



Expertise For Designing & Consulting .

ELECTRICAL DESIGN

COURSE

BY

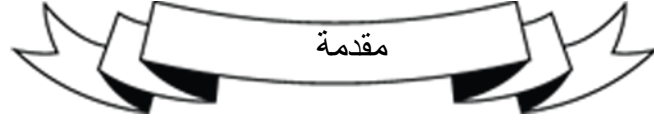
AHMED ABDEL-HADY



دورة تصميمات كهربيه

إعداد

مكتب الخبرة



أهمية التصميم الهندسي الكهربائي

- إيجاد حلول مختلفة لجميع الأنظمة قبل البدء في التنفيذ.
- المقارنة بين جميع الإقتراحات من حيث إمكانية التنفيذ في مرحلة التصميم.
- حساب القيمة التقديرية للمشروع قبل البدء في التنفيذ.
- عمل نوتة حسابية لكل الأنظمة حسب الكود من بداية التصميم.

تعريف بمحتويات الدورة

- التعرف علي أوامر الأوتوكاد المهمة التي تساعد في تصميم الأعمال الكهربائية المختلفة.
- التعرف علي برنامج الدايلاكس وكيفية استخدامه في تصميم الإنارة للفراغات المختلفة.
- كيفية تصميم نظام الإنارة طبقاً للأكواد العالمية والتعرف علي شدة الإنارة للفراغات المختلفة.
- كيفية تقدير الأحمال و توزيع مخارج البور و التيار الخفيف حسب الفرش المعماري.
- التعرف علي كيفية عمل جداول أحمال وحساب الكابلات طبقاً للأكواد العالمية.
- تصميم صواعد لأنظمة القوي و التيار الخفيف ونظام الأي بي.
- تصميم نظام إنذار الحريق و الساعات شاملاً الصواعد الخاصة بها.
- تصميم نظام الأرضي وحماية الصواعق.

الباب الأول

1- الرسم بمساعدة الحاسب " تعليم برنامج الأوتوكاد "

1-1 مزايا الرسم بالحاسب الآلي:-

- لا يحتاج إلى مساحة كبيرة لإنتاج الرسومات.
- إمكانية التعديل و الإضافة سهلة وسريعة.
- يوجد قاعدة بيانات للرسومات والتصاميم السابقة مما يقلل في وقت إنتاج الرسومات المشابهة.
- إمكانية الرسم بمقياس رسم 1:1 والطباعة بالمقياس المناسب.

2-1 تشغيل الأوتوكاد:-

- شغل أوتوكاد بالنقر على الزر " ابدأ " في ويندوز، ثم انتقل إلى " البرامج " ثم قم بإختيار برنامج الأوتوكاد.
- يمكنك بدلاً من ذلك النقر فوق أيقونة أوتوكاد على سطح المكتب نقرأ مزدوجاً.

3-1 إدخال الأوامر:

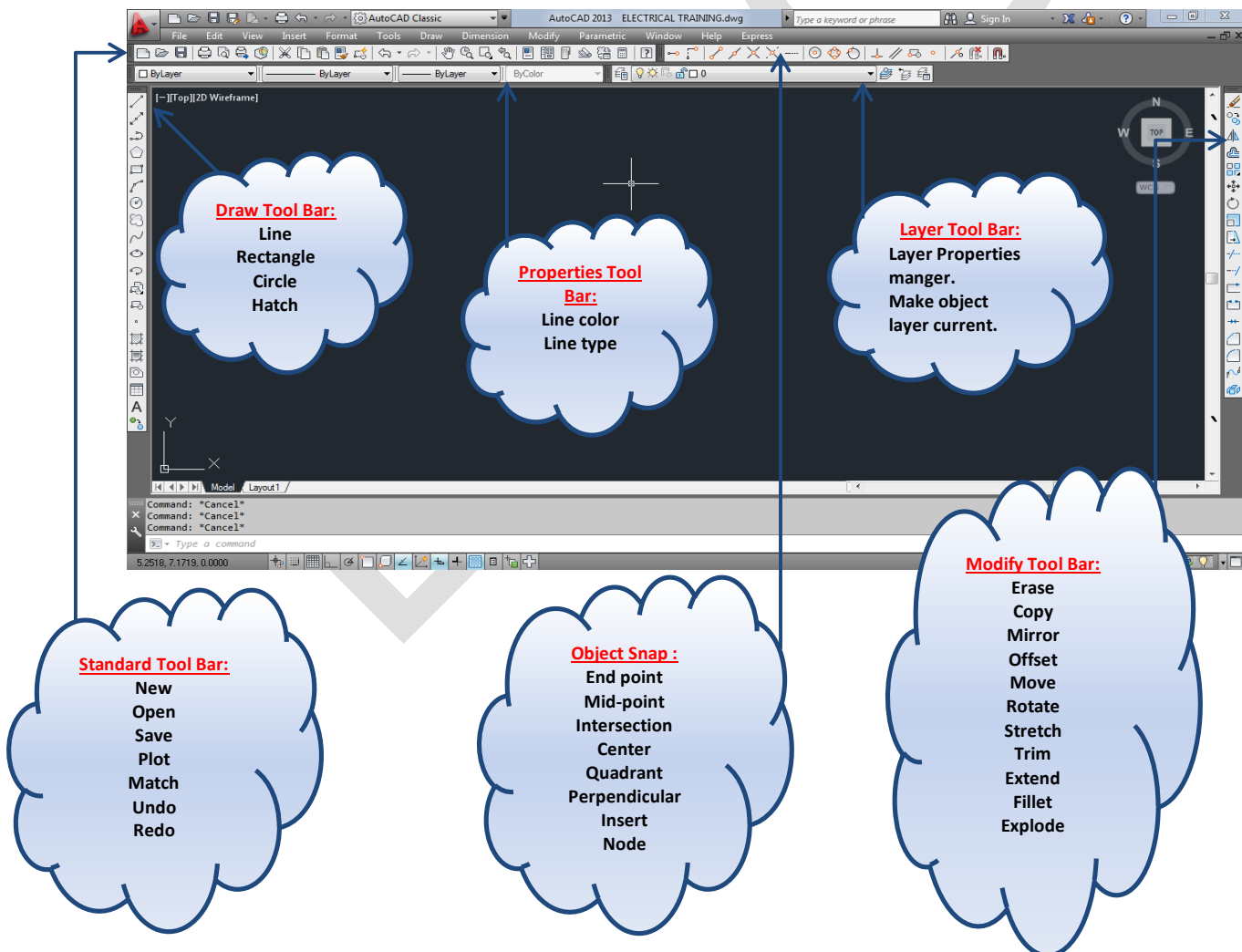
- توجد ثلاث طرق لإدخال الأوامر في الأوتوكاد:-
 - كتابة الأمر باستخدام لوحة المفاتيح، حيث يظهر أسم الأمر في نافذة الأوامر.
 - إنتقاء الأمر من القائمة.
 - إنتقاء الأمر من شريط الأدوات.
- لا تتوفر الأوامر كلها في القوائم أو في أشرطة الأدوات.

