The Importance of the Use of LED Lighting Devices in the Management of Energy Demand in Tartous Cement Factory

Alaa Yusef Dayoub*

(Received 22 / 7 / 2019. Accepted 16 / 9 / 2019)

□ ABSTRACT □

The lighting provided a key and important role that can be played in rationalizing the demand for electricity in the industrial sector by reducing the consumption of electrical energy needed for lighting using energy-saving lighting devices on the one hand and improving the management and control of lighting on the other hand, in addition to reducing the load of air conditioning resulting from excessive lighting .This can be done by increasing knowledge and awareness about energy-saving lighting techniques and systems, good management and optimal use, and the use of standard standards adopted in this area.

In this study, work has been done to draw attention to the importance of the use of LED devices in the field of lighting at the Tartous Cement Factory to be a practical scientific study on the economic feasibility of LED lighting devices in the industrial field with high energy consumption in the field of lighting.

Keywords: Light emitting diode, reflectors, semiconductor, mercury vapor, lighting (gas / mercury), energy conservation, fluorescence.

*Master, Electrical Energy Engineering, Electrical Power Systems, Syria.

أهمية استخدام أجهزة الانارة LED في إدارة الطلب على الطاقة في معمل اسمنت طرطوس

علاء يوسف ديوب*

(تاريخ الإيداع 22 / 7 / 2019. قُبِل للنشر في 16/ 9 / 2019)

□ ملخّص □

يمكن ترشيد الطلب على الطاقة الكهربائية في القطاع الصناعي وذلك من خلال تخفيض استهلاك الطاقة الكهربائية اللازمة للإنارة باستخدام أجهزة إنارة موفرة للطاقة من ناحية وتحسين الادارة والتحكم بالإنارة من ناحية أخرى، إضافة الى تخفيض حمل التكييف الناتج من الانارة الزائدة. ويمكن أن يتم ذلك من خلال زيادة المعرفة والوعي حول تقنيات ونظم الانارة الموفرة للطاقة والإدارة الجيدة والاستخدام الامثل لها واستخدام المواصفات المعيارية المعتمدة في هذا المجال.

في هذه الدراسة تم العمل على تأكيد أهمية استخدام أجهزة الليد LED (Light Emitting Diodes) في مجال الانارة في مصنع اسمنت طرطوس لتكون دراسة علمية عملية حول الجدوى الاقتصادية لأجهزة الانارة LED في المجال الصناعي ذي الاستهلاك الكبير للطاقة في مجال الانارة.

الكلمات المفتاحية: حساس ضوئي ، ديود باعث للضوء، عواكس ، نصف ناقل، بخار الزئبق ، إنارة (غازية/زئبقية)، ترشيد الطاقة، فلوريسنت.

* **ماجستير، قسم هندسة الطاقة الكهربائية، نظم القدرة الكهربائية، سورية.**

مقدمة:

تعد الطاقة بمختلف أشكالها من الدعائم الاساسية لتحقيق برامج التنمية المستدامة في جميع المجالات الاقتصادية والاجتماعية، وأن تحقيق التنمية المستدامة يتطلب إدارة ذات كفاءة لموارد الطاقة واستخدام تقنيات حديثة نظيفة بيئياً ومقبولة اقتصادياً واجتماعياً لاستغلال هذه الموارد [1],[2].

ولما كان نظام الانارة المستخدم في القطاع الصناعي من أبرز المستهلكين للطاقة الكهربائية كان لابد من التركيز عليه لتحديد مجالات تحقيق أكبر وفر ممكن للطاقة المستهلكة وذلك باستخدام أحدث أنواع أجهزة الانارة الموفرة للطاقة.

لقد استخدمت الانارة حتى عقد التسعينيات من القرن الماضي المصابيح المتوهجة ومصابيح الفلوريسنت العادية، الى أن دخل خيار أجهزة الانارة الموفرة للطاقة وأدوات التحكم بتشغيلها وتدرج هذا الخيار وفق مراحل مختلفة بدأت بمصابيح الفلوريسنت المدمجة، ومصابيح الفلوريسنت الأنبوبية، والمصابيح كثيفة الإنفراغ، وتحسنت كفاءة أجهزة الانارة وانخفضت تكاليفها.

إضافة الى التطورات التي طرأت على كفاءة المتممات المساعدة لها كالملف الخانق (البالاست) وأجهزة التثبيت (fixtures) وأدوات خفض شدة الانارة (Dimmers) الى أن وصل التطور في هذه التقنيات الى أوجه بصناعة أجهزة الانارة الموفرة للطاقة (LED) وما حققه استخدامها من وفر كبير في مختلف القطاعات (السكنية– الصناعية– التجارية) بالإضافة الى الاسهام الكبير في المحافظة على بيئة نظيفة خالية من الغازات السامة مثل الزئبق والنيون والهيليوم وغيرها [3].

