التجهيزات الفنية الكهربائية في المباني

قسم
الكهرباء

د. م. ياسر الحسون

٢٠٢٤

نظام إدارة المباني

(BMS) – Building Management System

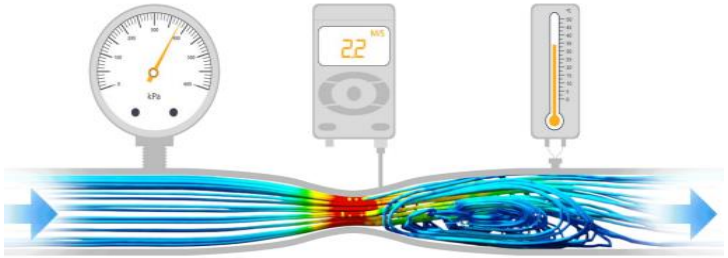
تعريف BMS

- هو نظام مراقبة وتحكم حاسوبي يُستخدم في المباني وظيفته الأساسية إدارة الأنظمة الكهربائية والميكانيكية داخل المبنى

من خلال شاشة تفاعلية (واجهة المستخدم الرسومية GUI- Graphical User Interface).

- يُظهر القيمة المعيّرة (Set point) و القيمة الحالية (Status) للحساسات على شاشة الحاسب على شكل بياني أو منحني أو رقمي.

مما يسهل مراقبة القياسات المختلفة (للحرارة والرطوبة والضغط والتدفق، القياسات الكهربائية.... إلخ) بصورة حية تفاعلية.



تأتي أهمية الـ BMS من تشغيل النظم (الكهربائية والميكانيكية) في المباني بالأداء الأمثل (Optimal Performance) .

الأداء الأمثل: تشغيل النظم وفق المعايير والاستندرات العالمية بأقل استهلاك طاقي.

ولتحقيق هذا الأداء لابد من :

مراقبة (monitoring)

تحكم (controlling)

تحليل (analyzing)

تشخيص (diagnostic)

تكامل (integration)

توافق (compatible)

والتنبؤ(Forecasting) بتغيرات الأحمال الطاقية (الحرارية - الكهربائية)

وبالتالي تخفيض تكاليف (التشغيل و الصيانة) والسرعة في تحديد موقع العطل في بدايته قبل تفاقم المشكلة .

وظائف نظام ادارة المباني (Functions)

- المراقبة والتحكم المركزي عن بعد .

- طباعة التقارير والمنحنيات والأشكال عن أحوال المعدات والأعطال

- التنبيهات والإنذارات المحلية & البعيدة (**SMS**).

- تحديد الأعطال في التجهيزات (تسهيل أعمال الصيانة).

- الاحتفاظ بالبيانات عن الأعطال وعدد ساعات التشغيل .

- اعتماداً على عدد ساعات التشغيل يقوم النظام بعمل مناورات التبديل في تشغيل (المولدات – لشيلرات - المحركات) وفق تسلسل مبرمج بالتناوب (راحة – عمل) (FIFO).

مزايا تطبيق نظام ادارة المباني (Features) مقارنة مع التحكم المستقل .

١- أنه نظام متكامل (Integrated system): بين النظم الكهربائية والميكانيكية المختلفة **لمتابعة حدث ما.**

على سبيل المثال: إذا حصل حريق في مكان ما فإنه يتم تشغيل الآلية المناسبة لإخماد الحريق وكذلك نظام الأخلاء الآلي الصوتي وتشغيل مروح شفط الدخان وفتح أبواب الطواري وتنزيل المصاعد للدور الأرضي وفتحها ...

٢- متوافق (compatible system) : إمكانية التخاطب بين موديولات الشركات الصانعة (***البروتوكول***) .

هناك العديد من الشركات العالمية المنتجة لأنظمة إدارة المباني ومنها على سبيل المثال :

٣- مرن و سهل التطوير والتوسع .

SIEMENS
ألمانية

BOSCH
ألمانية

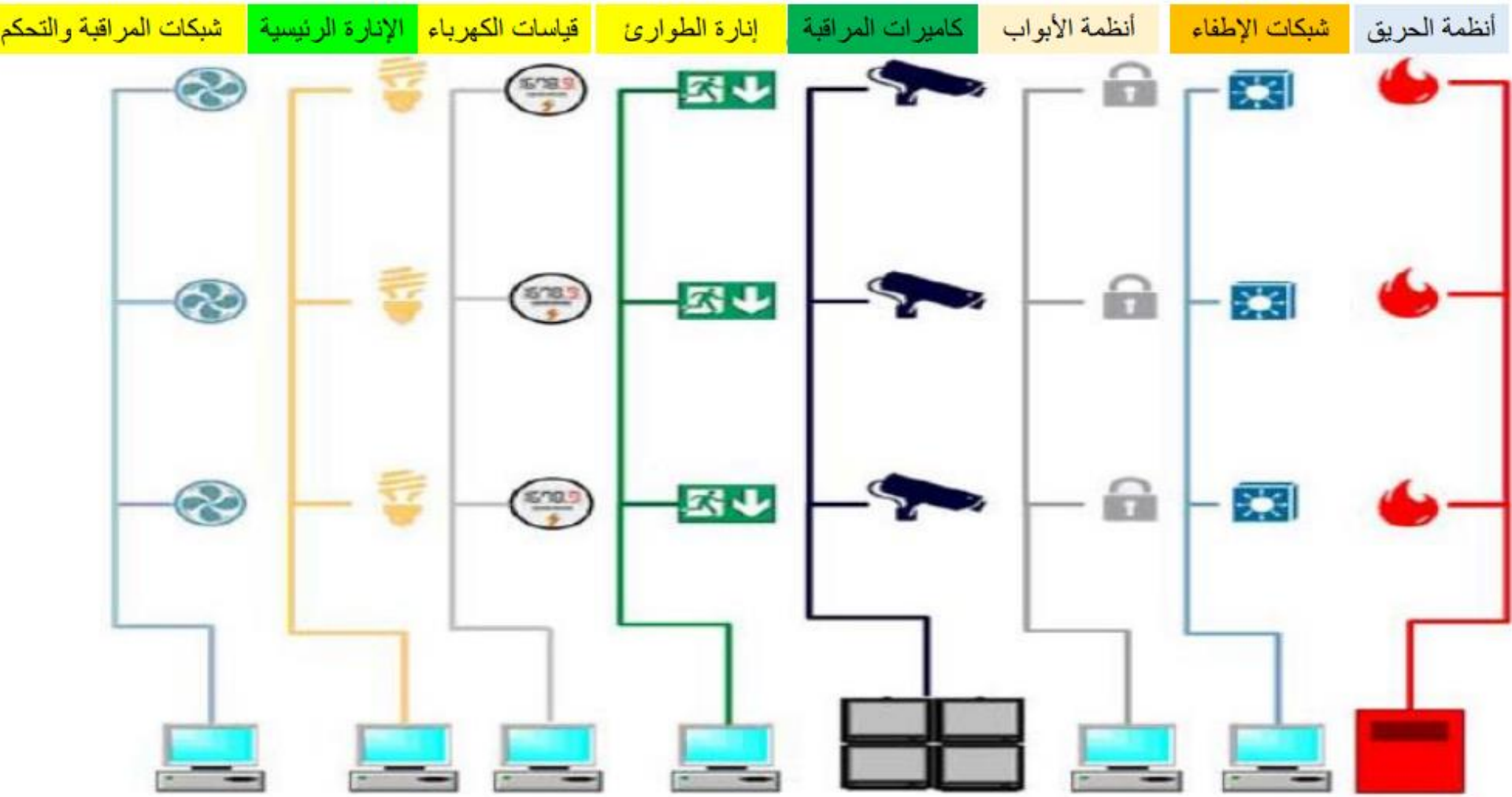
Johnson Controls
أمريكية

t.a.c by Schneider Electric
فرنسية

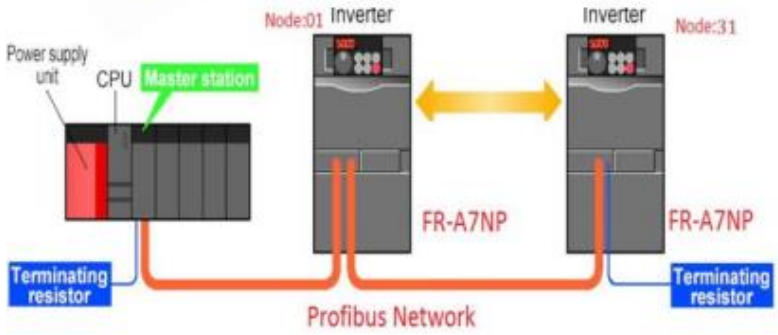
PHILIPS
sense and simplicity
هولندا

Honeywell
أمريكية

مثال عن التكامل (Integration) بين النظم (الكهربائية والميكانيكية) المختلفة في المباني .



فوائد نظام ادارة المباني (Benefits).



- التوفير في الطاقة و تقليل تكاليف التشغيل والصيانة.

- التوفير في النواقل (باستخدام سلكين فقط يمكن ربط كافة التجهيزات) بين المباني وغرفة المراقبة والتحكم.

- وثوقية التشغيل وتحسين جودة البيئة الداخلية والراحة والأمان للشاغلين .

من هم المعنيين بنظام الـ BMS ؟

- هم مهندسي العمارة والمدني والميكانيك والكهرباء الذين يعملون في مجال خدمات المباني Building (services) :

١- **العمارة:** (تقسيم المبنى لمناطق يمكن عزلها حسب طبيعة الإشغال أو في حالات الحريق).

٢- **المدني:** دراسة الأرضيات المناسبة لأوزان التجهيزات الثقيلة (الشيلرات – المحولات – المولدات – خزانات الوقود الكبيرة)

٣- **الميكانيك:**

- أعمال تكييف الهواء (HVAC).
- أعمال تغذية الماء والصرف الصحي Plumbing).

- مكافحة الحريق (Fire Fighting).

٤- **الكهرباء (التوتر المنخفض - Low Voltage):** Electrical Power, Lighting).

٥- **الكهرباء (التيار المنخفض - Low Current):** Fire Alarm – CCTV – Sound System).

