التنوير الكهربائي

بقلم انطوان باز
مهندس من المكتب الافرنسي في بيروت ومن مدرسة الكهرباء العليا في باريس

تمهيد

لا غروَ اذا دعي جيلُ العشرين بجيل الكهرباء فانتشارها يزداد يوماً فيوماً ، واستخدامها اصبح شاملاً لجميع الصناعات والفنون : فهناك الآلات الضخمة يديرها صغيرُ المحرّكات ، والقطارات الكهربائية تسير بسرعةٍ هائلة ، والمدُن تُنيرها الوف من الانوار ، والاحاديث والاغاني تنشرها المراكز اللاسلكية فيسمعها من يشاء عن بُعدٍ بعيد . وقد نالت البيوت حظاً وافراً من الرفاهية ففيها المكانسي والمراوح وآلات التدفئة ، وفيها القناديل تنيرها وتطفئها بحركة صغيرة .

ولما كانت بلادنا في شوطها الاول من تقدّم هذا الفن ، والمشاريع والاعمال الكهربائية منها ما ابرز الى حيّز الوجود ما ومنها ما لا يزال تحت الدرس ، احببنا الخوض في سلسلة مواضيع لعلّ منها لمطامي الشرق الاغر استفادة وسلوى .

ولا نكتم القرّاء الكرام ما صادفناه وما سنصادفه من المشقة في نحت الكلمات الفنية فقد كتبنا تلك الالفاظ بين خطين مع وضعها الافرنسي شارحين ، عند اللزوم ، ما يُرادُ بها في عرف الاختصاصيين . واننا نشكر كل من يدّ لنا يدَ المساعدة في هذا السبيل راجين من أئمة عصرنا ان يهتموا بهذا الامر ، فهو لغتنا العزيزة بمثابة الماء الزلال للواردة المطشانة .

هذا وقد رأينا ان نبدأ بموضوع ذي اهمية كبرى الا هو التنوير الكهربائي فنقول :

يعلمُ الكل ان المعادن اذا ارتفعت حرارتُها انارت كالحديد في كير الحدّاد ، وتوليدُ النور من الكهرباء تابع لهذه الشريعة (١ — فلو اجرينا تيّاراً كهربائياً

١) يوجد طريقة اخرى اساسها الشهاب الكهربائي (arc électrique) تُستعمل خاصة لإنارة ألواح السينما ، وبعض الشوارع في المدن الكبرى .

في سلك دقيق من المعدن ، ارتفعت حرارته ؛ فاذا بلغت درجة الالفي سنتغراد او اكثر اضاء. لكن يُخشى عليه ، اذ ذاك ، من التأكسد بالهواء. وهذا الذي دفع بعض العلماء الى ان يجعلوا ذلك الشريط ضمن بلبوس (ampoule) من زجاج ، محكم السدّ ، يُسحب منه الهواء.

انّا السلك فكان في البدء من «الكربون» المجون لان بقية المادن تذوب بدرجة تحت الالفين فلا يمكن استعمالها . ثم استعاضوا عن الكربون «بالتنجستين» (tungstène) يومَ وجد كوليدج العالم الاميركي طريقةً لعمل اسلاك دقيقة صلبة من هذا المعدن.

عمل القناديل

ان رأس البلبوس يُحكمُ فيه قع من النحاس الاصفر يُدعى (culot) يسير منهُ السلك واليه ينتهي. وهذا السلك يُسند ضمن الزجاجة الى شناكل من « المولبدين » (molybden) غارقة في عامود زجاجي . امّا قطر هذا السلك فدقيق جدًّا ، كما يظهر من الجدول التالي.