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في الدور الذي يلعبه تحسين كفاءة نظم الإنارة وتفعيل دورها في ترشيد استهلاك الطاقة في القطاع الصناعي وما يحققه من وفر اقتصادي كبير استخدام أجهزة الانارة (LED) في استهلاك الطاقة الكهربائية.

يهدف البحث الى دراسة الجدوى الاقتصادية لاستخدام أحدث تقنيات أجهزة الانارة (LED) في معمل اسمنت طرطوس وما يحققه استخدامها من توفير في استهلاك الطاقة الكهربائية ومقارنة قيمة هذا الوفر مع قيمة الاستهلاك قبل استخدام أجهزة الانارة (LED).

تبنى الرؤى العلمية في الأبحاث والدراسات الحديثة على المنهج العلمي القائم على دراسة وتحليل الواقع المدروس والمتغيرات المتعلقة بتساؤلات الباحث، لذلك سيتم استخدام المنهج الوصفي ومنهج التحليل الكمي (القياسي).

طرائق البحث ومواده:

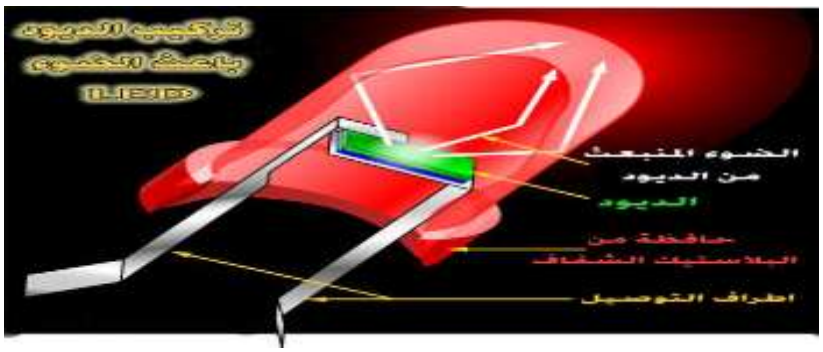
مكان تنفيذ البحث: معمل اسمنت طرطوس حيث احتاجت الدراسة الى مدة عام كامل لمعرفة استهلاك أحمال الانارة الموجودة في المعمل من اجمالي استهلاك المعمل من الطاقة الكهربائية.

1- ماهوا لليد LED:

يختصر اسم الدايود الباعث للضوء بـ LED وهي الحروف الاولى من كلمات Light Emitting Diodes والتي توضح فكرة هذه الأداء وهي اصدار الضوء، ولهذه الاداة LED تطبيقات عديدة في مجال الالكترونيات وتدخل في تركيب العديد من الاجهزة الحديثة بدءاً من عنصر ال LED الذي يضيء ليعلم المستخدم أن الجهاز يعمل مثل اللمبة

الحمراء التي تضيء عندما يكون جهاز التلفزيون في حالة الاستعداد أو في اجهزة الراديو عند استقبال محطة عليه وصولاُ الى الساعات الرقمية والرموت كنترول والتلفزيونات الكبيرة التي تستخدم كشاشات عرض كبيرة وفي اضاءة اشارات المرور انتهاءاً بأحدث أجهزة إنارة مستخدمة في كل مجالات الحياة.

باختصار الـ LED عبارة عن لمبة ضوء الكترونية كما في الشكل (1) أي لا تحتوي على فتيلة ولا تسخن كما في المصابيح الكهربائية. فهي تصدر الضوء من خلال حركة الالكترونات داخل مواد من أشباه النواقل semiconductor التي تتكون منها الترانزستورات [4].



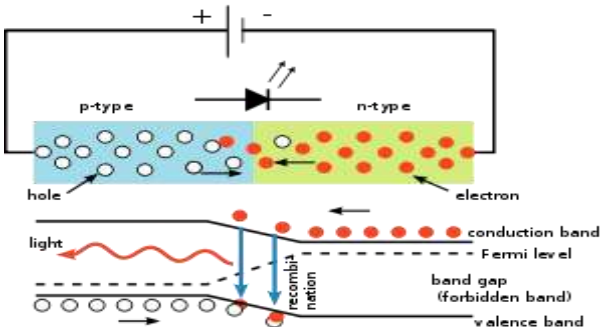
الشكل (1) شكل مبسط لـ LED

2- بنية الثنائي الباعث للضوء (LED Construction):

إن الكثير من الثنائيات الباعثة للضوء مصنوع من زرنيخ الجاليوم (GaAs). إن الثنائيات الباعثة للضوء LED المصنوعة من هذه المادة وهي تصدر ضوءاً بكفاءة أكبر عند طول موجة يقارب 990nm الذي يقع في منطقة تحت الحمراء للطيف الضوئي وهو غير مرئي للعين البشرية . كما تستعمل مواد أخرى مثل فوسفيد زرنيخ الجاليوم (GaAsP). الذي يصدر ضوءاً أحمر مرئياً عند طول موجة يساوي 660nm تقريباً وفوسفيد الغاليوم(GaP) الذي يولد ضوءاً أخضر مرئياً بطول موجة يساوي 650nm تقريباً. إن الثنائي المصنوع من فوسفيد زرنيخ الغاليوم (GaAsP) يقدم مجالاً واسعاً نسبياً من الأطوال الموجية للضوء الذي يمكن أن يخرج من الثنائي وذلك بضبط نسب التركيز للعناصر، وبهذا يمكننا إصدار ضوء بأي طول موجة يقع ما بين550nm و 910nm تقريباً.