المهندس الـ BMS : عليه أن يجمع بين خبرة أعمال الميكانيك و الكهرباء والأعمال الصحية ويعرف بمهندس الـ MEP .

كيف يتحكم الـ BMS ؟

- حساس الحرارة تشابهي
- حساس الضغط تشابهي
- حساس الرطوبة
- حساس الحرارة رقمي
- حساس الضغط رقمي
- مفتاح نهاية شوط
- حساس تدفق
- تماسات (مفتوح- مغلق)
- مستويات الإضاءة
- مقاييس الطاقة

(DDC- Direct Digital Controller) DDC

المحطة المركزية للمراقبة والتحكم

- شيلر(الضاغط)
- معالجة الهواء - المروحة
- معالجة الهواء - المخمد
- مضخة المرجل
- مخمد المجاري الهوائية
- السخان
- المضخات الأولية
- المضخات الثانوية
- متحكم بسرعة المضخات
- صمامات بمحركات

دورة عمل نظام الـ BMS

- **يقرأ الـ (BMS) المتغيرات** من الحساسات ووحدات القياس (STATUS)
- **يقارنها** بمستويات (Set point)
- **يحلل النتائج** تبعاً لبرمجيات خاصة
- **يُصدر** الأوامر (وفق برتوكولات تخاطُب تتوافق مع مختلف الأنظمة) للتنفيذ وتصحيح الحالات المتغيرة من خلال حلقة تحكم مغلقة (Closed Loop Control)
- **وكذلك يبادل** في تشغيل التجهيزات بشكل متسلسل زمنياً بنظام FIFO (عدد من الشيلرات أو عدد من المضخات).

البرتوكول : مجموعة من القواعد التي تحكم انتقال **البيانات** (Data) عبر الشبكة
مثل : BACnet -PROFIBUS.

المخططات التنفيذية للمشروع الكهربائي

1– مخطط مسار المواسير بمختلف أنواعها وطرق تثبيتها .

2– مخطط مسار حاملات الكابلات وعددها و أبعادها.

3– مخطط توزع المآخذ بمختلف أنواع مع المفاتيح الكهربائية.

4– مخطط أماكن توزع اللوحات الفرعية والعمومية وأبعادها وطريقة تثبيتها ودخول وخروج الكابلات من والى اللوحات مع تسميتها وترقيمها .

5- مخطط تفصيلي لتوزع القواطع الكهربائية في اللوحات بعد معرفة (سعات القطع ، تيار القصر، قيم اسمية للجهد والتيار،.....)

6- مخطط توزع الانارة العادية وانارة الطوارئ.

7– مخطط توزع أماكن الصواعد وعددها وأقطارها والمسافات البينية وطريقة التثبيت.

8– مخطط بمختلف أنواع أنظمة التيار الضعيف (أنظمة المراقبة، أنظمة الانذار، أنظمة الصوت، التلفون، شبكات الحواسيب،.....)

أهمية التنسيق مع المهندس المعماري

بخصوص تحديد المساحات والأماكن اللازمة لتوضع المعدات الكهربائية

1– غرفة المحولات : مثلاً اذا تجاوز حمل المبنى 500KVA يتعين تخصيص مكان لغرفة المحولات ويتغير تبعاً لكود الدولة المعمول به.

- اذا كانت المحولة من النوع الزيتي ، يجب اضافة حجرة تجميع زيت بعمق أكثر من ٦٠ سم .

2- غرفة مولدات الديزل:

- تتوقف مساحتها على حجم أحمال الطوارئ بالمبنى.

- تتطلب جدران عازلة للصوت.

- ارتفاع الحجرة من ٣ الى ٥ م أو تبعاً لكتالوج المولدات.

3- غرفة اللوحات العمومية:

- تحتوي على اللوحات الرئيسية لشبكة التوزيع الخاصة بالمبنى

غرفة المولدات الاحتياطية (ديزل)

غرفة اللوحات الكهربائية

غرفة المحولات

أهمية التنسيق مع المهندس الانشائي

- من أجل تحديد أماكن توضع المعدات الكهربائية ذات الأوزان الثقيلة التي ستوضع في طوابق عليا لمراعاة سماكة البلاطة وأحمالها. في الابراج العالية جداً توضع محطة لمحولات التوزيع في منتصف المبنى لتغذية النصف العلوي منه.

أخطاء شائعة :

- سوء توزيع الدارات الكهربائية وضخامة كمياتها وتركيزها الشديد بالقرب من أحد الأعمدة ضمن الجسر الصلب مما يفقد هذا الجزء مساحة كبيرة وهامة من مساحة مقطعه خاصة مع وجود مواسير أخرى ملاصقة لهم للصرف الصحي ولمواسير التكييف، فكيف سيكون لهذه البلاطة القدرة على تحمل اجهادات القص التي تبلغ قيمتها القصوى بالقرب من الأعمدة ؟

أهمية التنسيق مع مهندس الميكانيك

للتأكد من :

- عدم تعارض أماكن توضع المعدات الكهربائية مع الميكانيكية.

أخطاء شائعة :

- وضع مخرج اطفاء حريق فوق مصباح فلورسنت متدلي من السقف .
- وجود انابيب التكييف في أماكن تعيق الفراغ المتاح في الممرات قبل تمديد مواسير الكهرباء.
- تعارض مسار دكتات التكييف مع حوامل الكابلات

خطوات تصميم المشروع الكهربائي

1- تحديد المتطلبات العامة للتصاميم والتركيبات الكهربائية (دفتر الشروط الفنية)

2- تقدير الأحمال الكهربائية Load Estimation بصورة مبدئية بناء على حسابات المساحات وتشمل تقدير أحمال الانارة ، المآخذ ، التكييف ، الصحية .. إلخ . وتشمل هذه المرحلة أيضاً حساب الحمل الكلي التقريبي باستخدام عوامل الطلب Demand Factors (يتعلق بنوع واحد من الأحمال) وعوامل التباين Diversity Factors (يتعلق بأنواع مختلفة من الأحمال) وعموماً فهذه الخطوة مهمة لبدء إجراءات الحصول على تراخيص البناء من الهيئات المعنية حيث تبدأ هذه الإجراءات فى الغالب قبل الانتهاء من التصميمات النهائية. لاحظ أننا لو انتظرنا حتى تكتمل كافة المعلومات التفصيلية الخاصة بكافة عناصر المشروع فإن ذلك سيكلفنا تأخيراً زمنياً كبيراً ، فالمعماري مثلاً لن يتمكن من تحديد المساحات المطلوبة للأعمال الكهربائية وأماكنتها ومساراتها ، كما سيتأخر مهندس الإنشاءات الذى يحتاج لمعرفة أماكن المعدات الثقيلة المتعلقة بالكهرباء ، وهكذا كافة التخصصات الأخرى، ومن هنا لم نكون قادرين على عمل تقدير مبدئي للأحمال إلى أن يتم مراجعة هذا التقدير خلال مراحل المشروع المختلفة.

تشكل أحمال الإنارة بين 20% إلى 50% من الحمل الكهربائي . و يتراوح الحمل القياسي لأحمال الإنارة لكل متر مربع في المباني المختلفة بين 2 واط/م^2 كما فى المخازن إلى حوالى 50 واط/م^2 كما في الملاعب. وتتوقف القيمة المستخدمة على الكود القياسي المستخدم .

تقدير الاحمال الكهربائية

- **التقدير الاولي لأحمال الانارة :**
- حسب NEC عام 2011 نضيف هذا الجدول

نوع الحيز أو المرفق	الحمل النوعى لكل متر مربع (واط)
البنوك	25
أماكن العبادة	20
النوادى الملاعب	50-20
المستشفيات	35-20
الفنادق ومبانى الشقق المفروشة	15
المدارس	20-16
المكتبات	20-15
المتاجر	25
السلالم	10

- وهذه القيم تتناقص باستمرار بسبب استخدام اجهزة الانارة الموفرة للطاقة.

خطوات تصميم مشروع كهربائي

3- تصميم أعمال الإنارة ووضع رموز عناصر الانارة، المصابيح والمفاتيح الكهربائية على المخطط ، وتحديد أماكن المخارج العامة (المآخذ)، ووضع رموزها فى أماكنتها على المخطط .

4- تصميم الأعمال الكهربائية لأحمال القوى مثل التكييف والمصاعد ، مضخات المياه ،...إلخ مع وضع رموز مناسبة لأماكن كافة مخارج القوى الكهربائية اللازمة لهذه الاعمال . وهذا كله بالطبع يتم بالتنسيق مع المهندسين المختصين فى هذه التخصصات.

5- البدء فى حسابات الدوائر الفرعية Branch Circuits وتصميم دوائرها ، وهذه الدوائر الفرعية هى الدوائر الكهربائية التى تنتهى بأحمال (لمبات ، مخارج عامة ، مخارج قوى ، ...الخ).

6- تصنيف الأحمال طبقاً لطبيعتها (إنارة ، أحمال قوى ، أحمال هامة ، حرجة ، طوارئ ، إلخ).

7- تجميع الدوائر الفرعية فى لوحات توزيع فرعية طبقاً لطبيعة الحمل وتصنيفه بحيث يتم تجميع دوائر انارة مثلا بانواعها المختلفه فى لوحات منفصلة مع انشاء جداول حسابات لهذه اللوحات يأخذ فيها بعين الاعتبار قواعد التصميم الأساسية.

8- تصميم دوائر المغذيات العمومية أو اللوحات العمومية (وهى الدوائر الكهربائية التى تنتهي بلوحة توزيع وليس بحمل محدد) حيث تتم تغذية اللوحات الفرعية من لوحات أخرى عمومية ، ويتم في هذه المرحلة تحديد أماكن اللوحات الفرعية والعمومية بدقة.

خطوات تصميم مشروع كهربائي

9- حسابات المحولات وقواطع الحماية (Circuit Breakers) Feeders & CB للوحات العمومية طبقاً لقواعد التصميم المتفق عليها وعمل جداول خاصة باللوحات العمومية.

10- عمل المراجعات الضرورية للتصميم.