4-1 أشرطة الأدوات:-

أهم أشرطة الادوات التي سيتم التركيز عليها:-

Standard tool bar
Object properties
Draw
Modify
Object snap
Layer

- شريط الأدوات القياسي
- شريط أدوات الخصائص
- شريط أدوات الرسم
- شريط أدوات التعديل
- شريط أدوات القفز (الوثب)
- شريط ال



يمكن عمل إزاحة لأي شريط أدوات وذلك بالضغط علي الفارة علي شريط الأدوات في المكان المناسب وسحبه إلي المكان المراد نقل الشريط إليه.

سيتم دراسة فقط الأوامر التي تساعد في تصميم الأنظمة الكهربائية المختلفة وليس كل الأوامر، هناك بعض الأوامر التي سيتم التعرف عليها لاحقاً مع التدريب علي تصميم نموذج مشروع.

5-1 شرح لأشرطة الأدوات:-

- شريط الأدوات القياسي Standard tool bar وأهم الأوامر التي نتعرف عليها هي :-

- | | |
|--------------|-----------------------------------|
| New | ● إنشاء ملف رسم جديد |
| Open(Ctrl+o) | ● فتح ملف قديم |
| Save(Ctrl+s) | ● حفظ ملف حالي |
| Plot(Ctrl+p) | ● طباعة |
| Match(Ma) | ● مطابقة خصائص |
| Undo(Ctrl+Z) | ● لإستعادة الحدث السابق |
| Redo(Ctrl+y) | ● لإسترجاع الحدث الذي تم استعادته |

- شريط ال Layer وأهم الأوامر التي نتعرف عليها هي :-

- إنشاء layer جديدة وتحديد الألوان ونوع الخط Layer properties manger
- تحديد ال layer الحالي بعنصر معين Make objects layer current

- شريط أدوات الخصائص Object properties وأهم الأوامر التي نتعرف عليها هي :-

- تحديد لون الخط عند إنشاء layer جديد Layer color
- تحديد نوع الخط Line type

5-1 شرح لأشرطة الأدوات:- "تابع"

- شريط أدوات الرسم Draw وأهم الأوامر التي نتعرف عليها هي :-

- رسم خط Line (L)
- رسم مستطيل Rectangle(Rec)
- رسم دائرة Circle(C)
- تظليل الأشكال المختلفة Hatch(H)

- شريط أدوات التعديل Modify وأهم الأوامر التي نتعرف عليها هي :-

- مسح Erase(E)
- نسخ Copy(Co)
- لأخذ نسخة (مثل المرآة) Mirror(M)
- تكرار أي شكل Offset
- تحريك Move(M)
- تدوير Rotate(Ro)
- مد أو زيادة في طول أي شكل Stretch(S)
- قطع في جزء معين Trim(Tr)
- إكمال جزء معين Extend(Ex)
- لإكمال التوصيل بين خطين Fillet (F)
- لتفجير كتلة Explode

5-1 شرح لأشرطة الأدوات:- "تابع"

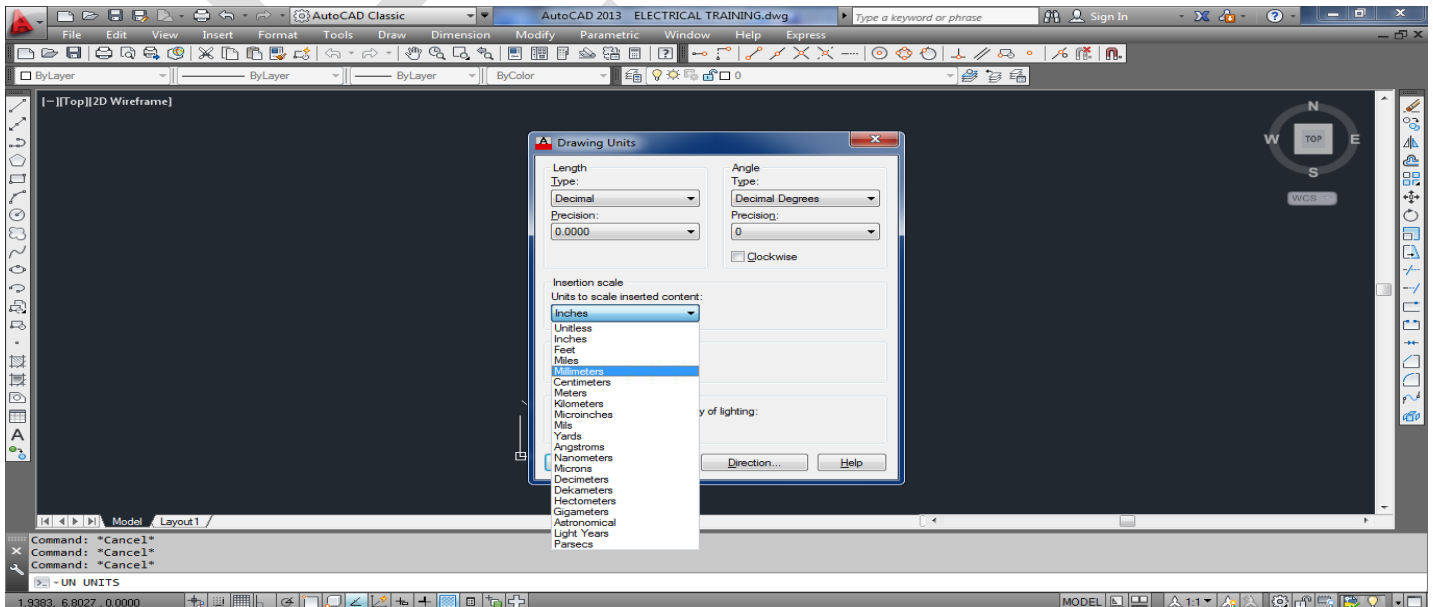
- شريط أدوات القفز (الوثب) Object snap وأهم الأوامر التي نتعرف عليها هي :-

