطبق على الحمل، وعند فصل المفتاح الإلكتروني يصبح جهد الحمل مساويا للصفر ويمكن حساب متوسط الجهدبالعلاقة 2 :

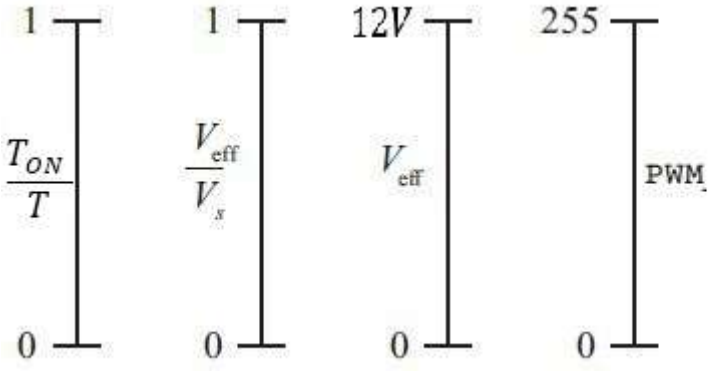
$$V_{eff} = \frac{1}{T}\int_0^{T_{ON}} V_s dt = \frac{T_{ON}}{T} V_s \qquad (2)$$

حيث V_{eff} الجهد بين طرفي مصابيح الديودات ،والنسبة $\frac{T_{ON}}{T}$ دورة التشغيل ،نجد من العلاقة 1 يمكن التحكم في الجهد بواسطة دورة التشغيل لقطارنبضات مخرج PWM.

بما أن جهد المنبع $V_S = 12V$ فمن أجل قيم PWM$\leq 2550 \leq$ يطبق جهد على الحمولة

$$V_{eff} \leq 12V 0V \leq 12V$$

يبين الشكل (4) المتحولات المتعلقة بـ PWM



الشكل (4): المتحولات المتعلقة بـ PWM

وبما أن الكميات في الشكل (3) ترتبط مع بعضها وأكبر قيمة لعرض النبضة المعدل رقمياً 255:

$$\text{PWM} = 255 * \frac{T_{ON}}{T} = 255 * \frac{V_{eff}}{V_S}$$

بما أن جهد المنبع $V_S = 12V$ يكون:

$$\text{PWM} = \frac{255}{12} * V_{eff} \qquad (3)$$

لقياس التيار المار في مصابيح الديودات الضوئية تم استخدام الدارة المتكاملة ACS712ELCTR−20A ، أما الاستطاعة فتم حسابها بعد الأخذ بعين الاعتبار عامل الاستطاعة للديودات الضوئية 0.8 حسب الشركة المصنعة وفق العلاقة :

$$P = 0.8 * V * I. \qquad (4)$$

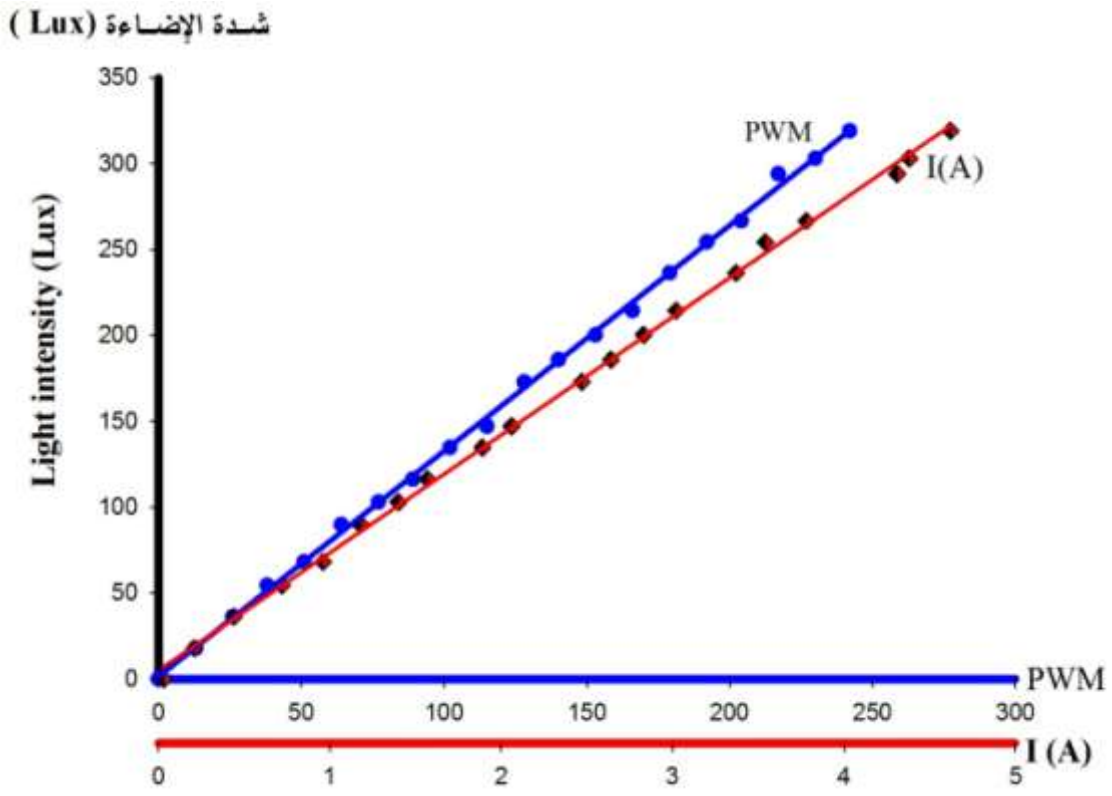
حيث V الجهد بين طرفي الديودات الضوئية ، I التيار المار عبر الديودات الضوئية.