11- اعتماد نظام تغذية للوحات بالمشروع Distribution System طبقاً لطبيعة وأهمية المبنى من خلال الاجابة على عدد الأسئلة المهمة على سبيل المثال:

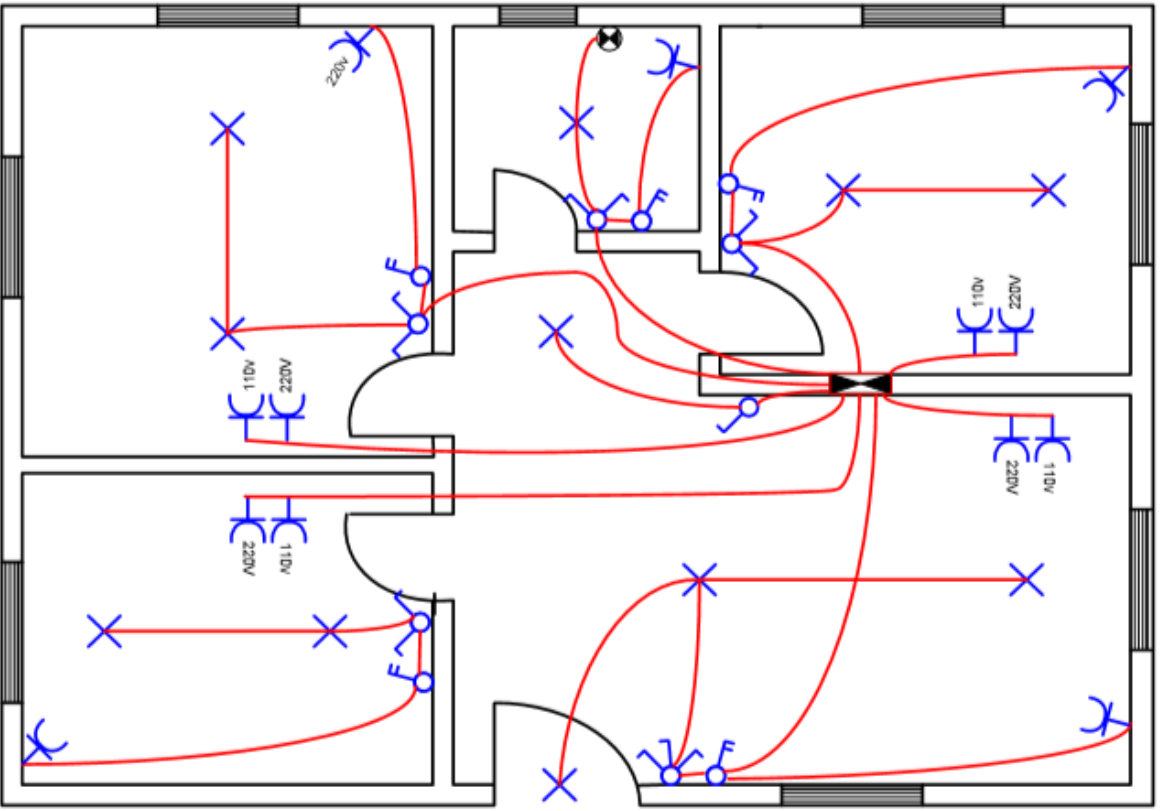
هل يتم التغذية من مصدر واحد أم مصدرين ؟؟ وما حجم مولد الطوارئ إن وجد؟ وكيف ستتم توصيله؟ ... وهكذا مع رسم Single Line Diagram مبدئي للشبكة. كما يتم تصميم منظومة التأريض الخاصة بالمشروع.

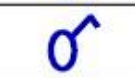
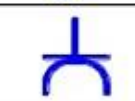
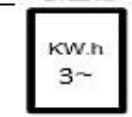
12- تصميم دوائر تغذية الانظمة المساعدة Auxiliary Systems أو أنظمة التيار الضعيف وهي أنظمة عديدة مثل:

Data Networks , Fire alarm , Fire Fighting , Earthing , Telephone, Antenna

13- كتابة دفتر الشروط والمواصفات الفنية وتحديد جداول الكميات .

مثال لتوزيع المآخذ والمفاتيح الكهربائية



رموز الخامات المستخدمة في التمرين	
مفتاح المكيف. 45 أمبير	
مفتاح الإنارة المزدوج.	
مفتاح ثلاثي	
مفتاح مفرد	
بريز (مأخذ كهربائي).	
المصباح الكهربائي.	
لوحة التغذية والتوزيع الرئيسية	
مروحة شفط الهواء	
قاطع الحماية الرئيس (~ 3).	
عداد ثلاثة أوجه (~ 3).	

مثال لتوزيع عناصر الانارة في مبنى سكني
باستخدام برنامج AUTOCAD

مواصفات الأعمال الكهربائية

كثيراً ما يتكلم المختصون فى التصميمات الكهربائية عن " الكود المستخدم " **فما المقصود بالـ " الكود " ؟؟**.

- بداية هناك فرق بين **كلمة المواصفات الفنية و كلمة كود** وان كان الشائع هو استخدام كل واحدة منها مكان الاخرى وهذا غير دقيق فعلى سبيل المثال : طريقة تركيب المحول مثلاً يحددها الكود، لكن مواصفات المحول الفنية تجدها فى المواصفات الفنية للمحول من الشركة الصانعة(Data sheets).
- في جميع الخطوات السابقة يفترض انها تمت بناء على مواصفات قياسية محددة ، ولها مرجعية تنفيذية طبقاً لـ " الكود " المتبع فى الدولة وتفاصيل هذا الكود تحدد بواسطه الهيئات الحكومية فى الدولة ، وبالطبع يمكن أن تستخدم أي كود عالمي مثل (National Electrical Code) NEC أو BS (British Standards) شريطة ألا تتعارض مع الكود القياسي بالبلد.

IEC (international engineering code)

تصميم انارة المباني

في هذا الفصل سنتعرف على أهم مصابيح الإنارة الكهربائية المستخدمة في تطبيقات الإنارة الداخلية وبالطبع لم يتم شرح كل مصابيح الانارة والتي هي كثيرة ومتنوعة ولكن تم التركيز على أهم مصابيح الانارة المستخدمة بشكل كبير وتم تجاهل المصابيح القديمة او التي لاتستخدم الا نادرا او التي تم حظرها لانها تستهلك الكثير من الطاقة الكهربائية.

لقد تم شرح اهم الخصائص لهذه المصابيح وتم تجاهل طريقة العمل الفيزيائي لان المهم هو معرفة تطبيقات هذه المصابيح بغض النظر عن طريقة عملها فمصمم الانارة يهمه النتائج النهائية للمصباح المراد استخدامه وتم التركيز على الخصائص التالية لمصابيح الانارة.

أ.	إستطاعة المصباح	Watt
ب.	كفاءة المصباح	Efficacy
ج.	درجة حرارة اللون	Color Temperature
د.	درجة تمييز الالوان	Color rendering
هـ.	بريق الإنارة	Brilliance
و.	خاصية الإنارة المركزة	Accent
ز.	عمر المصباح	Average Life
ح.	خاصية الإعتام	Dimmable

compact fluorescent lamp

إستطاعة المصباح

هي مقدار مايصرفه المصباح الكهربائي من طاقة كهربائية وتقد بالوات Watt.

كفاءة المصباح Efficacy

هي مقدار مايعطيه المصباح من ضوء باللومن لكل وات ويتم حسابها بقسمة كمية اللومن للمصباح على إستطاعته

والجدول التالي يبين كفاءة بعض المصابيح

نوع المصباح	الفيض الضوئي	الكفاءةلومن/وات Lumen/Watt
المصباح المتوهج 60 وات	750 لومن	12.5 ↓
مصباح هالوجين 100 وات	2200 لومن	22
مصباح فلورسنت 14 وات	1350 لومن	96 ↑
مصباح ميتل هالايد 20 وات	1700 لومن	85

نلاحظ بأن كفاءة مصباح الفلورسنت تزيد عن 7 أضعاف كفاءة المصباح المتوهج.

تم ذكر درجة حرارة اللون الناتج من ضوء الشمس في الفصل الاول وهي خاصية مهمة لمعرفة إختيار لون الانارة الناتجة من المصباح الكهربائي.

درجة حرارة اللون

درجة حرارة اللون أبيض دافيء Warm white

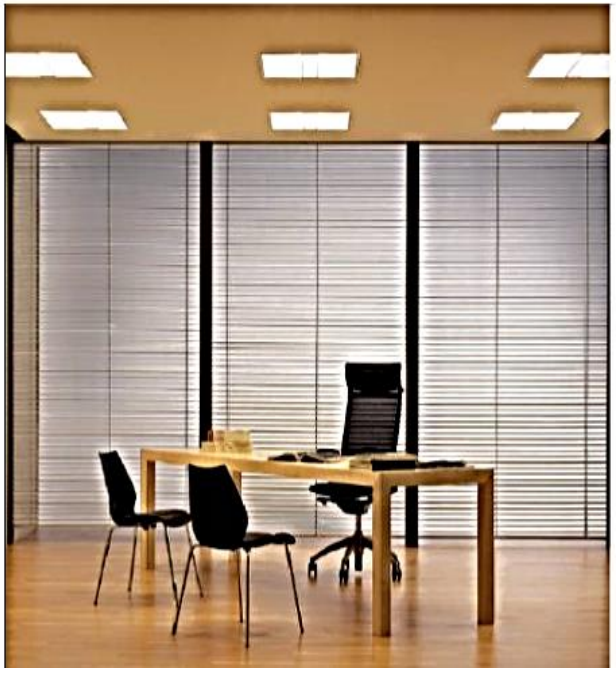
درجة حرارة اللون أبيض بارد Cool white

وأكثر نوع من المصابيح الكهربائية التي لها تدرج كبير في الألوان هو مصباح اليد LED وكذلك مصباح الفلورسنت أو الفورسنت المدمج والجدول التالي يبين بعض قيم درجات حرارة اللون.

لون الضوء	درجة الحرارة
الأبيض الدافي (يميل للحمرة)	2700K
الأبيض الدافيء (ابيض أصفر)	3000K
أبيض عادي	4000K
أبيض بارد (ضوء النهار) Daylight	6500K
أبيض بارد جدا	8000K

لون ابيض بارد درجة حرارة اللون 6500K

لون ابيض دفيء درجة حرارة اللون 2700K



دجة تمييز الالوان (Color Rendering)

هذه الخاصية تعبر عن مدى قابلية المصباح االكهربائي لإظهار الألوان للأجسام بالمقارنة مع ضوء الشمس.