- | | |
|---------------|--------------------------|
| End point | • يقفز إلي نهايتي أي خط |
| Mid-point | • يقفز إلي منتصف الخط |
| Intersection | • يقفز إلي التقاطعات |
| Center | • يقفز إلي مركز الدائرة |
| Quadrant | • يقفز إلي أرباع الدوائر |
| Perpendicular | • يقفز عمودي |
| Insert | • يقفز إلي نقطة الكتل |
| Node | • يقفز إلي نقاط التقسيم |

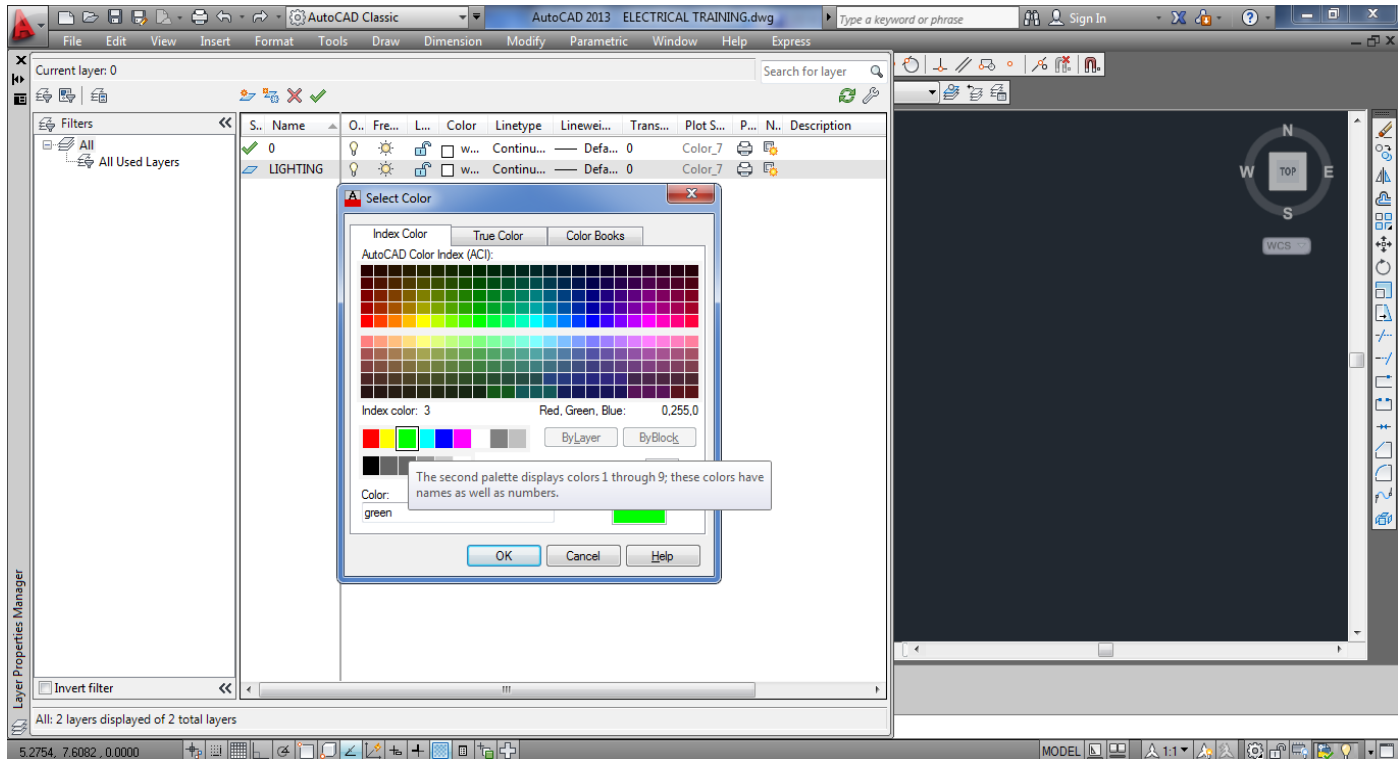
6-1 تطبيق لنموذج عملي:-

سيتم عمل نموذج لكتلة وتحميل إكس رف لنموذج مشروع حقيقي.

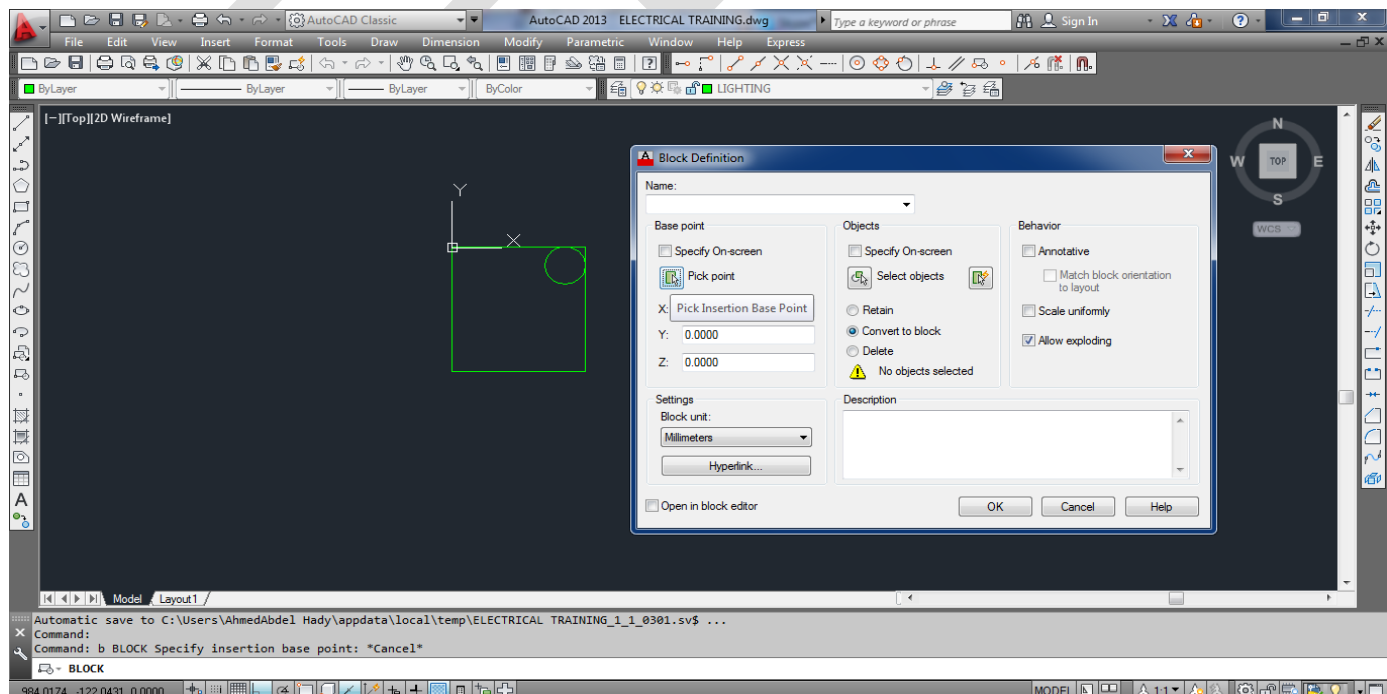
- أول شيء يتم تحديد طريقة القياس بال Decimal وتحديد تحميل أي ملف بالمليميتير من خلال الأمر Units(Un).