تبدأ عملية التصنيع بطبقة حاملة من GaAs. ثم يُنمى على هذه الطبقة الحاملة طبقة من فوسفيد زرنيخ الغاليوم GaAsP. إن نسبة تركيز فوسفيد الغاليوم GaP في هذه الطبقة تزاد بصورة تدريجية من الصفر وحتى النسبة المطلوبة. إن هذه الزيادة التدريجية مطلوبة كي لا تتأثر البنية البلورية للطبقة الحاملة. وخلال فترة التنمية هذه تضاف شوائب من النوع N لتجعل الطبقة مادة من النوع N وبعدئذ تطلى الطبقة المنماة بمادة لها صفات عزل خاصة ثم تحفر نافذة في هذه المادة العازلة. تشكل بعد ذلك شائبة من النوع P خلال النافذة وفي داخل الطبقة فتتشكل بذلك الوصلة PN. تجعل الطبقة P رقيقة جداً كي تصبح المسافة قصيرة أمام الفوتونات المتولدة عند أو قرب الوصلة PN فتستطيع بذلك أن تجتاز الطبقة P وتنفذ إلى الخارج.

ويستكمل بناء الثنائي الباعث للضوء LED المصنوع من مادة GaAsP بوصل تماسات كهربائية إلى المنطقة P وإلى قاع الطبقة الحاملة . تجعل منطقة التماس العلوية مكونة من الأصابع الممتدة إلى الخارج بحيث يتوزع التيار بالتساوي خلال العنصر عندما يطبق انحياز أمامي بين التماسات. ويوضح الشكل (2) تصميم الديود الباعث للضوء.ا2



الشكل (2) تصميم الديود الباعث للضوء

3- أنواع أجهزة الليد وفق مراحل تطورها:

النوع الأول :شرائح DIP (Dual In-Line Package) ذات الاستطاعة المنخفضة

هذا النوع هو النوع الأول لشرائح الليد و متواجد منذ أكثر من 50 عام و هو الأقرب إلى الصورة النمطية التي تتبادر إلى الذهن بمجرد التفكير في تقنية الليد. و بالرغم من أنه قديم لكنه مازال يستخدم و بكثرة في اللوحات الدعائية الكبرى و شاشات العرض.

النوع الثاني : شرائح SMD (Surface Mounted Device) ذات الاستطاعة المتوسطة

هذا النوع من شرائح الليد أصبح متداول بشكل كبير و ذلك لمرونته و استخداماته المتعددة فنجده في المصابيح و الشرائط الضوئية كذلك يستخدم في الهواتف النقالة كإشارة للتنبيه. و تعد هذه الشرائح صغيرة في الحجم عند مقارنتها بالنوع السابق (DIP) وهذا مايجعلها أكثر مرونة. كذلك تدعم هذه النوعية من الشرائح التصاميم المعقدة على سبيل مثال يوجد صنف من هذه الشرائح يطلق عليه (SMD 5050) يحتوي على قدرات مزج الألوان بصيغة (RGB)وهي صيغة لونية مكونة من الألوان الأساسية أحمر و أخضر و أزرق (Red, Green & Blue) تمكنك من انتاج أي لون آخر عن طريق مزج هذه الألوان الرئيسية وهذا لا يمكن تطبيقه باستخدام شرائح ليد من نوعيةDIP.

النوع الثالث :شرائح ذات الاستطاعة المرتفعة

تعتبر شرائح الاستطاعة المرتفعة هي آخر ما توصلت إليه صناعة الليد في تقنية الشرائح. وتتشابه الشرائح ذات الاستطاعة المرتفعة و SMD تحتويان على البرنامج المفضل أكثر فكلاهما من صمام ثنائي في الشريحة الواحدة ولكن هنا ينتهي هذا التشابه فالشرائح ذات الاستطاعة المرتفعة تحتوي جميعها على عدد من الصمامات الثنائية و عادة ما تكون 9 أو أكثر.

و بينما تحتوي شرائح SMD على دائرة لكل صمام ثنائي و بعدة أطراف فإن الشرائح ذات الاستطاعة المرتفعة تحتوي على دائرة الكترونية واحدة لجميع الصمامات الثنائية و لها طرفين فقط بغض النظر عن عدد الصمامات الثنائية المتواجدة داخل الشريحة، بعد ظهور الشرائح ذات الاستطاعة المرتفعة تلتها مباشرة شرائح MCOB التي تتشابه كثيرا مع الشرائح ذات الاستطاعة المرتفعة في التطبيقات المستخدمة، وهي عبارة عن مجموعة من شرائح ذات استطاعة مرتفعة مرتبطة ببعضها على التوالي. تعد شرائح MCOB أحدث تقنيات شرائح الليد، لذلك الشركات المصنعة التي تنتج مثل هذا النوع من الشرائح محدود جداً.