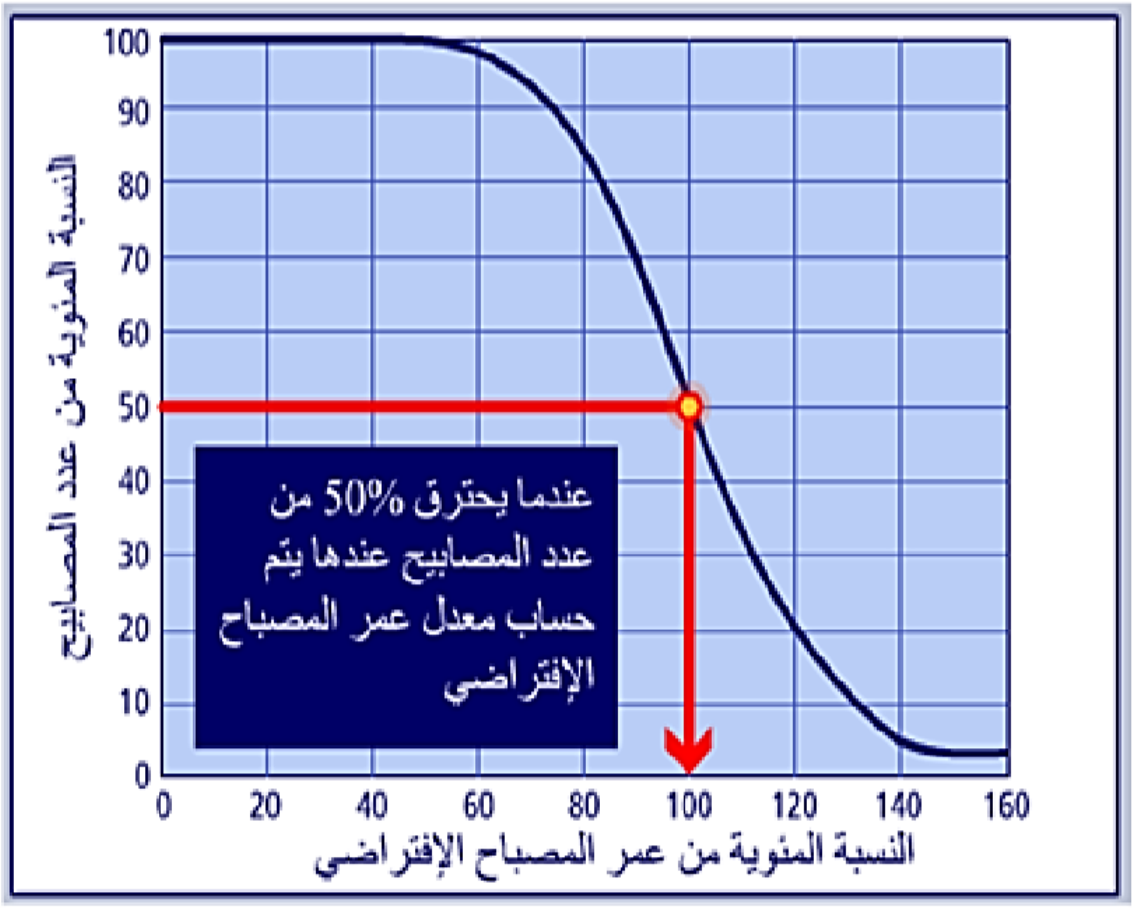
وتعتبر الألوان التي ترى تحت ضوء الشمس هي الألوان الحقيقة؛ ويرمز لهذه الخاصية بالرمز Ra والرقم هو عبارة عن نسبة مئوية فخاصية إظهار الألوان للشمس هي Ra= 100.

وتختلف المصابيح الكهربائية بهذه الخاصية والجدول التالي يوضح بعض هذه القيم

المصباح	خاصية إظهار الألوانRa
الهالوجين والمتوهج	100 ↑
مصباح الفلورسنت الأحادي الفسفورHalo-Phosphor	60
مصباح الفلورسنت المتعدد الفسفورTri-phosphor	80

عمر المصباح Average Life

هو العمر الافتراضي بالساعات الذي يعطي فيه المصباح الضوء قبل ان يحترق, ويتم حساب هذا المر الافتراضي من قبل الشركات المصنعة للمصابيح عند اختبار عينة من المصابيح فإذا احترق نصفها فعنئذ يتم تحديد عمر المصباح بعدد الساعات.



تحديد العمر الإفتراضي للمصابيح

إن معرفة العمر الإفتراضي للمصابيح مهم جدا وذلك للتقليل من الصيانة وخصوصا في الارتفاعات العالية والجدول التالي يبين العمر الإفتراضي بشكل تقريبي لبعض أنواع المصابيح

نوع المصباح	العمر الإفتراضي
هالوجين	2000 ساعة
هالوجين بتقنية الأشعة تحت الحمراء	5000 ساعة
مصباح فلورسنت T5	20000 ساعة
مصباح ميتل هالايد	12000 ساعة
مصباح ليد LED	50000 ساعة

خاصية الإعتام Dimmable

هي القدرة على إعتام المصباح وتخفيف ضوءة بإستخدام ادوات تحكم وهي خاصية تتمتع بها أغلب المصابيح التي تستخدم للإنارة الداخلية بإستثناء مصباح الميتل هالايد لذلك إذا كان لدينا تطبيق مثل قاعة حفلات وكنا نريد التحكم بشدة الإنارة عن طريق إعتامها فيجب تجنب المصابيح التي لايمكن إعتامها مثل مصباح الميتل هالايد.

خاصية الإنارة المركزة Accent

عند استخدام إنارة مركزة يجب اختيار مصابيح تكون مناسبة لهذا النوع من الانارة وهي المصابيح الصغيرة مثل الهالوجين والميتل هاليد اما المصابيح الكبيرة مثل الكومباكت فلورسنت والفلورسنت فهي غير مناسبة إطلاقا للإنارة المركزة

أجهزة سبوت لايت معلقة على السكك غاطسة في السقف للإنارة المركزة

أجهزة سبوت لايت غاطسة في السقف للإنارة المركزة

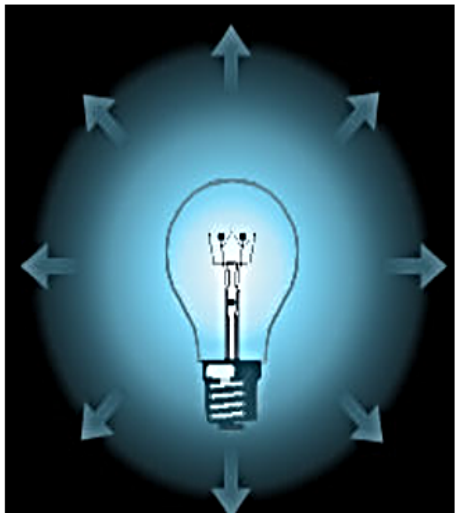
المصابيح صغيرة الحجم او مايسمى بالمنابع النقطية Point Source مناسبة للإنارة المركزة

الفيض الضوئي Luminous flux

يعرف الفيض الضوئي بكمية الضوء الصادر عن منبع الضوء وهي المصباح الكهربائي في جميع الاتجاهات ويقاس بوحدة تسمى اللومن Lumen. وهو مهم جدا فمن خلاله نستطيع إختيار الإستطاعة المناسبة لمصباح معين والجدول التالي يبين كمية الفيض الضوئي لبعض هذه المصابيح

نوع المصباح	الفيض الضوئي
المصباح المتوهج 60 وات	750 لومن
مصباح هالوجين 100 وات	2200 لومن
مصباح فلورسنت 14 وات	1350 لومن
مصباح فلورسنت مدمج 17 وات	1250 لومن
مصباح ميتل هالايد 20 وات	1700 لومن

باختصار الفيض الضوئي هو كمية الضوء التي يعطيها المصباح في جميع الاتجاهات.



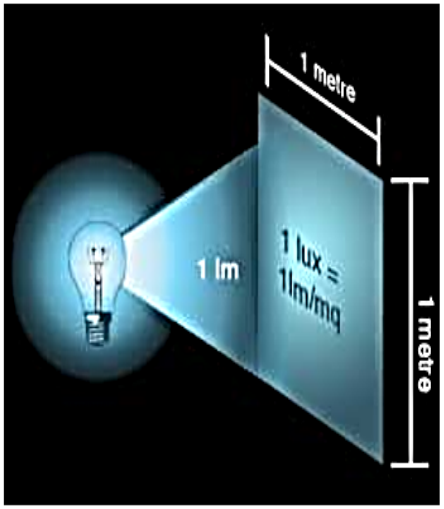
ويتم إختيار اللومن المناسب للمصباح المناسب في التطبيقات وعادة ماتستخدم القيم التالية بشكل عام

- للإنارة العامة للأسقف ذات الارتفاع المنخفض أقل من 3 امتار 1000-2000 لومن.
- للإنارة العامة للأسقف ذات الإرتفاع المتوسط حتى أقل من 5 امتار حتى 5000 لومن.
- للإنارة العامة للأسقف ذات الارتفاع العالي حتى 15000 لومن.

وهذه القيم إرشادية وقد تختلف بإختلاف المكان وطبيعة النشاط.

مستوى الإنارة Illuminance

هو كمية الضوء في المكان ويقاس بوحدة تسمى اللكس Lux. والواحد لكس تعادل لومن لكل مترمربع و من المهم جدا معرفته حيث من خلاله نستطيع معرفة كمية الضوء المناسبة لمكان معين.



اللكس يعادل لومن لكل متر مربع فإذا قلنا انه في المكاتب نحتاج الى 500 لكس أي اننا نحتاج الى 500 لومن لكل متر مربع من المكتب.