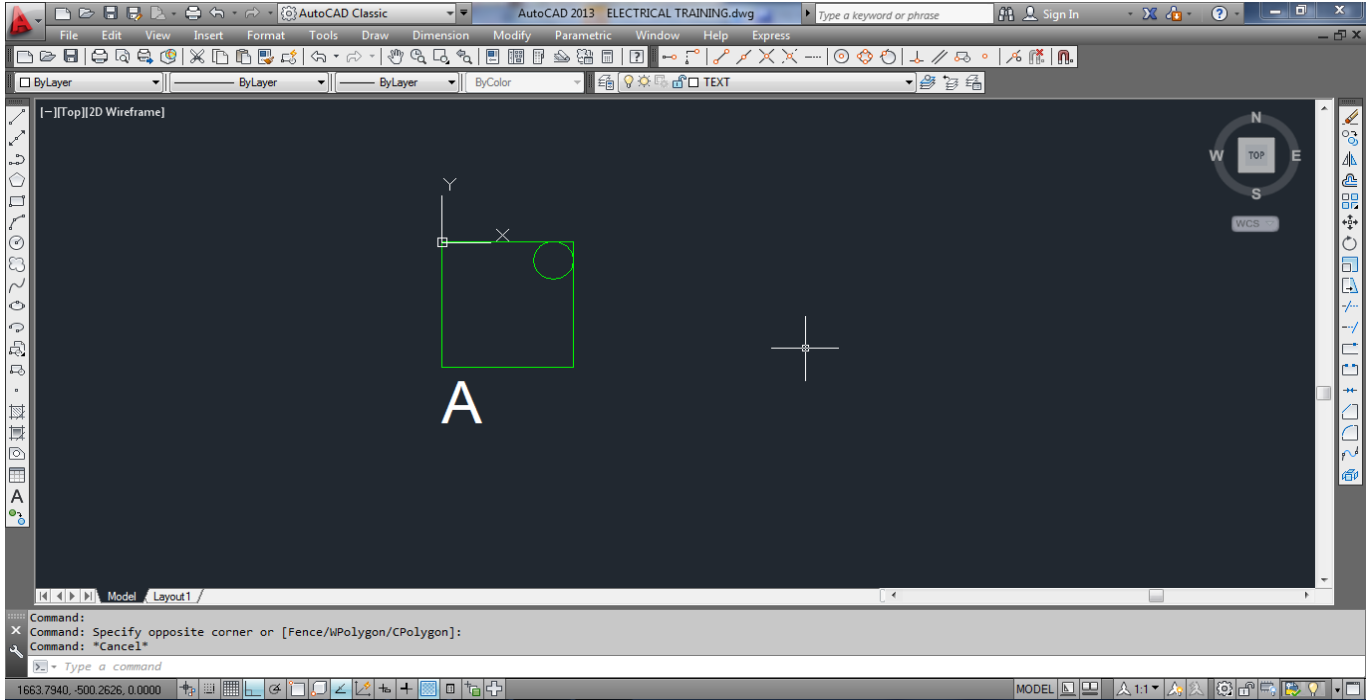
- يتم إنشاء Layer جديدة للإنارة وتسمي Lighting وباللون الاخضر.



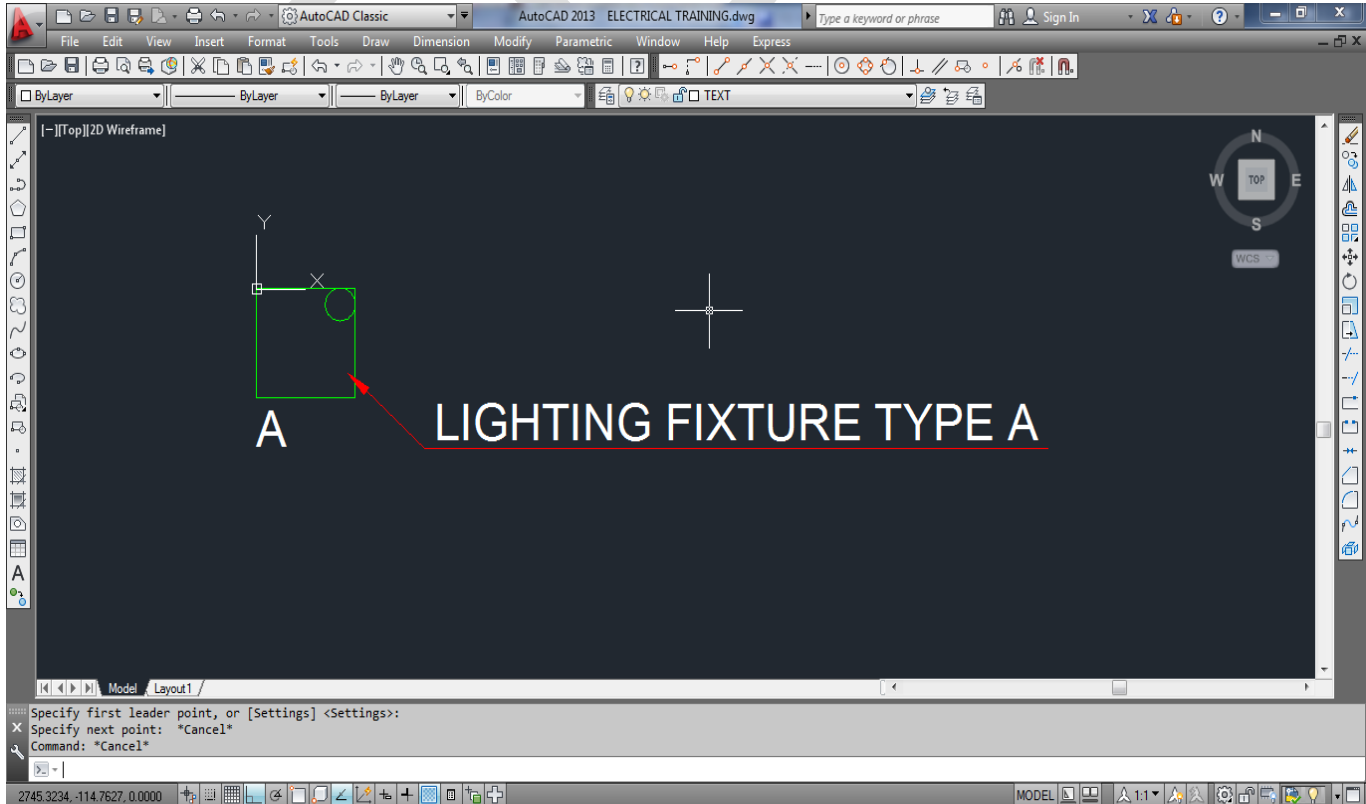
- يتم عمل كتلة بواسطة الأمر Block.