ويبين الجدول (1) تغير كلاً من شدة إضاءة مصابيحLEDوالاستطاعة بتابعية عرض النبضة المعدل رقمياً.

الجدول (1): تغير كلاً من شدة إضاءة مصابيح LEDـوالاستطاعة بتابعية عرض النبضة المعدلة رقمياً.

PWM	دورة التشغيل %	شدة الإضاءة Lux	V(V)	I(A)	P(W)
0	0	0	0	0.00	0
13	5	17.89	0.6	0.21	0.1
26	10	36.16	1.2	0.44	0.42
38	14	54.46	1.68	0.72	0.27
51	20	68.03	2.4	0.96	1.73
64	25	89.79	3	1.18	2.83
77	30	102.91	3.66	1.4	4.05
89	34	116.21	4.08	1.57	5.12
102	40	134.74	4.8	1.89	7.27
115	45	147.15	5.4	2.06	8.88
128	50	172.92	6	2.47	11.85
140	54	185.91	6.48	2.64	13.66
153	60	200.31	7.2	2.83	16.32
166	65	214.47	7.8	3.02	18.83
179	70	236.41	8.4	3.37	22.65
192	74	254.45	8.88	3.54	25.11
204	80	266.77	9.6	3.78	29
230	90	294.17	10.8	4.31	37.27
242	95	303.2	11.28	4.38	39.5
255	100	319.19	12	4.62	44.39

يبين الشكل (5) تغير شدة الإضاءة بتابعية عرض النبضة المعدُّل رقمياً، وتغيرها بتابعية شدة التيار المار في مصابيح الديودات الضوئية.



الشكل (5): تغير شدة الإضاءة بتابعية عرض النبضة المعدل رقمياً وبتابعية شدة التيار المار في مصابيح الديودات الضوئية.

نجد من الجدول (1)، ومن الشكل (5) أن شدة الإضاءة تزداد عند زيادة عرض النبضة المعدل رقمياً بسبب زيادة شدة التيار المار في مصابيح الديودات المصدرة للضوء. فعندما تكون PWM=0 تصبح مصابيح الديودات المصدرة للضوء في حالة إطفاء ولا يمر تيار في مصابيح الديودات المصدرة للضوء، ويزداد التيار بزيادة PWM وتزداد شدة إضاءة مصابيح الديودات المصدرة للضوء إلى أن نصل من أجل قيمة عظمى لـ PWMعندها يمر تيار أعظمي في مصابيح الديودات المصدرة للضوء، حيث إن شدة إضاءة عظمى Lux 319.19 توافق تياراً أعظمياً 4.62Aمما يثبت فعالية وكفاءة الدارة من أجل التحكم بشدة إضاءة مصابيح الديودات المصدرة للضوء بالشكل المطلوب.

المرحلة الثانية: معايرة المقاومة الضوئية.

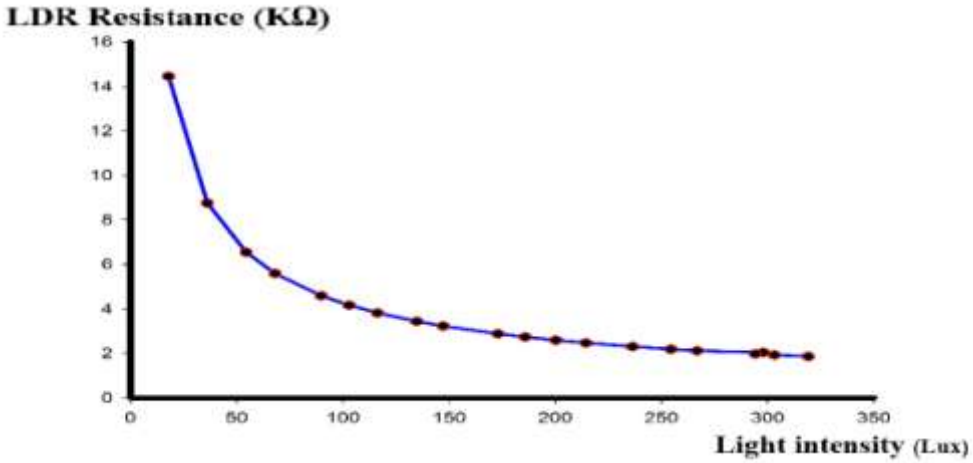
تمت المعايرة في حالة الظلام عن طريق ضبط الاستطاعة المقدمة إلى مصباح LED باستخدام المتحكم المكروي الموجود في اللوحة الإلكترونية Arduino Uno ووضعنا مقياس شدة إضاءة Lux بجانب LDR لضمان نفس المستويات من ورود الإضاءة على مسافة واحدة من مصابيح الديودات المصدرة للضوء . حيث تتغير الاستطاعة المقدمة إلى مصباح LED من 100%-0. وسجلنا قيمة التحويل ADC الرقمية للمتحكم من أجل كل عرض للنبضة المعدّل.

يبين الجدول (2) تغير جهد المدخل ومقدار التحويل بتابعية شدة الإضاءة.

الجدول (2): تغيركلاً من جهد المدخل للمحول ADC وقيمة التحويل بتابعية شدة الإضاءة.