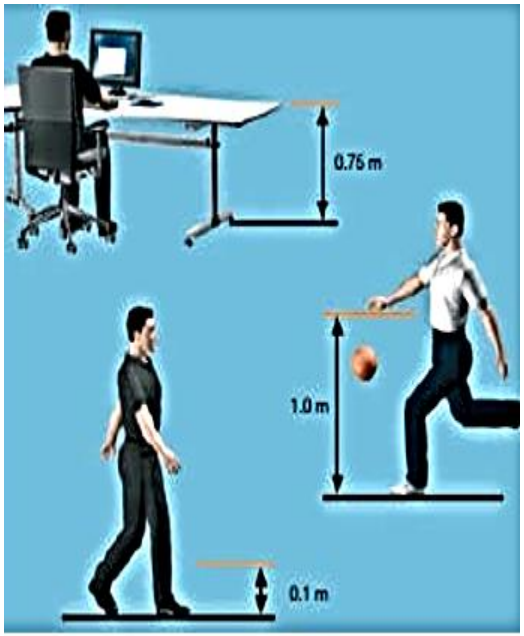
فمثلا في المكتب ذو مساحة 10 متر نحتاج الى 5000 لومن (500 lumen x 10 meter)

اما المكتب الذي مساحته 100 متر فإننا نحتاج الى 50000 لومن (500 lumen x 100 meter)

بالطبع إستخدام قيمة محدة لاتتعلق بالمساحة يجعل الامر اسهل لذلك نحن لانقول بأننا نحتاج الى 500 لومن/مترمربع فالمكتب الصغير يحتاج الى 5000 لومن والمكتب الكبير الى 50000 لومن بل نقول ان كلا المكتبين له نفس مستوى الانارة وهو 500 لكس .

إن دقة المعلومات وصغر حجمها يجعلنا نحتاج الى انارة عالية فمثلا الشخص الذي يعمل في صناعة الساعات يحتاج الى مستو عال من الانارة يصل الى 3000 لكس ونفس الشيء ينطبق على طبيب الاسنان أما في الممر فإننا لا نريد ان نرى اشياء صغيرة وانما نريد التنقل من مكان لاخر فلذلك نحن لانحتاج اكثر من 100 لكس. وتعطي المواصفات العالمية كمية الضوء المنصوح بها على سطح العمل لأماكن مختلفة وذلك حسب نوع النشاط والجدول التالي يبين كمية الضوء على سطح العمل لبعض التطبيقات.

نوع التطبيق	مستوى الانارة	إرتفاع سطح العمل عن الارض
المكاتب	500 لكس	على سطح المكتب 0.75 – 0.85 متر
أماكن الاستقبال في الفنادق	300 لكس	على طاولة الاستقبال 0.75 – 0.85 متر
المطاعم	200 لكس	على الطاولات 0.75 – 0.85 متر
المداخل الرئيسية	100 لكس	0.2-0.1 متر
غرف الإنتظار	200 لكس	0.85 – 0.75 متر
الممرات	100 لكس	0.2-0.1 متر
السلالم الثابتة اوالسلالم المتحركة	150 لكس	0.2-0.1 متر



سطح العمل يختلف بإختلاف النشاط

لايعني تحقيق كمية الانارة حسب المواصفات العالمية ان الانارة جيدة وإنما يعني ان الانارة كافية. فمستوى الانارة لايعبر عن جودة الانارة وانما يعبر عن كمية الانارة وفي المثال التالي نلاحظ مكتب تمت انارته بـ 500 لكس بعدة طرق مختلفة حيث نلاحظ ان هنالك فرق واضح في نوعية الانارة تؤثر على النشاط والراحة النفسية وجاذبية المكان لذلك من الخطأ الاعتماد حصريا على مستوى الانارة مثل ماهو شائع عند العديد من المهندسين ولابد من أخذ العوامل السابقة بعين الاعتبار.

أنواع الانارة

إنارة مباشرة منتشرة (أجهزة لها ناشر)

إنارة مباشرة (أجهزة لها عاكس)

إنارة مباشرة (Downlight)

إنارة غير مباشرة

أنواع مصابيح الإنارة

مع أنواع المصابيح كثيرة إلا انه تم ذكر أحدث هذه المصابيح و أكثرها إستخداما مع ذكر أهم محاسنها وأهم مساوئها ومن يريد الإطلاع على كافة المعلومات الفنية فعليه مراجعة كاتالوجات الشركات المصنعة للمصابيح وأشهر هذه الشركات هي الشركات التالية:

- شركة اوسرام الالمانية Osram
- شركة فيليبس الهولندية Philips
- شركة جي إي الامريكية GE

تتيح هذه الشركات على مواقعها على الانترنت كاملة ومفصلة عن المصابيح لذا يمكن الإطلاع عليها لمعرفة المزيد من التفاصيل.

تم شرح المصابيح التالية

- مصباح الهالوجين Halogen lamp
- مصباح الميتل هاليد Metal halide lamp
- مصباح الفلورسنت Fluorescent lamp
- مصباح الفلورسنت المدمج Compact Fluorescent Lamp
- مصباح اليد LED

Lamp types أنواع المصابيح واستخداماتها

Incandescent lamp) - المصباح المتوهج

1

Efficiency : 13 lumen / W
RA : 100
USED: DOMESTIC LIGHTING

Tungsten – halogen lamp)

2

Efficiency : 14-22 lumen / W
RA : 100
USED: DECORATION

Fluorescent lamp

3

Efficiency : 58-99 lumen / W
RA : 40-100
USED: GENERAL LIGHTING

(Low pressure sodium lamp, SOX) - مصباح صوديوم ذو ضغط منخفض

4

Efficiency : 100-200 lumen / W
RA : 20
USED: STREET LIGHTING

.(High pressure sodium lamp, HPS) - مصباح صوديوم ذو ضغط عال

5

Efficiency : 95-150 lumen / W
RA : 45
USED: STREET LIGHTING, COMMERCIAL

(High pressure mercury vapour lamp, HPM) - مصباح زئبق ذو ضغط عال

6

Efficiency : 55 lumen / W
RA : 40
USED: STREET LIGHTING, INDUSTRIAL

Metal halide lamp مصباح الميتل هالايد

- إنارة تنسيق المواقع
- إنارة الملاعب
- إنارة الساحات العامة
- إنارة المطارات
- إنارة المعارض والمحلات
- إنارة الأماكن التي لها أسقف مرتفعة

أما القدرة بالوات فلها تنوع كبير وأشهرها

2000-1000-400-250-150-70- 35- 20

مصباح اليد LED

هي مصابيح حديثة وتتطور بسرعة كبيرة حيث انه من المتوقع ان تحل هذه المصابيح محل معظم أنواع المصابيح الاخرى وذلك لمزايها العديدة ومنها

أهم محاسن مصابيح اليد LED

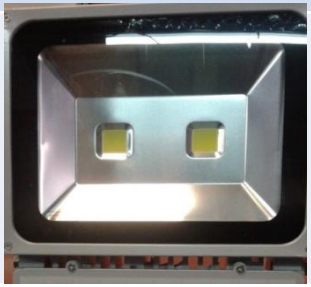
1. كفاءة عاليه تصل إلى 90% وهي تتحسن بإستمرار.
2. حجم صغير جدا.
3. مناسبة للإنارة العامة والإنارة المركزة.
4. عمر طويل يصل إلى 50000 ساعة مما يجعل فترة صيانتها كبير كل 15 عام أو اكثر.
5. لاتولد حرارة.
6. يمكن إعتامها Dimmable.
7. لها درجات حرارة متنوعة بين الابيض الدافيء إلى الابيض البارد.
8. درجة تتميز الالوان فيها تصل إلى 95%.

أهم مساويء مصابيح اليد LED

1. سعرها مرتفع جدا فهي أغلى انواع المصابيح.
2. لاتتوفر منها اجهزة بكميات تدفق ضوئي عالي(لومن) لذلك فهي مقصورة على الارتفاعات المنخفضة ولايمكن استخدامها في الارتفاعات العالية جدا ولكن من المتوقع خلال السنوات القادمة ان تتوفر أجهزة تغطي الارتفاعات العالية مع تطور هذه التقنية.

أشهر أجهزة الانارة الليد المستخدمة حالياً

اسم الجهاز وتوصيفه	شكل الجهاز
جهاز إنارة شريحة ليد سقفي مخفي ضمن السقف المستعار ٣٠ واط: وهو عبارة عن هيكل معدني(إطار ألمنيوم) مطلي باللون الأبيض مزود بعاكس من الألمنيوم اللماع عالي النقاء ويحقق أعلى فاعلية ضوئية وأفضل توجيه للفيض الضوئي، مصدر الضوء هو شريحة ليدات واستطاعة الجهاز ٣٠ واط والفيض الضوئي بحدود ١٩٠٠ لومن .	
جهاز إنارة ليد(بانال) سقفي مخفي استطاعة (١٨ واط) : من النوع المخفي ضمن السقف المستعار وهو عبارة عن هيكل معدني(إطار ألمنيوم) مطلي باللون الأبيض مزود بعاكس من الألمنيوم اللماع عالي النقاء ويحقق أعلى فاعلية ضوئية وأفضل توجيه للفيض الضوئي، مصدر الضوء هو ليدات واستطاعة الجهاز ١٨ واط والفيض الضوئي بحدود ١١٠٠ لومن .	
جهاز إنارة ليد (سبوت) سقفي مخفي استطاعة (٣ وات): من النوع المخفي ضمن السقف المستعار وهو عبارة عن هيكل معدني(إطار ألمنيوم) مطلي باللون الأبيض مزود بعاكس من الألمنيوم اللماع عالي النقاء ويحقق أعلى فاعلية ضوئية وأفضل توجيه للفيض الضوئي والفيض الضوئي بحدود ١٩٠ لومن .	