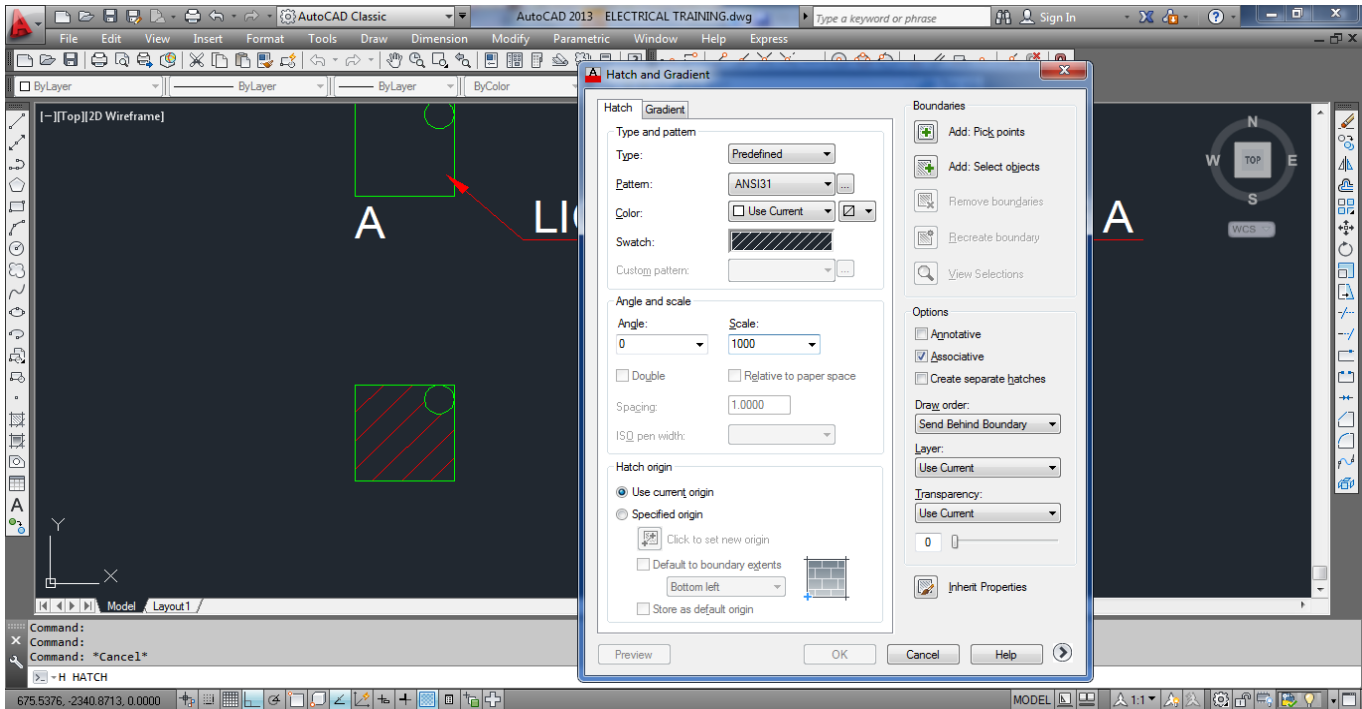
- يتم إضافة نوع لكل كشف بالأمر Text.



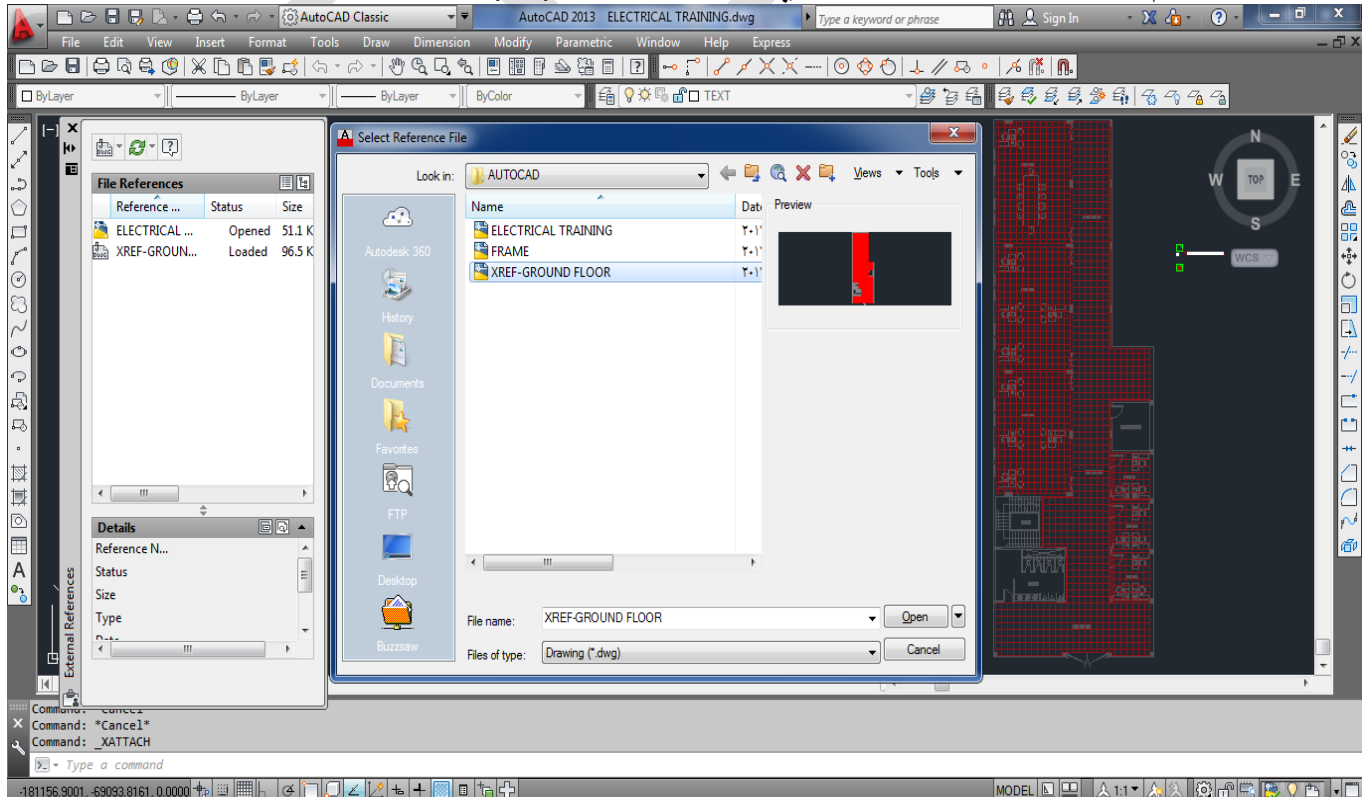
- لإنشاء مشاورات يتم استخدام الأمر Qleader(Le) .