قوة القنديل	توتر المجرى	قطر السلك	طول السلك
١٦ شمعة	١١٥ فولت	٠,٠٢٦ ملليمترًا	١٨٠ ملليمترًا
٢٥ »	»	٠,٠٣١ »	١٩٠ »
٥٠ »	»	٠,٠٥٠ »	٦٨٠ »

قناديل « نصف وات » (demi-watt) — معناها

ان مقياس القوّة الكهربائية هو « الوات » (watt) وهو كناية عن جزء من ٧٣٦ من الحصان . فالقناديل على الكربون كانت ذات استهلاك عظيم ؛ اي ان كل شمعة كانت تصرف ثلاثة او اربعة واتات . وهذا هو السبب الذي ادّى الى تركها واستبدالها بقناديل « التنجستين » . وهذه ، رغم تسميتها

بقناديل «موفوولت» (monowatt)اي ذات وات واحد ، تستهلك في الحقيقة اكثر من وات لكل شمعة خصوصاً في القوات الصغيرة كما يرى في الجدول ١

وقد قام سنة ١٩١٣ مهندسان اميركيان باختراع قناديل « نصف وات » ، وهو نصف غرار لأننا سوف نرى ان استهلاك هذه القناديل ، في القوات الصغيرة ، مثله للقناديل العادية ، فضلاً عن انها تبهر النظر بسطوع نورها ، مما يستلزم لاستعمالها «تواشر» تحتفظ بقسم من النور . أما الفرق بين هذه القناديل والقناديل ذات « الوات الواحد » فهو ان داخل تلك مملوء من غاز الاركون (argon) وان السلك فيها على شكل ثلاثة ارباع الدائرة. وذلك لاسباب فنية يضيق بنا المجال لتبيانها.

جدول ١: بميزات قناديل «وات واحد» لمجرى ١٠٠ الى ١٣٥ فولت

قوة القنديل شمعة	استهلاك القنديل وات	الاستهلاك النوعي[1] وات	عمر القنديل ساعة
١١	١٦	١,٤٥	٠٨٠٠
١٨٤	٢٥	١,٣٥	١٠٠٠
٢٥,٨٠	٣٢	١,٢٤	١٠٠٠
٤١	٥٠	١,٢٢	١٠٠٠
١٠٠	١٠٠	١	١٠٠٠

١) الاستهلاك النوعي او (consommation spécifique) هو مقدار القوة الكهربائية اللازمة لكل شمعة . وقد اصبحوا اليوم يحددون القناديل تجارياً بما تستهلكه وليس بما تعطيه من الشمعات فيقولون قناديل ١٦ او ٢٥ او ٣٢ وات الخ الخ

جدول ٢: بمميزات قناديل «نصف وات» لمجرى ١١٥ فولت (١

قوة القنديل شمعة	استهلاك القنديل وات	الاستهلاك النوعي وات
١١,٤٠	١٦	١,٤٠
١٩,٢٠	٢٥	١,٣٠
٢٦,٦٠	٣٢	١,٢٠
٤٣,٥٠	٥٠	١,١٥
١٠٢	١٠٠	٠,٩٨
٢٢٣	٢٠٠	٠,٩٠
٥٩٥	٥٠٠	٠,٨٤
١٣٣٥	١٠٠٠	٠,٧٥
٣٣٥٠	٢٠٠٠	٠,٥٩
٥٣٥٠	٣٠٠٠	٠,٥٦

يظهر من المقابلة بين الجدولين ان القناديل «نصف وات» لا تمتاز عن قناديل «وات واحد» من حيث الاستهلاك الا لقوات ما فوق المائة شمعة.

اسوداد البلبوس

ان لاسوداد البلبوس، مع تمداد الزمن، سببين. الاول رطوبة ضمن البلبوس وسوء حالة الفراغ فيه. فهذه الرطوبة تجتزئ بحرارة السلك مما يؤدي الى تكوين اوكسيد التنجستين، وهو بدوره يتحوّل الى بخار ماء بواسطة الهيدروجين المحبوس بعجون الزجاج، والى تنجستين معدني يتجمع على الزجاج، فيسوده.

(١) ان الارقام المطاة تختلف قليلاً حسب مصدر القنديل، اذ ان لكل «ماركة» مميزات خاصة بها.

امّا السبب الثاني فتبخّر (évaporation) معدن السلك بقوة الحرارة ، وتجمّعه على صفحة الزجاج

وقد توصلوا اليوم الى ملافاة هذا الاسوداد بزيج كيماوي يدعى «الجتر» (getter) يُدهن به داخل الزجاج عند صنعه ، فيبيّض ما يتبخّر من التنجستين.