PWM	دورة التشغيل%	شدة الإضاءة (lux)	V_{in} (V)	R_{LDR} (KΩ)	قيمة التحويل	V(V)	I(A)	P(W)
13	5	17.89	2.01	14.46	419	0.6	0.21	0.1
26	10	36.16	2.62	8.76	546	1.2	0.44	0.42
38	14	54.46	2.97	6.55	619	1.68	0.72	0.27
51	20	68.03	3.15	5.59	657	2.4	0.96	1.73
64	25	89.79	3.37	4.59	702	3	1.18	2.83
77	30	102.91	3.47	4.16	723	3.66	1.4	4.05
89	34	116.21	3.55	3.82	741	4.08	1.57	5.12
102	40	134.74	3.65	3.44	762	4.8	1.89	7.27
115	45	147.15	3.71	3.23	774	5.4	2.06	8.88
128	50	172.92	3.81	2.88	795	6	2.47	11.85
140	54	185.91	3.86	2.73	804	6.48	2.64	13.66
153	60	200.31	3.90	2.59	813	7.2	2.83	16.32
166	65	214.47	3.94	2.47	821	7.8	3.02	18.83
179	70	236.41	3.99	2.30	832	8.4	3.37	22.65
192	74	254.45	4.03	2.19	840	8.88	3.54	25.11
204	80	266.77	4.05	2.11	845	9.6	3.78	29
217	85	297.97	4.08	2.04	850	10.2	4.03	32.92
230	90	294.17	4.10	1.97	855	10.8	4.31	37.27
242	95	303.2	4.11	1.93	858	11.28	4.38	39.5
255	100	319.19	4.14	1.86	863	12	4.62	44.39

يبين الشكل(6) تغيرالمقاومة الضوئية بتابعية شدة الإضاءة .

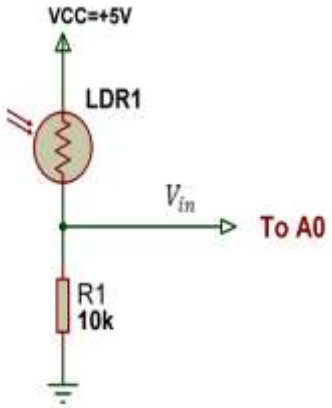


الشكل (6) تغير المقاومة الضوئية بتابعية شدة الإضاءة.

من الشكل (6) نجد أن العلاقة بين المقاومة الضوئية LDR وشدة الإضاءةLux تعطى بالعلاقة:

$$\text{Light intensity (Lux)} = (1.19 \times 10^{7}) \times R^{-1.396} \quad (5)$$

حيث تقدر Rبـ (Ω). عند وصل المقاومة الضوئية LDR مع مقاومة $10K\Omega$ على التسلسل كما في الشكل (7).

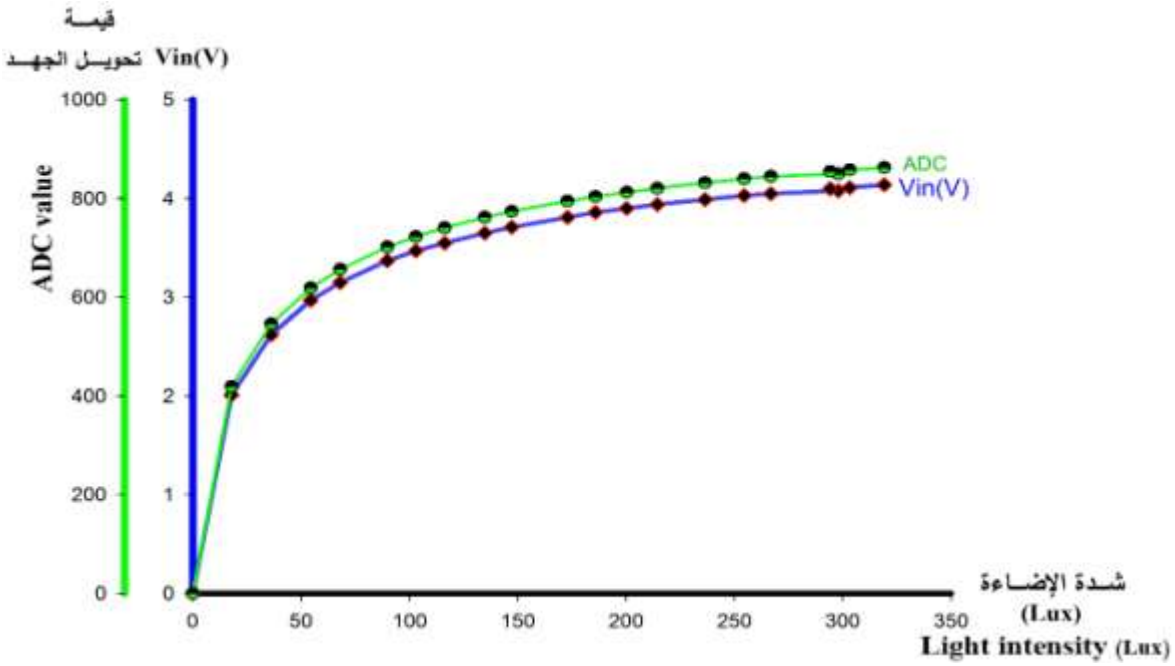


الشكل (7): مقسم الكمون لدارة المقاومة الضوئية .

يعطى الجهد على المدخل A0للوحة الإلكترونيةArduino Uno بالعلاقة التالية:

$$V_{in} = \frac{Vcc * R_1}{R_{LDR} + R_1} \quad (6)$$

بما أن التحويل من التماثلي إلى الرقمي للـ Arduino بـ10-bit أي $2^{10} = 1024$ فإن القيمة التي سيعطيها المحول ستكون 0–1023 من أجل مجال جهد دخل المحول 0–5V.يوضح الشكل (8) تغير كلاً من قيمة تحويل الجهدADC وجهد الدخل التماثليV_{in} للمحول بتابعية شدة الإضاءة.