- يستخدم الأمر Hatch لتعشير الكابل ترائي ورموز الكهرباء.



- يتم تحميل إكس رف معماري بواسطة الأمر Xref(Xr).



الباب الثاني

تصميم أعمال الإنارة الداخلية و الخارجية

مقدمة

أهمية التدريب علي قراءة الرسومات المعمارية

- دراسة الرسومات المعمارية و تحديد غرف الكهرباء و الفتحات المطلوبة.
- توزيع الأعمال الكهربائية في مكانها الصحيح.
- معرفة إرتفاعات الفراغات المختلفة في المشروع وإستخدامها في حسابات الأنظمة الكهربائية.
- إمكانية تحديد أماكن و نوعية الفرش و السقف حتي نتمكن من توزيع المخارج بها.

كيفية قراءة الرسومات المعمارية

- قم بفتح فولدر EDC الموجود علي سطح المكتب.
- تابع التوضيح مع المحاضر وتعرف علي كيفية تحديد غرف الكهرباء.

مميزات برنامج الديالوكس

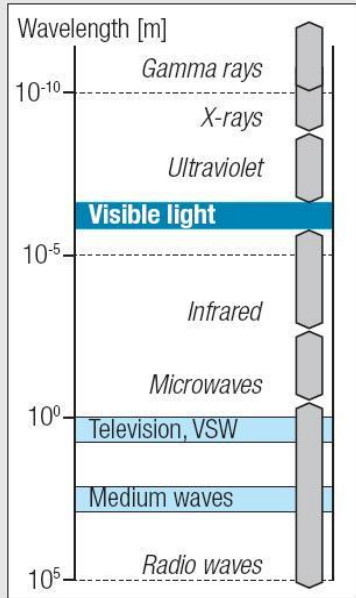
- يوجد به قاعدة بيانات لمعظم الكتالوجات العالمية.
- إمكانية تحميل أكثر من كشاف لأكثر من مصنع في نفس المشروع ونفس الفراغ.
- إمكانية حساب الفراغات ذات الأشكال الغير منتظمة.

2-تصميم أعمال الإنارة

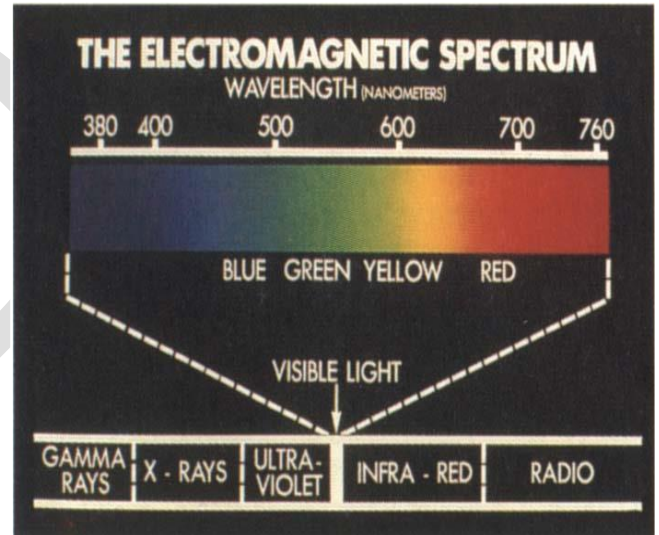
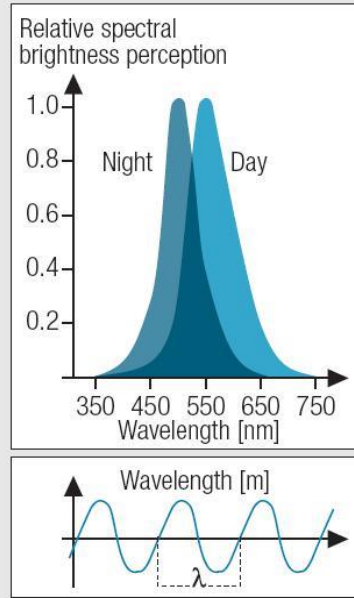
1-2 تعريف الإنارة:-

أي إشعاعات يمكن أن تسبب إحساس بالرؤية.
تردد الطيف الضوئي الذي يمكننا رؤيته يتراوح بين 380-780 نانومتر.

What is light?



What does the human eye see?



2-2 أهمية الإنارة:-

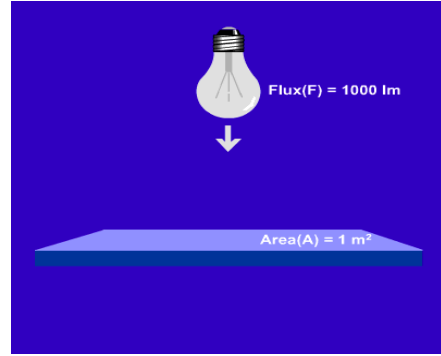
- إمكانية رؤية الأشياء و المعلومات.
- إمكانية ممارسة الأنشطة اليومية.
- الشعور بالأمان و الراحة.

3-2 أسس التصميم :-

- طبيعة إستخدام المكان.
- أبعاد المكان وإرتفاع سطح العمل.
- تحديد شدة الإضاءة المطلوبة من الكود.
- معاملات إنعكاس الأسطح.
- معامل النظافة.
- معامل الإستفادة.