Rb54من المرجح أن تتطور استخدامات شرائح MCOB في المستقبل القريب لتتخطى ظهورها فقط في مصابيح الليد (LED A19 Bulb)حيث أن التطور والتوسع الحاصل لتقنية الليد فإنه من الطبيعي أن نرى أنواع أخرى و تقنيات حديثة للشرائح ،تساهم في مواكبة التطبيقات المختلفة للإضاءة و تحقق متطلبات العصر.

4- مزايا استخدام مصابيح LED في أنظمة الانارة:

- **تكاليف ضئيلة أو شبه معدومة للطاقة low or no energy running costs:**

تتغذى مصابيح LED بشكل فوري دون الحاجة الى تيار إقلاع كبير وتتكيف هذه المصابيح مع الحساس الكهرضوئي الذي يقوم باشعال المصباح بمستويات ضئيلة من الاشعاع الشمسي ثم لاتلبث شدة الضوء أن تزداد عندما تحصل على طاقة تتجاوز عتبة الاقلاع.

- **انخفاض النفقات الرئيسية بالمقارنة مع أنظمة الانارة الاخرى:comparative capital expenditure**

يتطلب تنفيذ نظام الانارة AC المغذى من الشبكة تخطيطاً وإجراء حسابات جريان الاحمال لبنية النظام بالاضافة الى حفر انفاق لتمديد كميات كبيرة من الكابلات وهذا التمديد معرض للضرر عندما يحاول بعض الاشخاص التسلل الى الشبكة للحصول على الطاقة بشكل مجاني غير مشروع. في حين أن أجهزة الانارة LED لاتحتاج الى كل هذه التكاليف.

- **عمر طويل Long life:**

يجب تبديل المصابيح التقليدية الشائعة(مصابيح الLED والفلوريسنت) كل سنتين أو ثلاث سنوات أي (4000-10000) ساعة أما مصابيح LED يصل عمرها الى (50000-100000) ساعة أي (13-26) سنة [5].

- **الوثوقية Relability:**

تؤمن مصابيح LED درجة عالية من الوثوقية حيث أن مصباح LED الواحد مؤلف من عدد كبير من عناصرLEDS لتأمين الضوء المطلوب. فإذا حدث عطل في أحد عناصر المصباح فإنه يتابع عمله بشكل طبيعي دون انخفاض ملحوظ في الأداء، أما المصابيح التقليدية مثل المصابيح المتوهجة ومصابيح الفلوريسنت فتتوقف تماماً عن العمل في حال حدث عطل في أحدها. وبالتالي لا نحصل على إنارة نهائياً مالم يتم استبداله ويعتبر هذا أمراً مكلفاً.

- **التوفير Saving:**

صممت مصابيح LED لتوفير طاقة الانارة حيث تعمل على توفير %(45-60) من الطاقة المصروفة من قبل المصابيح الأخرى الشائعة [6].

- **الأمان Safe:**

يتم تغذية مصابيح LED بتوتر مستمر منخفض يتراوح بين Vdc(10-28) وفي حال حدوث أي عطل فإن استطاعة القصر تكون ضئيلة ولاتسبب أضرار مادية أو بشرية كبيرة.

- **الفوائد البيئية Environmental benefits:**

يحقق هذا النظام فوائد بيئية عديدة، فبالاضافة الى توليد الضوء من مصدر نظيف فإنه يقلل النفايات الناتجة عن استبدال المصابيح التقليدية التالفة(لان عمرها قصير مقارنة ب LED) أي تقلل هذه النفايات بحدود(10-15) مرة. وأخيراً فإن مصابيح LED مصنوعة بنسبة 100% من مواد قابلة لاعادة التصنيع مرة أخرى ولاتحوي على الزئبق الضار بالبيئة.

- **تكاليف صيانة منخفضة Low maintenance costs:**

تتطلب مصابيح LED عملية صيانة بسيطة لضمان استمرارية الأداء الجيد وهذا يساعد بتخفيض التكاليف الكلية. يمكن إضافة ميزة لمصابيح LED بحيث يتصل عدد منها الى مركز معالجة وبذلك لا نحتاج الى عمال صيانة لتصليح الاعطال في حال حدوثها، وهناك طريقة حديثة جداً للتحكم بالمصابيح عن بعد باستخدام أشعة (infrared IR) فتقوم باختبار المصابيح عن بعد مما يوفر الوقت والمال.