عمر القناديل

ان من القناديل الكهربائية ما تُنير الوفاً من الساعات دون ان تتكسر او ينقطع سلكها . غير ان نورها يتضاءل شيئاً فشيئاً وذلك لتبخّر السلك ، وسوء حالة الفراغ ضمن البلبوس . فمتى خسرَ القنديل عشرين في المائة من قوّته ، اي متى صار قنديل الخمسين شمعة مثلاً لا يعطي سوى اربعين او اقل ، عُدَّ ذلك القنديل معطلاً اي في آخر عمره ؛ ولزم استبداله بغيره . امّا هذا الوقت فيتراوح بين الثمانماية والالف ساعة.

وتزيد ان سرعة عطب القناديل تزداد بارتفاع توتّر المجرى ، لدقّة سلكها. ولهذا فقد عوّلوا في انارة السيارات والعربات المعرضة فيها القناديل لارتجاج دائم ، على توتّر يتراوح بين ٦ و ١٢ ڤولت.

نوع المجرى الصالح للتنوير الكهربائي

ان المجرى الكهربائي على نوعين منهُ مستمرّ ومنهُ متناوب (alternatif) وكلاهما يصلحان للتنوير اي لتحمية سلك القنديل . انما المجرى المتناوب يلزم ان يكون ذا تكرار (fréquence) كافٍ منعاً لارتجاف النور وازعاج النظر ، وقد اتفقوا في اوربا على التكرار ٥٠ وفي اميركا ٦٠ اي ان المجرى يتلاشى مائة او مائة وعشرين مرة في الثانية مع انقلاب القطبين . فلو كان التكرار ١ او ٢ مثلاً لرأينا القنديل يضيء ثم ينطفئ ثم يضيء وذلك مرتين او اربع في الثانية ، انما بكثرة التكرار يصعب على شبكية العين (rétine) التمييز بين ادوار التلاشي وادوار الانارة فيظهر لها النور متساوياً . ولا يجوز صحيًّا استعمال تكرار اخف من ٢٥ في الثانية للمجرى المتناوب.

يظهر مما سبق ان التنوير بالمجرى المستمر اصلح للنظر منهُ بالمجرى المتناوب اما سهولة نقل المجرى المتناوب بتحويله من توتّر الى توتّر عند استعماله . امّا التوتّر

المستعمل للتنوير فهو ١١٠ فولت ، غير ان بعض الشركات تستعمل ، خصوصاً للمجرى المستمر ، توتر ٢٢٠ فولت وهذا عدد لا يجوز تخطيه ضمن البيوت ، خوفاً من خطر التكهرب بلمس المجرى.

اصول التنوير

للتنوير قواعد يجهلها غالباً من اتخذوا مهنة مدّ الاسلاك في البيوت ، فتارة يعلقون التنديل في اعلى السقف واخرى يتركونه الى ان يدق برؤوس اهل البيت ، هذا اذا ضربنا صفحاً عن قوة القناديل التي يضعونها وهي غير كافية للأشغال المقصودة ، انما تلك مسألة اقتصادية تتعلق بالزبائن فلا نلومهم عليها.

قيمة الانارة

ان قوّة النور اللازمة لعمل ما تختلف بنوع هذا العمل . فصفّافو الاحرف المطبعيّة مثلاً يلزمهم تنوير اقوى من الواقفين لدى آلات الطبع . وخانطات الابيض ليست كخانطات الاسود من هذه الجهة . وسبب ذلك هو ان الاجسام منها ما تعاكس النور كالابيض ومنها ما تحتفظ بقسم منهُ كالاسود . وقد قام بعض الاختصاصيين فجعلوا لمختلف الصناعات حدّاً ادنى للتنوير فنقتطف من اعمالهم الجدول الآتي :

جدول ٣ : قيمة الانارة بحسب نوع العمل

نوع العمل	قيمة الانارة
الخياطة على قماش زاهر (فاتح)	٢٥ لوكس
» » » مشبع (غامق)	٥٦ »
» » » اسود	٨٠ »
الرسم	٥٠ »
غرف الشغل والقراءة	٤٠ »
غرف البيوت	من ٢٥ الى ٤٠
الماشي	١٠ الى ٢٠