الشكل (8): تغيركلاً من قيمةتحويل الجهد من التماثلي إلى الرقمي وجهد الدخل التماثلي للمحول بتابعية شدة الإضاءة.

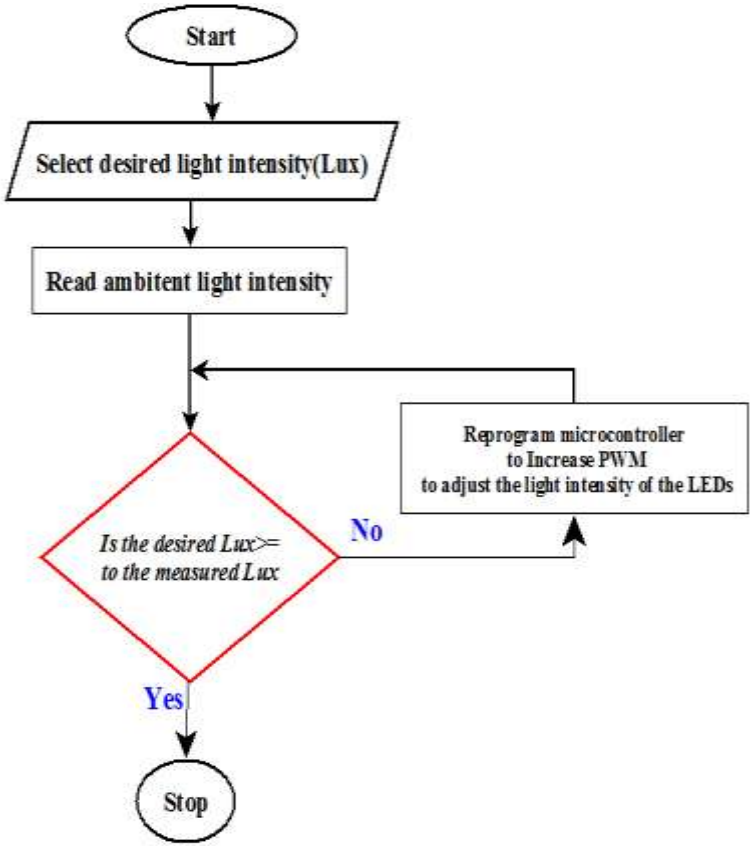
ينتج من الشكل (8) أن قيمة التحويل الرقمية للمحول من التماثلي إلى الرقمي تماثل بشكل تقريبي الجهد V_{in} الناتج من مقسم كمون LDR الذي يتناسب مع شدة الإضاءة ويزداد بزيادة شدتها وبالتالي تمكنا من الحصول على شدة الإضاءة بـLux بشكل دقيق.

المرحلة الثالثة: تحقيق شدة الإضاءة الداخلية المطلوبة بتابعية شدة الإضاءة الخارجية وبعد المقاومة الضوئية عن مصابيح الديودات المصدرة للضوء وحساب الاستطاعة المصروفة.

لقد أستخدمنا مقاومتين ضوئيتين متماثلتين، توضع الأولى LDR1على بعد محدد عن مصابيح الديودات المصدرة للضوء، وتُوضع الثانية LDR2 في الخارج من أجل قياس شدة الإضاءة الخارجية.

تعمل دارة التحكم على قيادة الجزء الكهربائي لمصابيح الديودات بوصل نقطة التوصيل 9 في لوحة Arduino Unoالتي تمثل مخرج عرض النبضة المعدلة الموصولة إلى بوابة الترانزستور IRFZ44N نوع MOSFET ذي الاستطاعة العالية وتردد العمل العالي.

يمثل الشكل (9) خوارزمية Algorithm عمل البرنامج الذي قمنا بكتابة ترميزه البرمجي على بيئة برنامج ArduinoIDE للوحة المتحكم Arduinoمن أجل الحفاظ على شدة الإضاءة المطلوبة.



الشكل (9) خوارزمية عمل برنامج التحكم بشدة إضاءة مصابيح LED بتابعية شدة الإضاءة الخارجية عند شدة الإضاءة المطلوبة .

لنحسب متوسط الاستطاعة المصروفة بواسطة مصابيح الديودات المصدرة للضوء بتابعية الإضاءة الخارجية لمدة 12 ساعة من أجل بعدين مختلفين لمصابيح الديودات عن المقاومة الضوئية 1 من أجل قيمتين لشدة الإضاءة الداخليةLux (200,300) .

استطاعة مصابيح الديودات الضوئية بتابعية شدة الإضاءة الخارجية من أجل شدة إضاءة مطلوبةLux 300:

يبين الجدولان(3،4) القيم التجريبية التي حصلنا عليها لتغيرات الاستطاعة وشدة الإضاءة الخارجية بتابعية ساعات النهار عندما يكون بعد مصابيح LED عن المقاومة الضوئية 1m و1.5m.

الجدول (3): استطاعة مصابيح الديودات الضوئية بتابعية شدة الإضاءة الخارجية من أجل شدة إضاءة مطلوبة Lux 300عند ارتفاع 1m.