5- المساوئ التي تلازم الثنائيات الباعثة للضوء LED (بالإضافة إلى خرج الضوء الضعيف) مشابهة لتلك المساوئ التي تنطبق على الأنواع العديدة من المكونات المصنوعة من أشباه الموصلات، ومنها أنها يمكن أن تتلف بسهوله إذا ما زاد التوتر أو التيار (عن القيمة العظمى) كما أن قدرة الإشعاع الخارج منها تتعلق بدرجة الحرارة.

ويبين الجدول(1) مقارنة بين أجهزة الانارة التقليدية وأجهزة الانارة LED [7].

	LED	FCL	Halogen
الضوء الناتج نظرياً	نصف ناقل	بخار الزئبق	الحرارة
اتجاه الضوء	اتجاه محدد	كل الاتجاهات	كل الاتجاهات
العمر (ساعة)	50000	6000	1000
الوثوقية	عالية	متوسطة	منخفضة
مقاومة الاهتزاز	مرتفعة	منخفضة	منخفضة
المساوئ	سعر مرتفع	الزئبق ملوث بشكل كبير عند تحطم جهاز الانارة	حياة قصيرة- هشة سهلة الكسر- ضياعات كهربائية كبيرة
الاستجابة	≤1sec	≤60 sec	≤150 sec

6- استخدامات الثنائيات الباعثة للضوء LED :

- يستخدم بكثرة كمصباح يعمل بمجرد ورود الكهرباء لأي جهاز كهربائي للدلالة على أن الجهاز في وضعية التشغيل.
- يستخدم في دوائر الوميض.
- يستعمل في أجهزة التحكم عن بعد (Remote Control) للتحكم في وظائف الأجهزة الإلكترونية وفي هذه الحالة يكون الثنائي الضوئي المستخدم من النوع المشع للأشعة تحت الحمراء مثل الثنائي الضوئي TIL38 [8].
- يستخدم في دوائر العرض المرئي.
- يمكن استخدامه في أجهزة كشف اللصوص (بالأشعة تحت الحمراء)، إذا ما أحسن إحكام الضوء والتحكم فيه لان العين البشرية لا تستطيع أن ترى تلك الاشعة والثنائي الضوئي فعال جداً في هذا التطبيق.
- يمكن توصيل أي عدد من الثنائيات الضوئية مع بعضها بحيث ترص بجانب بعضها وتوصل أطرافها على شكل شبكة لتشكل شاشة مؤلفة من نقاط ضوئية تعرض عليها أشكال الإشارات الصوتية والذبذبات الموجية أو لتظهر عليها بعض العروض الجذابة .
- في أجهزة الاتصالات الضوئية بواسطة ما يعرف بالألياف البصرية، إن الثنائيات الباعثة للضوء تحت الأحمر تستعمل بشكل واسع مع أجهزة حساسة للضوء كالثنائيات الضوئية أو الترانزستورات الضوئية لتشكل ما يدعى الازواج المثالية.

– تستخدم في تطبيقات الليزر المختلفة حيث إنها تعطي حزمة عالية الكثافة من الضوء المترابط كالأشعة تحت الحمراء وبذلك يمكن للحزمة الضوئية أن تمتد لمسافات بعيدة بدون تشتت ملحوظ للحزام الضوئي وهذه خاصية هامة جداً في مجال الاتصالات البعيدة المدى [9].

النتائج والمناقشة:

هذه الدراسة تمت في معمل اسمنت طرطوس عام2018 وفق الخطوات التالية:

1- إجراء مسح شامل للإنارة شمل مايلي:

– أماكن استخدام أجهزة الانارة واستطاعتها وعدد نقاط الانارة.

– معرفة عدد ساعات العمل اليومية. – قياس مستوى شدة الانارة.

– القياسات الكهربائية التي تشمل القدرة الكهربائية الفعلية (kw) والطاقة الكهربائية المستهلكة (kwh).

ويبين الجدول(2) نتائج هذا المسح الشامل من قياسات مستوى شدة الإضاءة، الضوضاء، نسبة الرطوبة و درجة الحرارة في أقسام الشركة، والحدود القياسية المسموح بها.

الجدول (2) نتائج هذا المسح الشامل من قياسات مستوى شدة الإضاءة، الضوضاء، نسبة الرطوبة و درجة الحرارة في أقسام الشركة، والحدود القياسية المسموح بها.