وربما يتساءل البعض عن معنى لفظة لوكس . فهي في عرف الاختصاصيين مقياس الانارة او الدفقة النورية (flux lumineux) في المتر المربع ويمكن تحويلها الى شمعات كما سنرى

عدلنا الآن قيمة النور اللازمة بحسب نوع العمل ولا بأس من الزيادة عليها ، رغم ما يزعم البعض من العامّة ، بان كثرة النور تضرّ في اعصاب العين وتسبب العمى . فكيف يكون ذلك وقوّة انارة الشمس ثمانين الف لوكس ، وفي الظل خمسة آلاف ونحن لاسباب اقتصادية لا نتخطى المائة .

رسم ١ – ناشر للنور

ان سبب الضرر ليس قوة النور بل استعماله بدون نواشر (diffuseur) فيبهر النظر

بقي علينا البحث في قيمة توزيع النور : اننا نفضل ان يكون في غرفة واحدة فسيحة جملة قناديل بقوّات صغيرة على قنديل واحد عظيم النور . فهذا متعب للنظر بسطوعه وتلك موزّعة للنور ومخففة للظل . اما المسافة بين القنديل والآخر فتتراوح بين واحد واثنين من علوه فوق طاولة العمل (١) ، وبعده عن الحائط نصف ذلك .

ولا بُدّ لنا من كلمة في مايسمونه «ضاربة الاستخدام» (cofficient d'utilisation) اي في نسبة مجموع الدفقة النورية الى الدفقة المستخدمة (flux utile) وهذه الضاربة تابعة لون الجدران ، والسقف ، وقوة القناديل ، ونوع العواكس والنواشر ، وعليها تؤسّس قيمة النور اللازمة . وقد يُستعاض عنها في دروس التنوير بعدد تقريبي يتغير بحسب لون الغرفة يدعى « ثابتة الانارة » (constante d'éclairement)

---

١) ان طاولة العمل او سطح العمل (plan utile) يعدل علوها عن الارض ٧٥ سنتيمترًا

جدول ٤ : قيمة ثابتة الانارة بحسب لون الغرف

لون السقف	لون الجدران	قيمة ثابتة الانارة	
		بعاكس للنور	بناشر
زاهر (فاتح)	(كثير النتوح)	٤	٣
"	عادي	٣,٦	٣٤
مشبع (غامق)	مشبع (غامق)	٣,٣	٣

هذا ما احببنا تبيانه بخصوص قواعد التنوير وها اننا اتماماً للفائدة نحل للقرّاء العمل الآتي :

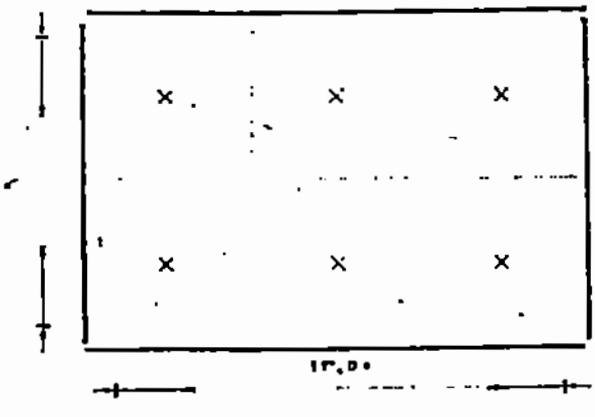
مثل : انز غرفة عمومية القراءة طولها ١٣,٥٠ متراً وعرضها ٩ امتار بعلو ١,٢٥

لون سقفها ابيض وجدرانها رمادي

١ً : قيمة التنوير — نرى في الجدول ٣ ان قيمة التنوير الضرورية لغرف القراءة هي ١٠ لوكساً

٢ً : عدد القناديل — من الحكمة توزيع القوة على ست قناديل كما في الرسم

٣ً : علو القناديل فوق طاولات العمل :