اسم الجهاز وتوصيفه	شكل الجهاز
جهاز إنارة ليد سقفي ظاهر استطاعة (١٨ واط) : وهو عبارة جهاز إنارة سقفي ظاهر (إطار ألمنيوم أو مطلي بلون ابيض – مصدر الضوء هو ليدات - استطاعة الجهاز ١٨ واط – الفيض الضوئي لا يقل عن ١١٠٠ لومن).	
جهاز إنارة ليد سقفي ظاهر استطاعة (٢٤ واط): جهاز إنارة سقفي ظاهر إطار ألمنيوم أو مطلي باللون الأبيض – مصدر الضوء هو ليدات- استطاعة الجهاز ٢٤ واط – الفيض الضوئي لا يقل عن ١٥٠٠ لومن)	
جهاز إنارة الطوارئ، (٨ واط) جداري : يركب على الجدار في المكان المحدد ضمن المخططات وتوصل كهربائياً بشكل ظاهر إلى شبكة تمديدات خاصة مستقلة على ارتفاع ٢٠٠سم عن سطح البلاط بحيث يكون لكل جهاز مخرج خاص به ، ويعطي سوية إنارة جيدة لفترة عمل متواصلة لا تقل عن (٣) ساعات على أن تتوفر الحماية اللازمة من تفريغ البطارية بشكل كامل وإقلال عمر البطارية ، استطاعة اللمبة المركبة فيه (٨) واط، مع إمكانية العمل بشكل تلقائي فور انقطاع التيار الكهربائي عنها .	
جهاز إنارة برجكتور شريحة ليد استطاعة (١٠٠ واط) : هو عبارة عن هيكل معدني قابل للتوجيه (إطار ألمنيوم) مصدر الضوء هو ليدات- استطاعة الجهاز ١٠٠ واط – الفيض الضوئي لا يقل عن ٦٠٠٠ لومن).	

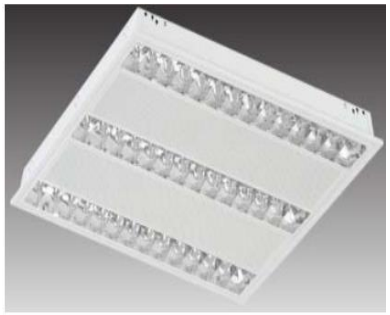
أجهزة داون لايت الحجم الكبير Downlight

حجم هذه الأجهزة الكبير يجعلها مناسبة للاماكن الوظيفية مثل المكاتب والمستشفيات والمدارس حيث أن الظلال المتشكلة بإستخدامها تكون أقل وتجانس الإنارة أعلى مقارنة مع أجهزة داون لايت الحجم الصغير بشكل عام وتسمى في بعض المراجع بالداون لايت وفي مراجع أخرى بالأجهزة الغاطسة في السقف وفي المصطلح الأمريكي يطلق عليها إسم تروفر (Troffer) الإ أن المصطلح الأخير غير شائع في الدول العربية و كما تم ذكره سابقا تكون هذه الأجهزة في الغالب لمصابيح الفلورسنت أو مصابيح الليد LED ويكون اكثر هذه الأجهزة إستخداما التي لها الحجم 60x60 سم وتحتوي في الغالب على ثلاثة او أربعة مصابيح حيث تستخدم بشكل كبير في الأسقف المستعارة Acoustic Ceiling 60x60 سم حيث تستخدم أجهزة لها نفس الحجم وتوضع مكان هذه البلاطات وهنالك احجام مختلفة أخرى كثيرة وبشكل عام يعتمد طولها على طول المصباح المستخدم والصور التالية توضح بعض أمثلة أجهزة داون لايت الحجم الكبير.

أجهزة 600x600 ملم لمصابيح ليد LED

أجهزة 600x600 ملم لمصابيح الفلورسنت

جهاز 1200x600 ملم يحتوي على ثلاثة مصابيح 3x28 w T5



جهاز 600x600 ملم يحتوي على ثلاثة مصابيح 3x14 w T5

جهاز فلورسنت ذو الناشر

جهاز فلورسنت ذو العاكس

حسابات الانارة

1. حسابات الإضاءة

- **طريقة اللومن:** تستخدم لحساب الإضاءة الداخلية ويمكن من خلالها حساب مستوى الإضاءة الوسطية للمكان، وهي الأكثر استخداماً نظراً لسهولتها، وتأخذ بعين الاعتبار الانعكاسات الضوئية للجدران والأسقف وعامل صيانتها ومردود الأجهزة الضوئية.

بعد معرفة المعطيات التالية:

الطول L	نحسب عامل المكان K
العرض W	$K = \frac{2L + 8W}{10\,h}$
الارتفاع H	نحسب
تدلي المصباح L1	الارتفاع الفعال h
مستوى العمل L2	$h = H - L1 - L2$

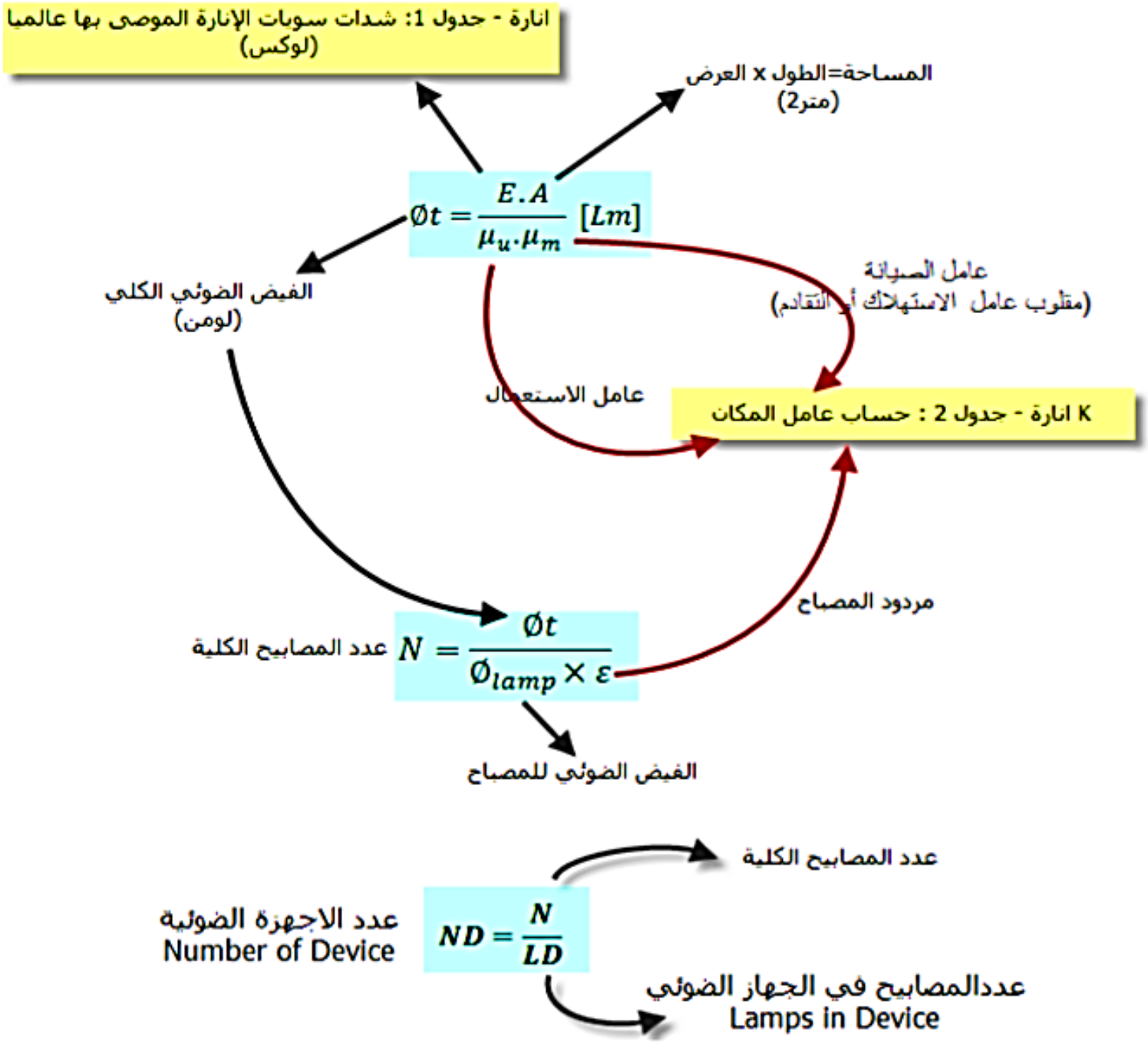
$$[k] = \frac{L\ x\ W}{(L+W)x\ H}$$

يمكننا فرض:

لون السقف أبيض لامع ومنه نجد عامل انعكاس السقف: $Rp = 0.7$

لون الجدران أبيض لامع ومنه نجد عامل انعكاس الجدران: $Rm = 0.5$

h: الارتفاع بين المصباح و سطح العمل (في حالة الانارة المباشرة) ,أما في حالة الانارة (غير المباشرة أو نصف غير المباشرة) فهي المسافة بين السقف وسطح العمل.


انارة - جدول 1: شدات سوبات الإنارة الموصى بها عالميا
(لوكس)
المساحة=الطول x العرض
(متر2)
$\emptyset t = \frac{E.A}{\mu_u \cdot \mu_m}\ [Lm]$
الفيض الضوئي الكلي
(لومن)
عامل الصيانة
(مقلوب عامل الاستهلاك أو التقادم)
عامل الاستعمال
K انارة - جدول 2 : حساب عامل المكان
مردود المصباح
عدد المصابيح الكلية
$N = \frac{\emptyset t}{\emptyset_{lamp} \times \varepsilon}$
الفيض الضوئي للمصباح
عدد المصابيح الكلية
عدد الاجهزة الضوئية
Number of Device
$ND = \frac{N}{LD}$
عددالمصابيح في الجهاز الضوئي
Lamps in Device

EC (Egyptian code)

المكان		شدة الإضاءة E (لوكس)
المبانى السكنية	سلالم	١٢٠
	ممرات	٦٠
	غرف معيشة :	
	عام	١٥٠
	قراءة	٣٠٠
تابع المبانى السكنية	غرفة طعام	١٢٠
	غرفة نوم	١٢٠
	مطبخ	
	عام	١٢٠
	فوق أسطح العمل	٥٠٠
	حمام	٣٠٠
	حجرة مكتب	
	عام -	٣٠٠
	فوق سطح المكتب -	٥٠٠