1	اسم الموقع	نوع الإضاءة	عدد اللمبات	الاستطاعة (واط)	شدة الإنارة نهاراً	الحدود القياسية	شدة الضجيج	الحدود القياسية	نسبة الرطوبة	درجة الحرارة
1	المديرية الفنية	فلوريسنت	16	43	450	100-200	60	60-70	62	26
2	مكاتب المديرية	فلوريسنت	10	43	400	100-200	60	60-70	62	26
3	مكاتب المديرية	فلوريسنت	210	43	400	100-200	60	60-70	62	26
4	ورشة لف المحركات	غازية	92	250	122	250-500	70	90	67.5	25
5	ورشة المخارط					250-500		90		
6	مكتب الآليات	فلوريسنت	46	43	150	100-200	70	75	66	25
13	ورشة الحدادة					250-500		96.3		
14	المستودع الرئيسي	غازية	100	250-400	520	50-100	58	90	66.5	25
15	أمين المستودع	فلوريسنت	14	43	240	250-500	56	90	67	25
16	مكاتب الإدارة	فلوريسنت	30	43	150-200	250-500	63	70	60	26
17	مدخل الإدارة	فلوريسنت				100-200		70		
18	أمانة السر	فلوريسنت	24	43	950	250-500	60	70	54	24.5
19	مكتب المدير العام	فلوريسنت	50	43	500	250-500	53	60	63	25
23	محطة تحويل 66 ك.ف	فلوريسنت	220	43	100	50-100	58	70-80	61	26
25	مطحنة المواد الأولية	غازية	25	250	86	250-500	106	96	64	25
28	غرف المخبر	فلوريسنت	13	43	900	250-500	56	65	65.5	
29	المخبر	فلوريسنت	8	43	340	250-500	54	65	58	24.5
30	الممرات					50-100		60		

31	قيادة الأفران	فلوريسنت	40	43	180	250-500	62	70	66	24
32	م.م عام	فلوريسنت	50	43	500	250-500	53	60	63	25
33	الممرات	فلوريسنت	30	43	450	100-200	55	60	63	25
40	مطاحن الإسمنت	غازية	60	200	100	100-200	101	96.8	60	26
41	التعبئة	فلوريسنت+ غازية	50	43+250	300	250-500	71	70	58	25
43	المراجل	فلوريسنت	23	43	400	250-500	85	96.8	53	27
46	كهرباء المطحنة					100-250		70-80		
47	المجفف	فلوريسنت	10	43	135	250-500	60	70-80	62	26
48	صالة الكسارات					250-500		70		
49	صالة الأفران	غازية+ فلوريسنت	40	43+125	350	250-500	85	96.8	58	27
50	الفيول	غازية فلوريسنت	50	43+125	325	250-500	60	96.8	53	26.5
51	إنارة عامة	غازية						60		

2- تحديد فرص ترشيد الطاقة:

تم ذلك من خلال استبدال أجهزة الانارة العادية (غازية- زئبقية) بأجهزة إنارة موفرة للطاقة من نوع LED و إجراء حسابات للكلفة والوفر وتقديم رؤية واضحة لخطوات التنفيذ شملت تحليل للكلفة وتحديد فترة استرداد رأس المال.

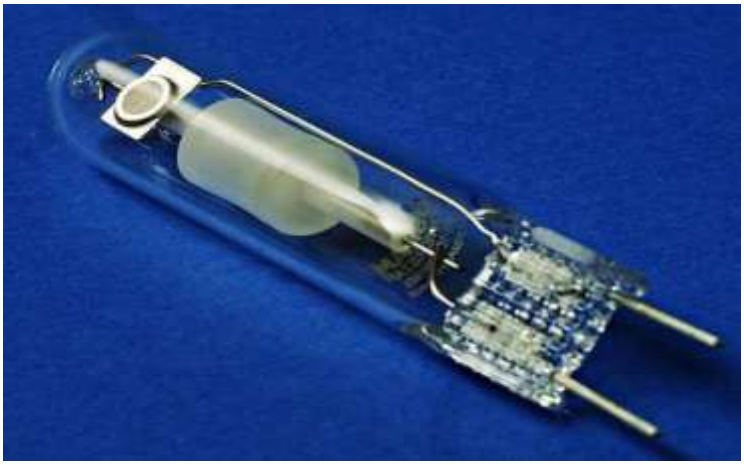
3- نظام الانارة في معمل اسمنت طرطوس:

مصابيح فلوريسنت (40،47) وات. حيث يتم إضاءة المكاتب الإدارية بمصابيح فلوريسنت بينما يتم استخدام المصابيح الغازية لإنارة المستودعات وصالات التعبئة والطحن ومستودعات المواد الأولية والمستودعات الرئيسية للشركة و ورشات الخراطة و الحدادة والإطفاء ومحطات الكهرباء وغرفة المراجل والتحلية و الفيول وإنارة الشوارع وساحات الشركة.

ماهي المصابيح الغازية الزئبقية المستخدمة في المعمل التي تم في هذه الدراسة العمل على دراسة الجدوى الاقتصادية لاستبدالها:

هي مصابيح بخار الزئبق ذات الضغط العالي High pressure lamp حيث يكون المصباح مؤلفاً من حبابة من الزجاج القاسي المغطى من الداخل بطبقة فلوريسنتية وتحوي بداخلها على أنبوبة انفراغ مصنوعة من زجاج الكوارتز وتملأ بكمية من بخار الزئبق وغاز خامل بعضها يحوي غاز الأرغون والبعض الاخر يحوي غاز النيون كما في الشكل (3).

لون الضوء في الحبابة أبيض يميل الى الزرقة وله درجة حرارة بين (3800-5900) كلفن.