ان قاعدة العلو هي

علو = المسافة بين القناديل ٦,٥٠ / ١,٥٠ = ١,٥٠

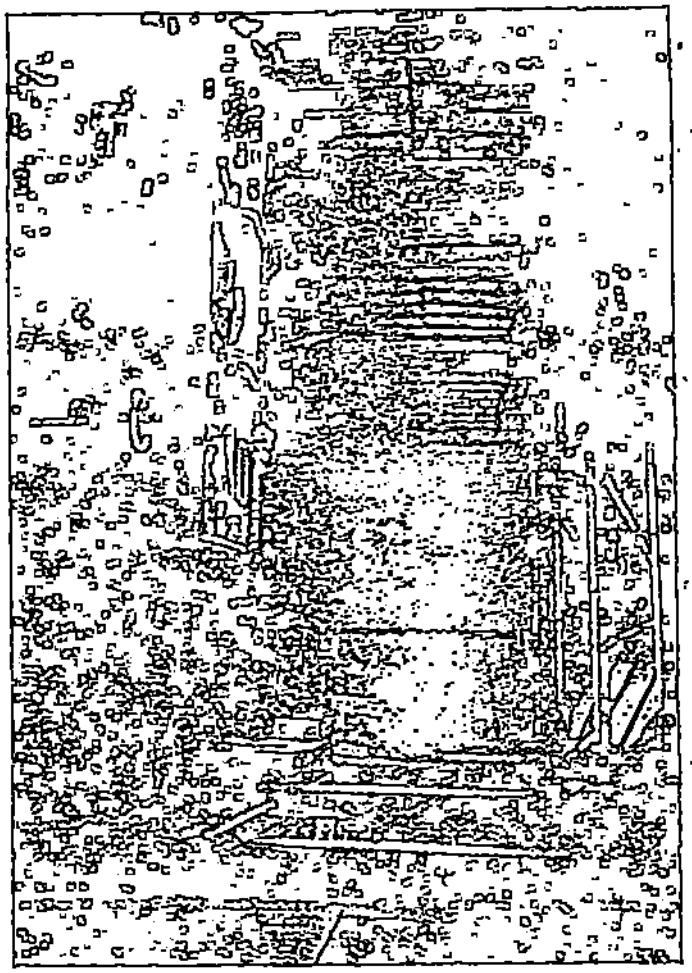
اي ثلاثة امتار

٤ : قوة القناديل — القاعدة ضرب قيمة الانارة اي ١٠ لوكساً بمساحة الغرفة (١٣,٥٠ × ٩ = ١٢١,٥٠ متراً مربعاً) مقسومة على ثابتة الانارة (٤) حسب الجدول) فيكون

$$\frac{١٢١,٥٠ \times ١٠}{٤} = ٣٠٤ \text{ شمعة}$$

اعني لكل قنديل ٢٠٠ شمعة تقريباً او ٢٠٠ وات اذا انتقينا قناديل «مونوولت»