مصابيح فلوريسانت		عامل الاستعمال μ_u									عامل الصيانة μ_m		
		عامل الانعكاس للسقف	RP=0.7			RP=0.5			RP=0.3			1 Ans	2 Ans	3 Ans
نظام الإنارة	المردود الضوئي %£	عامل الغرفة K	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	A	B	c
			عامل الانعكاس للجدران											
مباشر بدون عاكس		I	0.29	0.24	0.20	0.29	0.23	0.20	0.28	0.23	0.20	توسيخ ضعيف		
		1.2	0.35	0.29	0.25	0.34	0.28	0.25	0.33	0.28	0.24	*	*	*
		1.5	0.41	0.36	0.31	0.41	0.39	0.31	0.40	0.35	0.31	توسيخ عادي		
	0%	2	0.50	0.45	0.41	0.49	0.44	0.41	0.48	0.44	0.41	0.714	0.588	0.526
	Up	2.5	0.55	0.50	0.47	0.54	0.50	0.46	0.53	0.50	0.46	توسيخ شديد		
		3	0.59	0.55	0.51	0.58	0.54	0.51	0.58	0.54	0.51	0.54	0.392	0.312
	82%	4	0.65	0.61	0.58	0.64	0.60	0.58	0.63	0.60	0.57			
	Down	5	0.68	0.65	0.62	0.67	0.64	0.62	0.66	0.64	0.62			
		6	0.70	0.67	0.65	0.69	0.67	0.65	0.69	0.67	0.65			
	82%	8	0.73	0.71	0.69	0.72	0.71	0.69	0.72	0.70	0.69			
		10	0.75	0.73	0.71	0.74	0.73	0.71	0.74	0.72	0.71			
		من أجل أجهزة موضوعة في مركز المكان المراد إنارته												
		I	0.32	0.26	0.22	0.31	0.26	0.22	0.30	0.26	0.22			
		1.2	0.38	0.33	0.29	0.37	0.32	0.29	0.37	0.32	0.29			
		1.5	0.46	0.41	0.38	0.46	0.41	0.38	0.45	0.41	0.38			
		2	0.57	0.53	0.50	0.57	0.53	0.50	0.56	0.53	0.50			

جدول E

انارة - جدول 2 :عامل المكان K

مصابيح وهاجة			عامـــل الاســـتعمال μ_u									عامل الصيانة μ_m		
			RP=0.7			RP=0.5			RP=0.3			1 Ans	2 Ans	3 Ans
نظام الإنارة	المردود الضوئي %£	عامل الغرفة K	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	A	B	c
موزعة		I	0.20	0.15	0.12	0.18	0.13	0.1	0.15	0.11	0.09	توسيخ ضعيف		
		1.2	0.24	0.18	0.15	0.21	0.16	0.13	0.17	0.14	0.11	0.8	0.714	*
		1.5	0.28	0.23	0.19	0.24	0.20	0.16	0.21	0.17	0.14	توسيخ عادي		
	35	2	0.34	0.29	0.25	0.30	0.25	0.21	0.25	0.21	0.18	0.659	0.555	*
	Up	2.5	0.39	0.33	0.29	0.33	0.29	0.25	0.28	0.25	0.22	توسيخ شديد		
		3	0.42	0.37	0.32	0.36	0.32	0.28	0.31	0.27	0.24	*	1	*
	79	4	0.46	0.42	0.38	0.40	0.36	0.33	0.34	0.31	0.29			
	Down	5	0.50	0.45	0.42	0.43	0.40	0.37	0.37	0.34	0.32			
		6	0.52	0.48	0.45	0.45	0.42	0.39	0.39	0.36	0.34			
	44	8	0.55	0.52	0.49	0.48	0.45	0.43	0.42	0.39	0.37			
		10	0.57	0.54	0.51	0.50	0.48	0.46	0.43	0.41	0.40			
		من أجل أجهزة موضوعة في مركز المكان المراد إنارته												
		I	0.21	0.16	0.12	0.18	0.14	0.11	0.15	0.12	0.09			
		1.2	0.25	0.19	0.16	0.21	0.17	0.14	0.18	0.14	0.12			
		1.5	0.30	0.24	0.20	0.26	0.21	0.18	0.22	0.18	0.15			
		2	0.36	0.31	0.27	0.32	0.27	0.24	0.27	0.24	0.21			

جدول A

ملاحظة : عندما يزداد قيمة K عن 10 فإن تأثيره يكون ضعيف جدا على عامل الاستخدام وفي هذه الحالات يؤخذ K=10

–حساب تفريعات الإضاءة:

يعطى عدد التفريعات بالعلاقة:

$$n = \frac{P_{total}}{1500}$$

$P_{total} = (\text{استطاعةالمصباح}).(\text{العددالكليللمصابيح})$

n عدد التفريعات.

P_{total} الاستطاعة الإجمالية لإضاءة الغرف.

حيث ان الاستطاعة المسموح بها للتفريعة الواحدة هي 1500 Watt حسب شروط التحميل الحراري.

آ– مقطع التفريعة حسب شرط هبوط التوتر وفق العلاقة التالية:

$$S \geq \frac{2 \,.\, P_i \,.\, Li \,.\, 100}{\Delta u\% \,.\, U^2_{ph} \,.\, \gamma}$$

في حال المقطع اصغر من $1.5\ mm^2$
فأننا نختاره $1.5\ mm^2$
من اجل التحمل الميكانيكي

S مقطع التفريعة (mm^2)

γ الناقلية النوعية لمادة النواقل ومن أجل النحاس 56 $m/\Omega.mm^2$

Pi استطاعة التفريعة المقربة إلى استطاعتها النظرية(W).

$P_i = N_{\text{مصباح التفريعة}} \,.\, (\text{استطاعةالمصباح})$

Li المسافة ما بين أبعد نقطة من نقاط التفريعة و القواطع (m).

U_{ph} التوتر النظامي (الاسمي)(220 V).

الرقم (2) يعني أننا نحسب الطول ذهاباً وإياباً للطور و الحيادي.

$\Delta u\%$ هبوط التوتر الطولان المئوي المسموح به، كما هو موضح بالشكل (1).

الشكل 1

ولحساب التيار (في النظام أحادي الطور) وذلك بغاية تحديد تحمل المقطع للشروط الحرارية نطبق العلاقة التالية:

$$I_i = \frac{P_i}{U_{ph} \times \cos\phi}$$

حيث I_i تيار التفريعة

بعد تحديد طريقة تمديد الكابلات (موضحة في جداول مقاطع الكابلات)

نختار من (جدول مقاطع الكابلات –جدول 2) وباعتبار ان النواقل هي نواقل احادية الطور نختار (2 PVC)

ننظر للمقطع المختار ,ونحدد ,هل يستطيع ان يتحمل التيار I_i أو لا؟

تيار التفريعة: Ii=Pi÷Uph*Cosα=1092÷220×0.8=6.2 A

عدد المصابيح على التفريعة الواحدة: N=1092÷39=28 مصباح

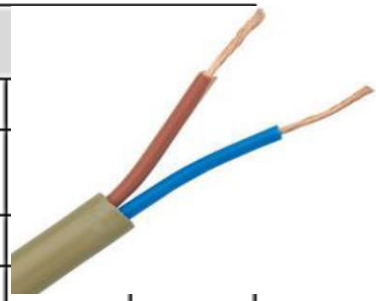
حساب مقطع التفريعة:

n	Li	S
التفريعة ١	16.01	1.3
التفريعة ٢	10.67	1
التفريعة ٣	10.71	1

مقاطع الأسلاك والكابلات النحاسية الهوائية كتابع لنوع العزل و التيار القياسي له (table B.52-1 of IEC 60364-5-52)

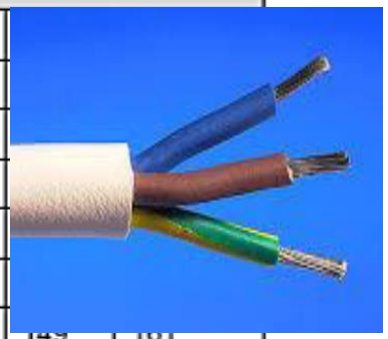
عدد النواقل المحملة ونوع العزل

طريقة التمديد

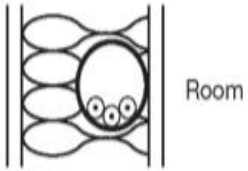
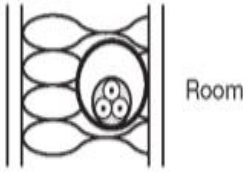
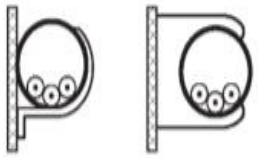
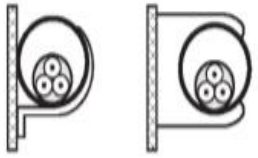
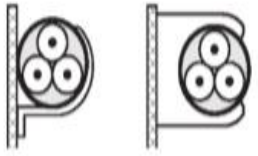


Referenc methods	Number of loaded conductors and type of insulation											
A1		2 PVC	3 PVC		3 XLPE	2 XLPE						
A2	3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE							
B1				3 PVC	2 PVC		3 XLPE		2 XLPE			
B2			3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE					
C					3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE		
E						3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE	
F							3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Size (mm²) Copper	التيار القياسي (A)											
1.5	13	13.5	14.5	15.5	17	18.5	19.5	22	23	24		
2.5	17.5	18	19.5	21	23	25	27	30	31	33		
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45		
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58		
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80		
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107		
25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135		
35	-	-	-	110	117	126	137	147	158	169	185	200
50	-	-	-	134	141	153	167	179	192	207	225	242
70	-	-	-	171	179	196	213	229	246	268	289	310
95	-	-	-	207	216	238	258	278	298	328	352	377
120	-	-	-	239	249	276	299	322	346	382	410	437
150	-	-	-	-	285	318	344	371	395	441	473	504
185	-	-	-	-	324	362	392	424	450	506	542	575
240	-	-	-	-	380	424	461	500	538	599	641	679