التوقيت (الساعة) Time	شدة الإضاءة الخارجية Lux	شدة الإضاءة الداخلية Lux	PWM	دورة التشغيل %	V (V)	I (A)	P(W)
8	2579.34	297.13	167	65	7.86	3.76	23.64
9	3626.44	303.20	131	51	6.16	3.11	15.34
10	4000.36	297.15	158	62	7.44	2.66	15.82
11	4796.30	300.14	162	64	7.62	2.22	13.53

12	7160	301.07	87	34	4.09	1.50	4.91
13	8291.25	310.24	12	5	0.56	0.45	0.20
14	9240	399.17	0	0	0.00	0.00	0.00
15	9454	425.22	0	0	0.00	0.00	0.00
16	8860	320.33	0	0	0.00	0.00	0.00
17	4680.40	302.12	94	37	4.42	1.58	5.59
18	2160	299.10	198	78	9.32	4.82	35.93
19	411.00	300.56	255	100	12.00	5.26	50.49

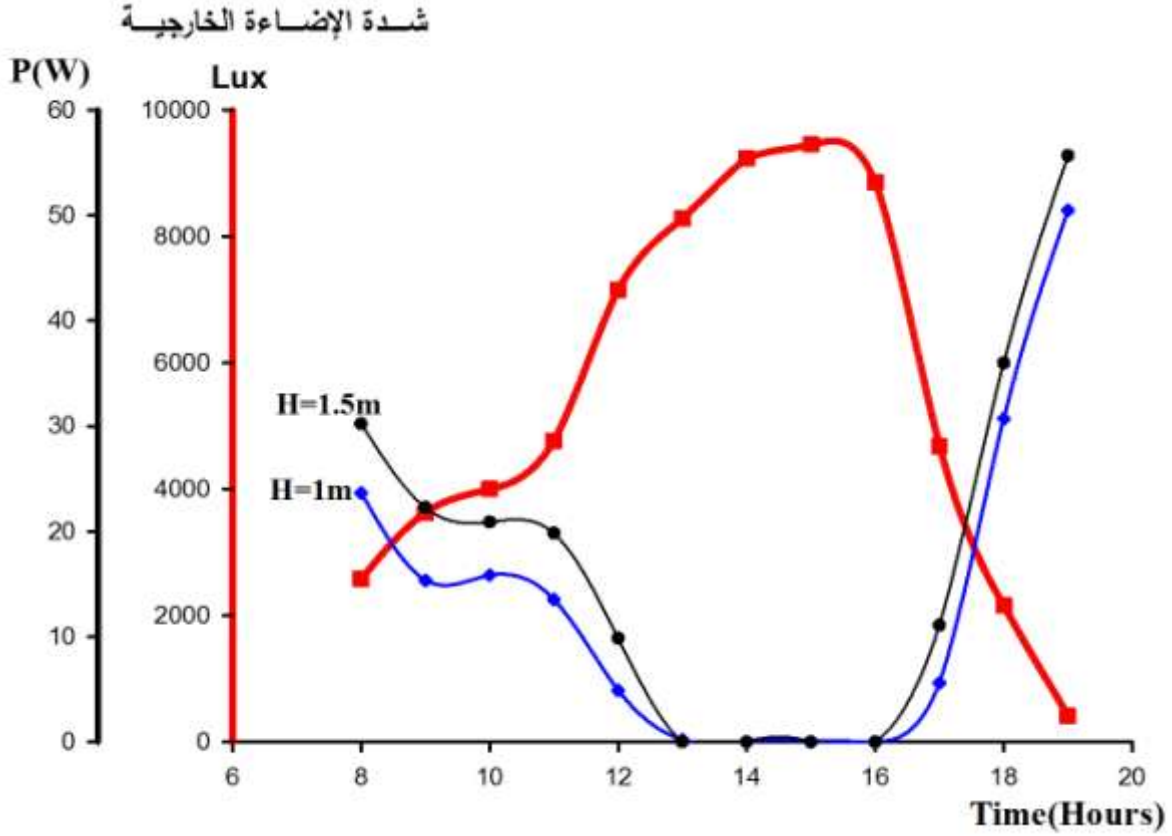
الجدول (4): استطاعة مصابيح الديودات الضوئية بتابعية شدة الإضاءة الخارجية من أجل شدة إضاءة مطلوبة Lux 300عند ارتفاع 1.5m.

التوقيت (الساعة) Time	شدة الإضاءة الخارجية Lux	شدة الإضاءة الداخلية Lux	PWM	دورة التشغيل %	V (V)	I (A)	P (W)
8	2579.34	298	170	67	8.00	4.72	30.21
9	3626.44	303.2	142	55.69	6.68	4.16	22.24
10	4000.36	298.5	154	60.39	7.25	3.6	20.87
11	4796.30	303.14	164	64.31	7.72	3.21	19.82
12	7160	302.22	90	35	4.24	2.9	9.83
13	8291.25	329.39	0	0	0.00	0	0.00
14	9240	330.99	0	0	0.00	0	0.00
15	9454	303.2	0	0	0.00	0	0.00
16	8860	300.56	0	0	0.00	0	0.00
17	4680.40	298.99	98	38	4.61	3	11.07
18	2160	303.2	200	78	9.41	4.77	35.98
19	411.00	300.56	255	100	12.00	5.80	55.68

نجد من الجدول (3) أن الطاقة الكهربائية المصروفة المتحولة إلى ضوئية عند التشغيل باستخدام المتحكم المكروي للـ Arduino لمدة 12 ساعة في النهار0.165KW.h، وأن الطاقة المصروفة عند التشغيل اليدوي (أي بدون تحكم) لمصابيح LED لمدة 12 ساعة 0.605 KW.h وبالتالي فإن التوفير في الطاقة 0.440KW.h وبنسبة مئوية 72.72%.