4-2 تعريفات هامة :-

- طول الموجة Wave Length .
هو المسافة بين نقطتين متتاليتين لهما نفس القيمة بعد دورة موجية ويقاس بالمتر.
- إرتعاش Flicker .
تعبير يطلق علي تذبذب شدة أو لون الضوء.
- البهر Glare .
هو ظاهرة تنشأ عن زيادة شدة الإضاءة المباشرة من مصدر الضوء نفسه أو المنعكسة من سطح ما، مما يؤدي إما إلي تعذر الرؤية أو الإجهاد البصري.
- إرتفاع تعليق وحدة الإنارة Mounting Height(Hm) .
المسافة الرأسية بين مستوي العمل ومركز وحدة الإنارة.
- مستوي العمل Working plane .
هو المستوي الأفقي الذي يقع فيه الجسم المرئي.



- الفيض الضوئي Luminous flux .
كمية الإشعاع المرئي المنبعث من مصدر الضوء في جميع الاتجاهات في الثانية الواحدة، ويقاس بوحدة (Lumen(LM).
- الكفاءة الضوئية Efficacy .
نسبة الفيض الضوئي المنبعث من المصباح إلى القدرة الكهربائية للمصباح ووحدتها Lumen/watt.
- شدة الإضاءة Illumination .
كمية الفيض الضوئي الساقط عمودياً على وحدة المساحات وتقاس بوحدة Lumen/m2 أو Lux .
- درجة حرارة اللون Color Temperature .
هي درجة الحرارة بالكلفن التي تصدر عندها ضوء من جسم بلانك القياسي الأسود المشع (Planckian radiator)، بنفس لون الضوء الصادر من المصدر تحت الاختبار.
- دليل أمانة إظهار الألوان Color Rendering Index .
هو معيار لقياس مقدار التغير في ألوان جسم ما عند رؤية في ضوء المصدر المراد تحديد هذا الدليل له.
- دليل أبعاد الغرفة Room index (RI) .
دليل يربط بين أبعاد الغرفة ونظام إنارتها، وتستخدم قيمة هذا الدليل في إيجاد معامل الاستفادة بالضوء الصادر.

- معامل الإستفادة (U.F) Utilization Factor .

النسبة بين الفيض الضوئي الذي يصل إلي مستوى العمل والفيض الضوئي الكلي المنبعث من المصابيح بوحدات إنارة هذا المكان، وقيمة أقل من واحد.

- معامل الصيانة (M.F) Maintenance Factor .

النسبة بين الفيض الضوئي المنبعث من وحدات الإنارة علي مساحة محددة تحت ظروف التشغيل الفعلية و الفيض الضوئي المنبعث منها عند بداية التشغيل. ويتراوح بين 0.6 الي 0.85.

- المسافة البينية لوحدات الإنارة Spacing .

المسافة بين مركزي وحدتي إنارة داخلية متتاليتين و مثبتتين علي خط مستقيم أو المسافة المقاسة موازية لمحور الطريق بين كشافين متتاليين لإنارة الشارع.

- نسبة الإنتظام Uniformity ratio .

مقياس لمدي إنتظام شدة الإضاءة عند مستوي ما ، ولها مقياسان أحدهما النسبة بين أقل قيمة و القيمة المتوسطة لشدة الإضاءة والآخر النسبة بين أقل قيمة وأقصى قيمة لشدة الإضاءة.

- نسبة المسافة البينية / إرتفاع التعليق Space to height ratio .

النسبة بين المسافة الأفقية بين وحدتي إنارة متجاورتين وإرتفاع تعليقها.

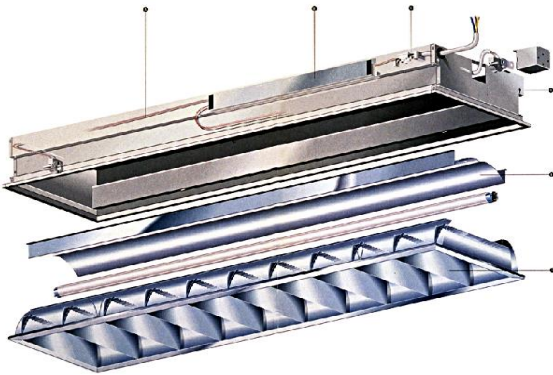
- وحدة إنارة غائرة Recessed Luminaire .

وحدة إنارة مركبة في سقف معلق (غائرة).



5-2 أنواع المصابيح:-

- مصباح إنارة مركزة Spot Light Lamp .
مصباح ذو عاكس وذو نمط شعاع ضيق Narrow Beam ويستخدم للإضاءة المركزة.
- مصباح تنجستين-هالوجين Tungsten-Halogen Lamp .
مصباح متوهج مملوء بغاز به نسبة معينة من الهالوجين، وأشهر قدرات للمبات 35 و 50 و 70 و 100 و 150 وات.
- مصباح توهجي Incandescent Lamp .
مصباح ضوء ناتج من فتيلة مسخنة (وأشهرها فتيلة التنجستين) إلى درجة التوهج بتمرير تيار كهربائي فيها، وأشهر قدرات للمبات 40 و 60 و 100 وات.
- مصباح فلوري Fluorescent Lamp .
مصباح تفريغ كهربائي أنبوبي الشكل ينبعث معظم الضوء الناتج عنه من طبقة من مادة فلورية مرسبة على الجدار الداخلي للأنبوب الزجاجي عند إثارتها بأشعة فوق بنفسجية ناتجة عن التفريغ الكهربائي داخل الأنبوبة، وتساهم الطبقة الفلورية في تحسين خصائص إظهار درجة الألوان للمصباح، وأشهر قدرات للمبات 18 و 36 و 58 وات.
- مصباح فلوري مدمج Compact Fluorescent Lamp .
نوع من المصابيح الفلورية ذو حجم صغير وهو موفر للطاقة، وأشهر قدرات للمبات المدمجة 13 و 18 و 26 وات.



6-2 فائدة استخدام وحدات الإنارة:-

- إحتواء اللمبات و إحتواء الملحقات.
- إمداد الطاقة للمصابيح.
- توزيع الضوء عن طريق العاكس.
- تحمل العوامل الجوية.
- تثبيت وصيانة سهلة وآمنة.