الشكل(3) بنية المصباح الغازي زئبقي المستخدم في المعمل

من عيوب المصابيح الغازية زئبقية المستخدمة [10]:

- يحتاج المصباح الى زمن إقلاع 4-2 دقائق حتى يصل الى فيضه الاسمي.
- متوسط العمر التشغيلي 8000 ساعة وهو عمر تشغيلي صغير مقارنة ببقية الانواع الاخرى من أجهزة الانارة وخاصة أجهزة الانارة LED.
- يحتاج المصباح الى ملف خانق ومكثف لتحسين عامل القدرة.
- تعمل على التيار المتناوب فقط.
- حساسة جداً لتقلبات التوتر والتردد التي تحدث في الشبكة الكهربائية.
- انخفاض في شدة الاضاءة في النصف الثاني من عمر التشغيل.
- لها خطر كبير من الدرجة الاولى على صحة الانسان وعلى البيئة بسبب المحتوى الزئبقي الموجود في الهيكل.
- لايمكن إعادة تدويرها وبالتالي التخلص من المصابيح العاطلة يعتبر مهمة دقيقة جداً.

أما مصابيح الفلوريسنت المستخدمة فهي تندرج تحت أجهزة الانارة الموفرة للطاقة واستخدامها محدود يقتصر على المكاتب الادارية بالاضافة الى كفاءتها الجيدة وهي مصابيح ذات كفاءة ممتازة وصممت لتكون صغيرة ووضاءة وتعمل إما بملف خانق تقليدي وإما بملف خانق الكتروني، وتحتاج هذه المصابيح إلى حوالي ربع القدرة الكهربائية التي تحتاجها المصابيح التقليدية المتوهجة التي تصدر نفس الفيض الضوئي وتنخفض هذه الحاجة إلى الخمس عند استخدام ملفات خانقة الكترونية. ومتوسط عمرها يصل إلى 10 أضعاف عمر المصباح المتوهج، لذا سينعكس استخدامها بالفائدة على البيئة إذ إن كل مصباح يمكن أن يخفف من انبعاث مايقارب 600kg من ثاني أكسيد الكربون خلال فترة عمره [11].

دراسة الجدوى الاقتصادية من استبدال أجهزة الانارة (الغازية- زئبقية) بأخرى حديثة جداً من نوع LED:

يبين الجدول(3) الفرق في الاستطاعات بين أجهزة الانارة التقليدية الموجودة حالياً وبين أجهزة الانارة LED عند نفس السوية من الاضاءة علماً أن الاسعار الموجودة في الجدول هي أسعار خاصة بأجهزة الانارة LED المستخدمة في المصانع وذلك لانها مزودة بعاكسات للحصول على الاضاءة المطلوبة.

الجدول(3) الفرق في الاستطاعات بين أجهزة الانارة التقليدية الموجودة حالياً وبين أجهزة الانارة LED عند نفس السوية من الاضاءة.

نوع جهاز الانارة الحالي	الاستطاعة	العدد	البديل	الاستطاعة	سعر جهاز الانارة LED
غازية /زئبق	125w	1000	LED	70w	5.5$
غازي/زئبق	250w	600	LED	125w	11.10$
غازي/زئبق	400w	420	LED	250w	27$
غازي/زئبق	1000w	200	LED	400w	36.6$

يتم حساب الوفر في الطاقة عند استخدام أجهزة الانارة LED كالتالي

الاستطاعة الحالية لأجهزة الانارة التقليدية *P*

$$P = (125\text{x}\,1000 + 250\text{x}\,600 + 400\text{x}420 + 1000\text{x}200) = 693\ \text{KW}$$

القدرة المستهلكة من قبل المصابيح الغازية في السنة *Wy* حيث عدد ساعات التشغيل اليومية 12 ساعة

$$Wy = 365\text{x}\,693\text{x}12 = 3035340\text{Kw.h/y}$$

الاستطاعة المستهلكة *Wm* بعد تبديل اللمبات باخرى موفرة LED

$$Wm = 342.5\ \text{x}365\ \text{x}12 = 1500150\ \text{kw.}h/y$$

الوفر في القدرة المستهلكة *Ws الناتج عن تبديل أجهزة الانارة:*

$$Ws = 3035340 - 1500150 = 1535190\ \text{kw.h/y}$$

قيمة الوفر *Vs* علماً أن سعر الـ Kw.h تساوي 33.3 S.P

$$Vs = 33.3\ \text{x}1535190 = 51121827\ \text{s.p/y}$$

وهو وفر كبير جداً جداً في الطاقة الكهربائية وخاصة في ظل الظروف الحالية التي تشهد انخفاضاً ملموس في توليد الطاقة الكهربائية.

هذا الوفر يمكن ان يتم بدون تكلفة باستبدال أجهزة الانارة عندما ينتهي عمرها التشغيلي و بالاستفادة من الإمكانيات المتوفرة في الشركة علماً أن كلفة استبدال أجهزة الانارة الحالية بأجهزة انارة من نوع LED.