نجد من الجدول (4) أن الطاقة الكهربائية المصروفة عند التشغيل باستخدام المتحكم المكروي للـ Arduino لمدة 12 ساعة في النهار0.205KW.h، وأن الطاقة المصروفة عند التشغيل اليدوي لمصابيح LEDلمدة 12 ساعة0.668KW.h وبالتالي فإن التوفير في الطاقة0.463KW.h وبنسبة مئوية تقدر 69.31% .

يبين الشكل (10) تغير كلاً من الاستطاعة المصروفة وشدة الإضاءة الخارجية من أجل شدة إضاءة مطلوبة 300 Lux عند الارتفاعين 1m،1.5m بتابعية ساعات النهار.



الشكل (10): تغير كلاً من الاستطاعة المصروفة وشدة الإضاءة الخارجية من أجل شدة إضاءة مطلوبة 300 Lux عند الارتفاعين 1m، 1.5m بتابعية ساعات النهار.

يبين الشكل(8) أن الاستطاعة المصروفة في مصابيح LED من أجل تحقيق إضاءة مطلوبة 300 Lux تنخفض عندما تزداد شدة الإضاءة الخارجية،وعندما تكون شدة الإضاءة الخارجية كافية من أجل شدة إضاءة داخلية أكبر أو تساوي 300 Lux لا يمر تيار عبر مصابيح LED ولا تصرف مصابيح LED استطاعة.كما نجد من الشكل (8) أن الاستطاعة المصروفة بتابعية شدة الإضاءة الواردة من الخارج عندما يكون الارتفاع 1.5 m أكبر من الاستطاعة المصروفة عندما يكون الارتفاع 1mلأننا تمكننا من ضبط شدة التيار المار في مصابيح LED الذي يزداد عندما يزداد بعد المصباح وبالتالي تزداد الاستطاعة أي أن بإمكان الدارة الحفاظ على شدة الإضاءة المطلوبة 300 Lux.

استطاعة مصابيح الديودات المصدرة للضوء بتابعية شدة الإضاءة الخارجية من أجل شدة إضاءة مطلوبة 200 Lux:

يبين الجدولان(6،5) القيم التجريبية التي حصلنا عليها لتغيرات الاستطاعة وشدة الإضاءة الخارجية بتابعية ساعات النهار عندما يكون بعد مصابيح LED عن المقاومة الضوئية 1m و1.5m.

الجدول (5): استطاعة مصابيح الديودات الضوئية بتابعية شدة الإضاءة الخارجية من أجل شدة إضاءة مطلوبة Lux 200عند ارتفاع 1m.

التوقيت(الساعة) Time	شدة الإضاءة الخارجية Lux	شدة الإضاءة الداخلية Lux	PWM	دورة التشغيل %	V (V)	I (A)	P(W)
8	5069.65	198.63	69	27	3.25	1.6	4.16
9	5896.05	200.31	66	26	3.11	1.34	3.33
10	7371.12	202	64	25	3.01	1.09	2.63
11	8200.00	201.34	63	25	2.96	1.04	2.47
12	8600.00	200.8	33	13	1.55	0.72	0.89
13	9291.01	262.24	0	0	0.00	0	0.00
14	9954.49	274.4	0	0	0.00	0	0.00
15	10139.40	303.2	0	0	0.00	0	0.00
16	9782.49	220.16	0	0	0.00	0	0.00
17	7782.00	203.72	36	14	1.76	1.40	1.97
18	4319.39	203	109	43	5.15	2.60	10.71
19	592.049	200	128	50	6.02	3.12	15.03

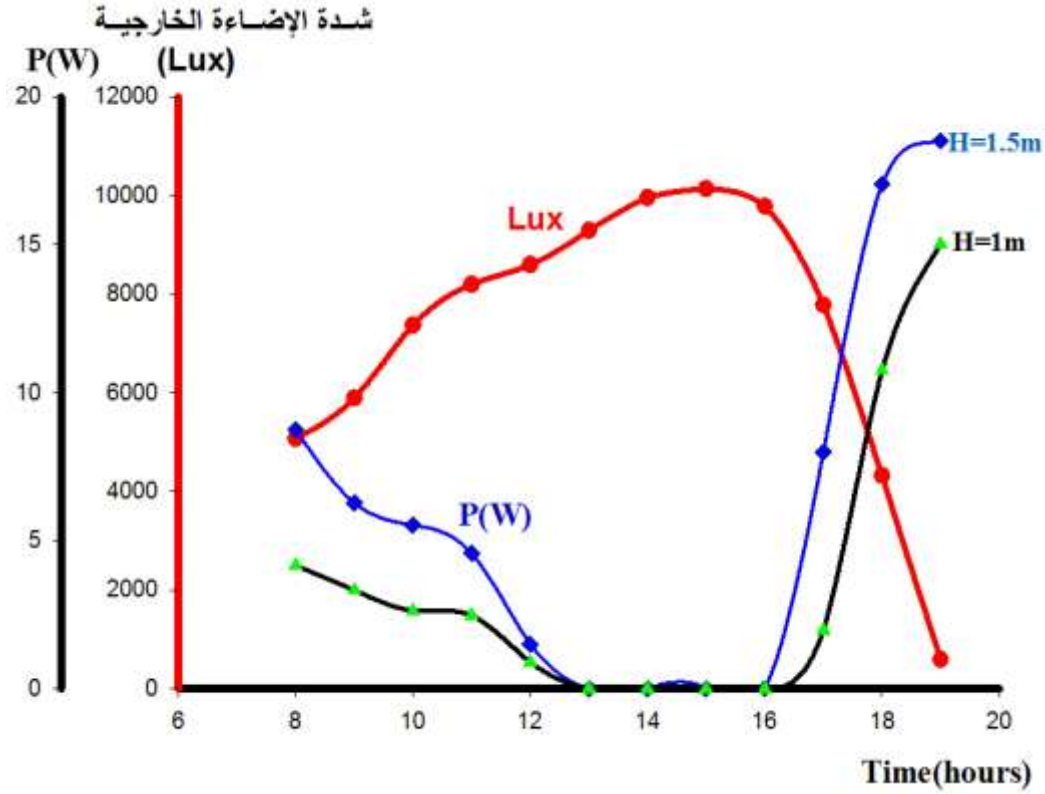
الجدول (6): استطاعة مصابيح الديودات الضوئية بتابعية شدة الإضاءة الخارجية من أجل شدة إضاءة مطلوبة Lux 200عند ارتفاع 1.5m.