مقطع الناقل



طريقة تمديد الكابلات ضمن المبنى

الترقيم	طريقة التركيب	الوصف	رمز التركيب المستخدم في نقل التيار
1		Insulated conductors or single-core cables in conduit in a thermally insulated wall	A1
2		Multi-core cables in conduit in a thermally insulated wall	A2
4		Insulated conductors or single-core cables in conduit on a wooden, or masonry wall or spaced less than 0,3 x conduit diameter from it	B1
5		Multi-core cable in conduit on a wooden, or mansonry wall or spaced less than 0,3 x conduit diameter from it	B2
20		Single-core or multi-core cables: - fixed on, or sapced less than 0.3 x cable diameter from a wooden wall	C

نواقل معزولة أو كابلات أحادية النواة في مجرى ضمن حائط معزول حرارياً

كابلات متعددة النوى في مجرى ضمن حائط معزول حراريا

نواقل معزولة أو كابلات في مجرى على حائط خشبي أو مبني بفراغ أقل من 0.3 من قطر المجرى المارة عبره

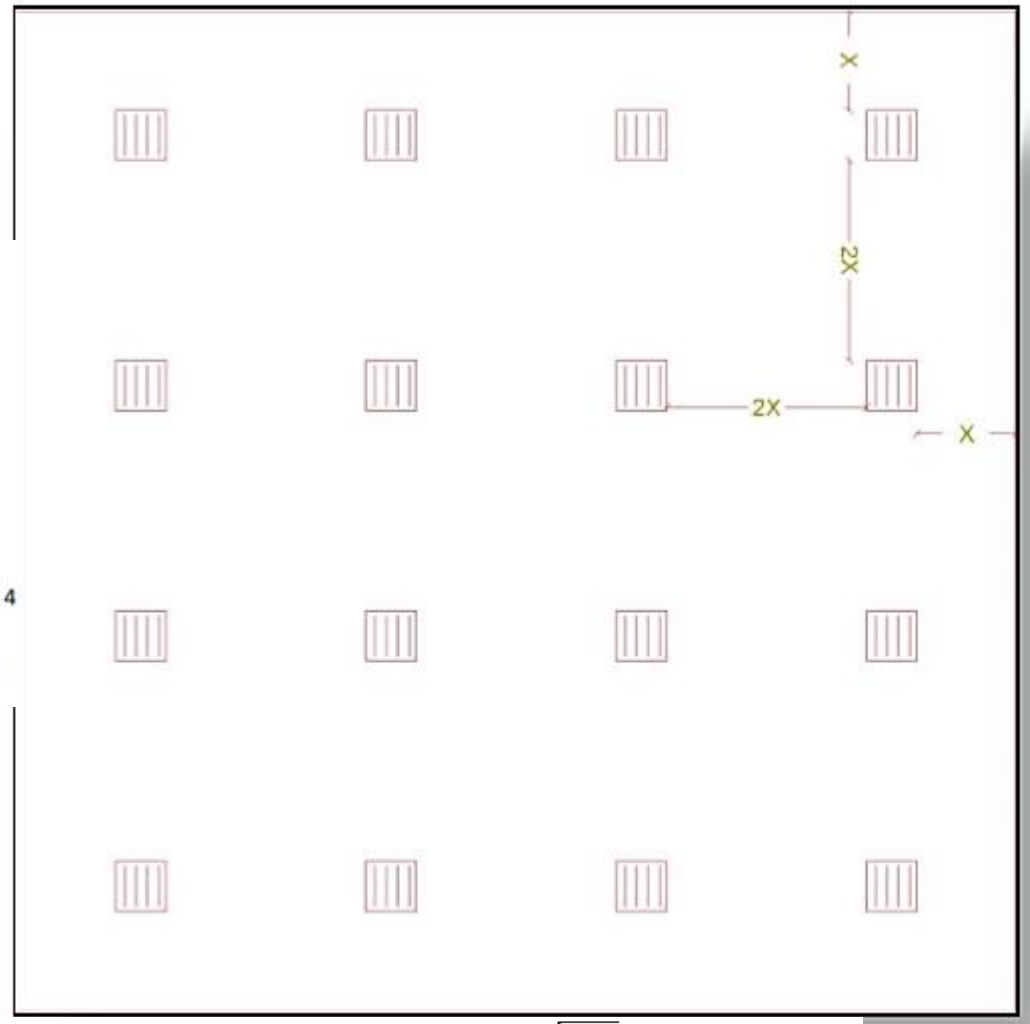
مقاطع الكابلات

جدول 1 : تحديد طريقة تمديد الكابلات , وذلك من اجل تحديد مقطع الكابل

Referenc methods	Number of loaded conductors		
A1		2 PVC	3 PVC
A2	3 PVC	2 PVC	
B1			
B2			3 PVC
C			
E			
F			
1	2	3	4
Size (mm²) Copper			
1.5	13	13.5	14.5
2.5	17.5	18	19.5
4	23	24	26
6	29	31	34
10	39	42	46
16	52	56	61
25	68	73	80
35	-	-	-

تنشيط dows

Distance between two luminaire must be equal double distance between wall and luminaire.



Example

If we have office room with the following dimensions:-

a= 8.5 m b= 8.5 m h= 4m

Lux= 500 Lux use (4X14 Watt) ----->lumen= 1200

عدد الأجهزة $N = \frac{500 \times 8.5 \times 8.5}{1200 \times 0.8 \times 0.6 \times 4} = 15.6 = 16$

- No. of luminaire in length $= \sqrt{\frac{L \times N}{W}} = \sqrt{\frac{8.5 \times 16}{8.5}} = 4$
- So, No. of luminaire in width $= \sqrt{\frac{W \times N}{L}} = \sqrt{\frac{8.5 \times 16}{8.5}} = 4$

عدد أجهزة الإنارة بالطول

- Number of luminaire in length(column) $= \sqrt{\frac{L \times N}{W}}$

عدد أجهزة الإنارة بالعرض

- Number of luminaire in width (row)$= \sqrt{\frac{W \times N}{L}}$

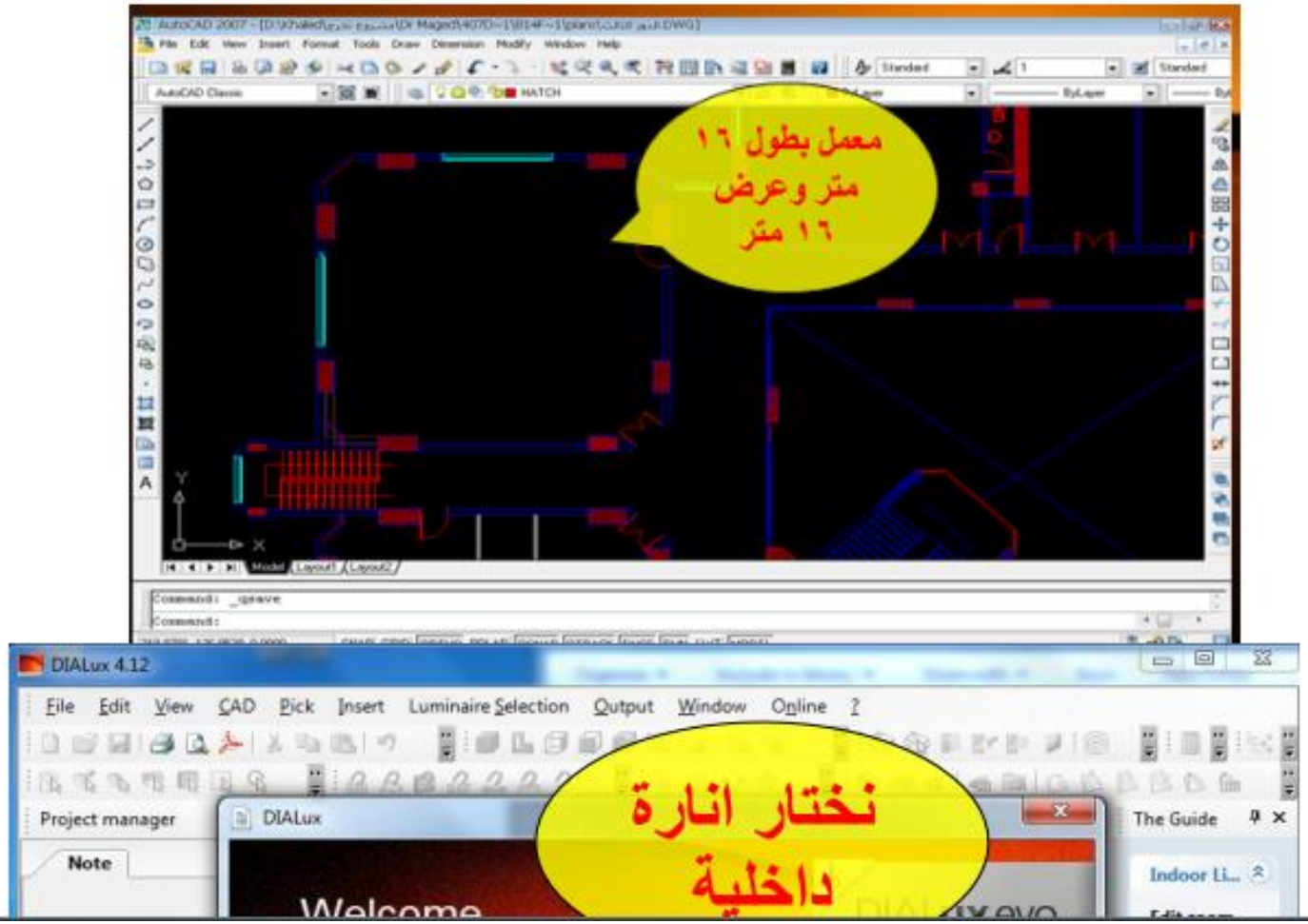
Where:-

W: Width L: Length N: Total number of luminaires

Programing Distribution using (DIALux program):-

يعتبر برنامج DIALUX من أشهر برامج الاضاءة وسوف نقوم بشرح بسيط لتوزيع الكشافات باستخدام هذا البرنامج كالتالى.

➢ Red dialux



الرمز	المواصفات
	جهاز إنارة ليد شرائح 24W
	سبوت ليد 18W
	سبوت ليد 12W
	كباس تليبتور
	مخرج مروحة
	لوحة كهربائية
	مفتاح إنارة مفرد
	مفتاح إنارة مزدوج
	مفتاح إنارة ثلاثي