بالاعتماد على الجدول السابق نجد أن الكلفة الاجمالية لاستبدال أجهزة الانارة(غازية– زئبقية) أجهزة الانارة LED تقدر بـ **(30840$)**

وبالتالي فترة استرداد رأس المال تكون أقل من سنة على اعتبار سعر صرف الدولار 600 S.P.

الاستنتاجات التوصيات:

الاستنتاجات:

1- لأجهزة الانارة LED دور فعال من خلال ماتمتلكه من مزايا فنية واقتصادية في تحقيق وفر طاقي كبير حيث وصلت نسبة الوفر الطاقي حسب هذه الدراسة الى حوالي 50%.

2- الكفاءة المتميزة مع حفاظها على مستويات الانارة المطلوبة التي كانت تقدمها الاجهزة التقليدية جعلها تتربع عرش الاستخدام في مختلف المجالات (الصناعية- التجارية- المنزلية).

3- سريعة الفائدة في استرداد رأس المال مقارنة مع فرص الاستثمارات الاخرى في مجال الانارة وهذا يعتبر تشجيعاً مهماً أمام المستثمر.

التوصيات:

1- استخدام أجهزة الانارة LED نظراً لان التلوث البيئي الناتج عنها شبه معدوم.

2- قيام قسم الطاقة في معمل اسمنت طرطوس بالاستناد الى هذه الدراسة وإجراء تدقيق طاقي والاستفادة منها مع إمكانية تعميم هذه الدراسة على مختلف القطاعات الصناعية ذات الاستهلاك الكبير للطاقة في مجال الانارة.

3- تطوير عواكس جديدة لامعة ذات كفاءة عالية تتناسب مع بيئة العمل في المعمل من تلوث كبير لما له من دور كبير في زيادة كفاءة أجهزة الانارة LED بنسبة أكثر من 10% وذلك من جراء انعكاس إنارة إضافية الى الفراغ المضاء مما يسمح بإعادة النظر في تخفيض عدد نقاط الانارة اللازمة من جراء ذلك.

4- تطوير أجهزة تحكم مهمتها الاساسية التحكم بعناصر LED الموجودة داخل جهاز الانارة لتنظيم كثافة الشدة الضوئية(الوضوح) والتحكم في شدة الانارة بحيث يتناسب مع المكان الموجودة فيه.

5- إجراء دراسات مقارنة أكثر دقة تأخذ بالاعتبار نماذج مصابيح LED ذات مصادر تصنيع مختلفة.

المراجع:

[1] R. L. Lin,S.Y. Liu, and C.J. Tsai,*Optimal LED array combination for dual-loop CCM boost driver*, IEEE Ind. Appl. Society Annual Meeting, 2014, pp 1-9.

[2] H. L. Chiang, and Y. S. Lai, *New Open Loop Control Technique of Boost Converter to Mitigate Temperature Impact for LED Applications*, IECON-40th Annual Conference of the IEEE Ind. Electron. Society, 2015, pp 1624-1628.

[3] A. Hagemeyer, *Basics of LED drivers*, FRIWO, article for the electroluminescence and engineering of the current LED,2015.

[4] L. Yang, J. Hu, L. Kim, M. W Shin, *Variation of thermal resistance with input power in LEDs*, phys. stat. sol, 2016, pp 2187-2190.

[5] A. V. Meier' Handbook, *Electric Power Systems*, John Wiley & Sons, http://www.wiley.com/go/permission , 2016, pp 67.

[6] D. Gacio, J. M. Alonso, J. Garcia, D. G. Llera and J. Cardesín, *Study on Passive Self-Equalization of Parallel-Connected LED Strings*, IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 51, 2015, pp 2536-2543.

[7] Steve Winder' Handbook, *Power Supplies for LED Driving*, Elsevier, www.books.elsevier.com.

[8] YU Kai, ZOU Xue-cheng, LONG Shuang, WANG Wei-xu , *High performance white LED driver with single-wire serial-pulse digita dimming* ,The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications ,February 2017, pp: 95–99.
[9] G. Kim, Woo-Chan, Bae, Chi-sung, Jeon, Soo-Yong; Pyun, Sung-Yeop
Cho, Dong-Ho, *Efficient Resource allocation for Rapid Link Recovery and Visibility in Visible-Light Local Area Networks*, IEEE Transaction on Consumer Electronics, 2010, pp-524-53I.
[10] L. Yi et al ,*Sub-mm Scale Fiber Guided Deep/Vacuum Ultra-Violet Optical Source for Trapped Mercury Ion Clocks*, Proc. Of the Precise, Time and Time Interval Systems and Applications, 2013.
[11] M. Poncc, I. Guerrero, J. Arau, J. Correa, J. M. Alonso, *Electronic ballasts for CFL operating at frequencies above of 1 MHz: design Ws\Xconsiderations and behavior of the lamp*, Power Electronics Congress,2012.