التوقيت(الساعة) Time	شدة الإضاءة الخارجيةLux	شدة الإضاءة الداخلية Lux	PWM	دورة التشغيل%	V (V)	I (A)	P(W)
8	5069.65	204.25	101	40	4.75	2.3	8.75
9	5896.05	203.72	97	38	4.56	1.72	6.28
10	7371.12	200.6	94	37	4.42	1.56	5.52
11	8200.00	198.63	82	32	3.86	1.48	4.57
12	8600.00	236	44	17.24	2.08	0.9	1.5
13	9291.01	296.25	0	0	0.00	0	0.00
14	9954.49	259.28	0	0	0.00	0	0.00
15	10139.40	279.97	0	0	0.00	0	0.00
16	9782.49	315	0	0	0.00	0	0.00
17	7782.00	277	94	37	4.5	2.22	7.99
18	4319.39	201.32	140	55	6.62	3.22	17.05
19	592.049	200.09	143	56	6.73	3.44	18.52

نجد من الجدول (5) أن الطاقة الكهربائية المصروفة عند التشغيل باستخدام المتحكم المكروي للـ Arduinoلمدة 12 ساعة في النهار 0.041 KW.h، وأن الطاقة المصروفة عند التشغيل اليدوي لمصابيح LED لمدة 12 ساعة 0.180 KW.h وبالتالي فإن التوفير في الطاقة 0.139 KW.h وبنسبة مئوية 77.22%.

نجد من الجدول (6) أن الطاقة الكهربائية المصروفة عند التشغيل باستخدام المتحكم المكروي للـ Arduinoلمدة 12 ساعة في النهار 0.070 KW.h، وأن الطاقة المصروفة عند التشغيل اليدوي لمصابيح LED لمدة 12 ساعة خلال النهار0.222KW.h وبالتالي فإن التوفير في الطاقة 0.152 KW.h وبنسبة مئوية 68.46 %.

يبين الشكل (11) تغير كلاً من الاستطاعة المستهلكة وشدة الإضاءة الخارجية من أجل شدة إضاءة مطلوبة 200 Lux عند الارتفاعين 1m، 1.5m.



الشكل (11) تغير كلاً من الاستطاعة المستهلكة وشدة الإضاءة الخارجية من أجل شدة إضاءة مطلوبة 200 Lux عند الارتفاعين 1m، 1.5m بتابعية ساعات النهار.

نجد من الشكل(9) أنه عندما تزداد شدة الإضاءة الخارجية تنخفض شدة التيار المار عبر مصابيح الديودات المصدرة للضوء وبالتالي تنخفض الاستطاعة المستهلكة. وعندما تكون شدة الإضاءة الخارجية كافية من أجل شدة إضاءة داخلية أكبر أو تساوي 200 Lux لا يمر تيار عبر مصابيح الديودات المصدرة للضوء، وكلما زاد ارتفاع مصابيح LED زادت الاستطاعة المستهلكة من أجل الحفاظ على شدة الإضاءة المطلوبة.

دراسة تجانس الإنارة :

يبين الجدول (7) دراسة تجانس الانارة وذلك من أجل تحقيق شدة إضاءة داخلية 200 Lux لمدة 12 ساعة خلال النهار من أجل الارتفاعين 1mو1.5m.

الجدول (7): تجانس الإنارة من أجل شدة إنارة 200 Lux لمدة 12 ساعة خلال النهار.

الارتفاع	القيمة العظمى إلى الدنيا للإنارة	القيمة العظمى إلى المتوسطة للإنارة	عامل التجانس	القيمة العظمى للإنارة	القيمة الدنيا للإنارة	قيمة الإنارة الوسطية
H(m)	E_{max}/E_{min}	E_{max}/E_{av}	u_0	E_{max} (Lux)	E_{min} (Lux)	E_{av} (Lux)
1m	1.53	1.36	0.89	303.2	198.36	222.48
1.5m	1.58	1.32	0.83	315	198.36	239.34

عامل التجانس هو نسبة الانارة الدنيا إلى الانارة المتوسطة ونجد أن قيمته في الجدول (7) أكبر من 0.8 وهي قيمة عالية جدا حيث تعتبر قيمة عامل التجانس عالية إذا كانت القيمة أعلى أو تساوي 0.5 علما بأن العين لاتلاحظ أي فرق في مستويات الإنارة عند قيمة تجانس 0.5 أو أعلى.

الاستنتاجات والتوصيات:

لقد توصلنا من هذا البحث إلى ما يلي:

1 –تقنية التحكم الإلكتروني بمصابيح الديودات المصدرة للضوء التي تم تصميم وتنفيذ دارتها الإلكترونية حديثة، وذات وثوقيه عالية لأنها تستخدم لوحة Arduino Uno المتطورة، وزمن استجابة سريع وتظهر قياسات دقيقة بالإضافة إلى أناستخدام مصابيح LED التي تمتاز بكفاءة عالية واستهلاك منخفض للطاقة وإمكانية التعتيم dimming capility وكونها صديقة للبيئة.