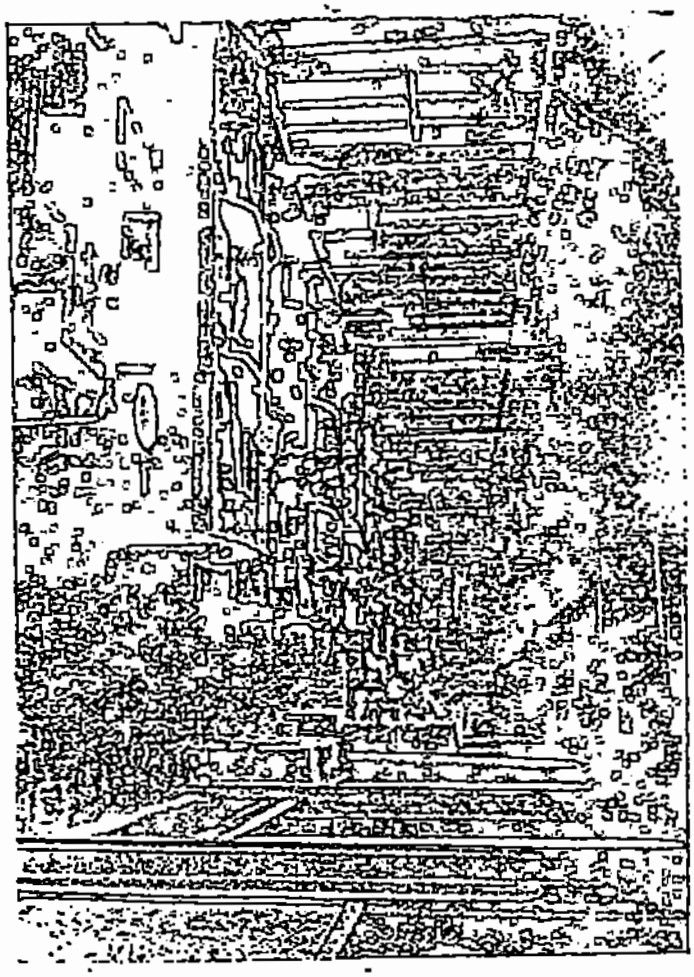
* * *



رسم ٢ — معمل صناعي انير بطريقة غير مباشرة

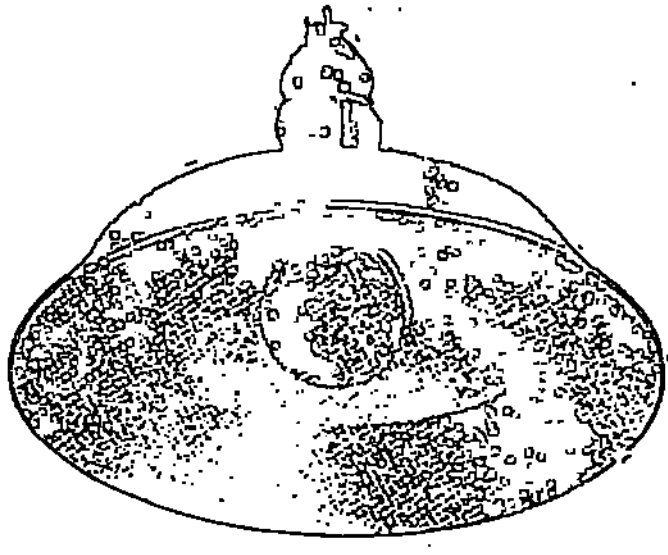
تلك بعض اصول التنوير ولا يخفى ما لها من الاهمية خصوصاً في انارة الدوائر الادارية والمحلات الصناعية . فقد اصبح من الثابت في اوربا انه متى

حسنت حالة التنوير في المعامل والدوائر زاد الانتاج بالمائة ٢٠ و ٣٠ ونقص التعطيل والكسر وغيره . وقد شعر رؤساء الصناعات بما لهذا الامر من التأثير



رسم ٢ — العمل نفسه بعد التنوير حسب الاصول

في زيادة ارباحهم فعمدوا ، في تنوير معاملهم ، الى اختصاصيين . وها نحن ناشر رسمين لمحل واحد انير في البدء بعواكس مبسطة وقناديل قليلة العلو (الرسم ٢) ، ثم على طريقة فنية بواسطة عواكس مخصوصة كما في الرسم ٣ . فيرى القارئ ان توزيع النور في الاول سيء جدًا وانهُ في الثانية مختف للظل ، متساوٍ .



رسم ٤ — عاكس لانارة المعلات الصناعية

وقفة باطلال بابل

بقلم حضرة الاب ا . س . مرمرجي الدومنيكي
من اساتذة المعهد الكتابي والاثري الفرنسي في القدس الشريف

٣

بعد انقراض سلالة حمورابي ، نهضت عائلة اصلها من نواحي مصب الفرات ، وظفرت بالملك . وقام منها ١٢ ملكاً ، اولهم ايلميلو ، وآخرهم عكشيل . وكانت مدة حكمهم من ٢٠٩٩ الى ١٧١٤ . ولم تفدنا الآثار بشيء عن اخبارهم . الا انهُ في زمن الملكين الاخيرين ، حدثت قلاقل وفتن في بابل ، مكنت قبيلة الكوسيين من الاستيلاء على المملكة ، فجلس زعيمها كنديش في بابل نحو سنة ١٧١٤