2 –تُظهر الدارة الإلكترونية المستخدمة قياس شدة الإضاءة بالوحدة الدولية Lux. توصلنا إلى أن العلاقة بين المقاومة الضوئية المستخدمة وشدة الإضاءة هي علاقة أسية من الشكل Light intensity (Lux) $=(1.19\text{x}10^{7})\times R^{-1.396}$ حيث R بالأوم (Ω).

3 –بإمكان الدارة الإلكترونية الحفاظ على شدة الإضاءة عند شدة إضاءة مطلوبة يحددها المستخدم والحفاظ عليها عند المستوى المطلوب عندما تكون شدة الإضاءة الخارجية غير كافية. أما عندما تكون شدة الإضاءة الخارجية كافية تتوقف الدارة عن العمل. وبإمكانها ضبط تيار وجهد مصابيح LED كلما زاد ارتفاع مصابيح LED عن المقاومة الضوئية لذلك بإمكانها إعطاء إنارة وفقاً للإضاءة المطلوبة.

4 –تمت دراسة التحكم بإضاءة 720 ديود ضوئي موزعة على عشرة أشرطة كل واحد منها بطول متر حيث أعطتنا شدة إضاءة بينLux (0–319) في حالة الظلام التام.

5 – تمكنا باستخدام تقنية PWM إيجاد آلية تعتيم تعطي مستويات شدة إضاءة وفقاً لـ PWM من 0 إلى 255 التي تتحكم بشدة إضاءة المصابيح حسب مستوى الضوء الطبيعي، وكان توفير الطاقة المصروفة لمدة 12 ساعة72.72%من أجل ارتفاع 1mعند التشغيل بواسطة دارتنا عن التشغيل اليدوي وبنسبة مئوية تقدر 69.31% من أجل ارتفا ع 1.5m من أجل شدة إضاءة مطلوبة 300 Lux.أما من أجل شدة إضاءة 200 Lux توفير الطاقة المصروفة لمدة 12 ساعة77.22%من أجل ارتفاع 1m عند التشغيل بواسطة دارتنا عن التشغيل اليدوي 68.46% من أجل ارتفا ع 1.5m.

المراجع

[1] Bae,c ; Yoo,J; Kang,K; Choe,K; Lee,J . *Home server for home digital service environments*. IEEE International Conference on Consumer Electronics, 2003, vol 49,pp. 1129-1135.

[2] Alkar, A.; Z; Buhur, U. *An Internet Based Wireless HomeAutomation System for Multifunctional Devices.* IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 51, no. 4,Nov. 2005, pp. 1169-1174.

[3] Tsou, Y;Hsieh,J;Lin,C;Chen,C. *Building a Remote Supervisory Control Network System for Smart Home Applications*. IEEE International Conference on Systems.Manand Cybernetics, 2006, ICSMC '06, vol. 3, pp.1826-1830.

[4] Al-Ali A. R; Al-Rousan, M.*Java-based home automationsystem.*IEEE Transactionson Consumer Electronics,vol. 50, no 2,, May 2004, pp.498-504.

[5] Bai, Y. W; Ku, Y. T.*Automatic Room Light IntensityDetection and Control Using a Microprocessor and Light Sensors*, IEEE International Symposium on Consumer Electronics,vol 54, No 3, 2008,pp 1173 - 1176.

[6] Francis, R.; Micheal, S.; Rudolph, V. *50% Energy Saving WithAutomatic Lighting Control*, Industry Applications Society AnnualMeeting, 1990, vol. 2, pp. 2004-2008.

[7] Hydro, B. C. *Automatic Lighting Control for EnergySavings, Guides to Energy Management*, 1990.

[8] Yanev, K. M. ;Litchev, A. I. ;Otten, P.*Automatic LightControl for Efficient*, Domestic Use of Energy, 2003,pp. 71 – 75,

[9] Levine, W. S. *The Control Handbook.IEEE Press*, 1998,pp.1413-1458.

[10]Wazed, M. A; Nafis , N ; Islam , M. T ; Sayem , A. S.*Design and fabrication of Automatic Street Light Control System.* Engineering e-Transaction (ISSN 1823-6379Vol. 5, No. 1, 2010, PP. 27-34.

[11] KAUR ,D ; MUKHERJEE , A ; UPADHYAY , V . P, KUMAR , G ; RAJA , S . *Simulation of Dimmer Circuit for Daylight Harvesting*. sciencedirect, Elsevier, Energy Procedia 14 , 2012 , pp1075 – 1081.

[12] Jame. j; Aslam .H ; Mohan.V; Sajeev .A.*Intelligent Home Using Embedded System.*International Journal of Electrical and Electronics Research, Vol. 3, Issue 2, 2015,pp:87-191.

[13] Khan. F, P Sarkar, Rahman. S, Yasmeen . F.*Zigbee Sensor Based Automatic RoomLight Controller with Visitor Counter*. ACEIT Conference Proceeding 2016, IntegralUniversity, Lucknow India.

[14]Warren,D.J; Adams,J; Molle,H. *Arduino Robotics*,2011,Apress ,p.21.

[15] *Data sheet for ACS1712,* 28 sept. 2016. <*www.allegromicro.com/~/media/files/datasheets/**acs712**-datasheet.ashx*>

[16]Scherz, P. *Practical Electronics for Inventors*. McGraw-Hill,2000, USA, P.202.