7-2 شدة الإضاءة للفراغات المختلفة:-

فيما يلي جدول يوضح شدة الإضاءة وصور لبعض الكشافات المقترحة، ويمكن استخدام أي من الأكواد العالمية أو المحلية لتحديد شدة الإضاءة حسب طبيعة المشروع و حسب متطلبات العميل:-

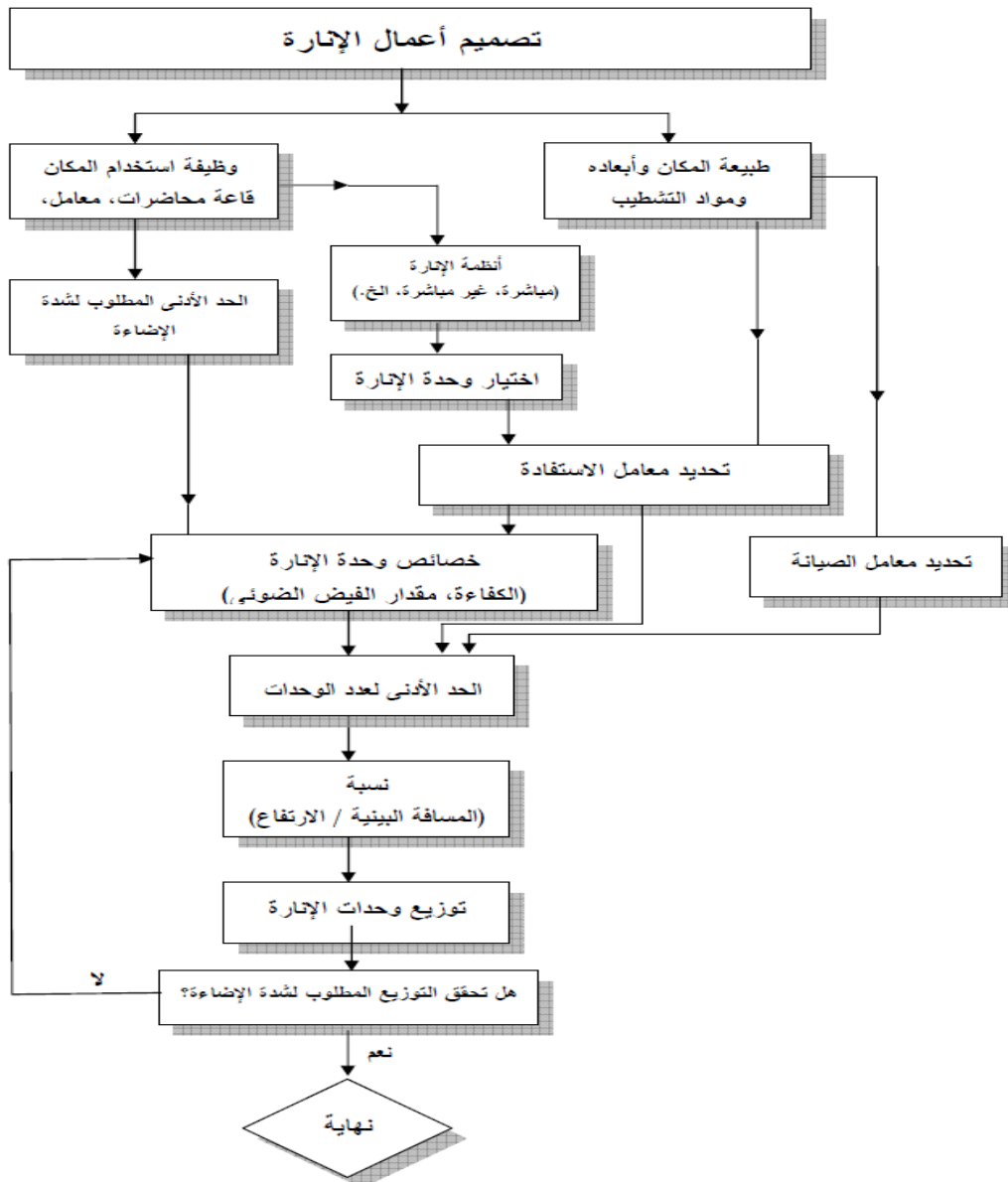
تسلسل	طبيعة الفراغ	شدة الإضاءة باللكس	نوع الكشافات واللمبات الملائمة لكل فراغ	صور توضح الكشافات الملائمة لكل فراغ
1	مكاتب وقاعات محاضرات و فصول دراسية	500	كشافات مزودة بشبك عاكس، بلمبات فلوريسينيت حسب نوع ومقاس السقف ودرجة الحماية تكون IP20	
2	غرف إجتماعات	300	كشافات بلمبات فلوريسينيت مدمجة واسبوت هالوجين حسب نوع السقف ودرجة الحماية تكون IP20	
3	ممرات	250 للمباني الإدارية 150 للمباني السكنية		
4	قاعة متعددة الأغراض	500		
5	إستقبال و مجالس	250		
6	مطابخ رئيسية	500	كشافات مزودة بغطاء ناشر للضوء، بلمبات فلوريسينيت حسب نوع السقف ودرجة الحماية تكون IP44 علي الأقل	
7	مطابخ صغيرة و بوفية	300		
8	حمامات	150		
9	غرف نوم	150	يتم إستخدام وحدات إنارة ديكورية جدارية و سبوت هالوجين أو نجف ودرجة الحماية تكون IP20	
10	جراج سيارات داخلي	150	كشافات مزودة بغطاء ناشر للضوء، بلمبات فلوريسينيت حسب نوع السقف ودرجة الحماية تكون IP 54 علي الأقل في الجراجات وغرف الميكانيكا	
11	مستودعات	150		
12	غرف خدمات (كهرباء و ميكانيكا)	200		
13	غرف تحكم	250		

8-2 كيفية إختيار وحدة الإنارة من الكتالوج:-

- قم بفتح كتالوج الإنارة السعودية الذي أمامك.
- تابع التوضيح مع المحاضر لتتعرف علي كيفية إختيار الكشافات و أنواعها.

9-2 خطوات تصميم الإنارة الداخلية:-

الشكل التالي يوضح الرسم التخطيطي لخطوات أعمال الإنارة الداخلية



- يتم حساب عدد وحدات الإنارة (N) المطلوبة من المعادلة التالية:

$$N = \frac{E \times A}{U.F \times M.F \times LM}$$

E : شدة الإضاءة المطلوبة (LUX).

A : مساحة السطح المراد إضاءته (م²).

U.F : معامل الاستفادة.

M.F : معامل الصيانة.

LM : كمية الإشعاع المرئي المنبعث من مصدر الضوء.

- قم بفتح ملف الإكس رف من داخل فولدر EDC الموجود علي سطح المكتب.

- قم بقياس أبعاد المكتب رقم 1 .

- L=11.2m, W=7.5m, H=3.5m

- إرتفاع مستوي العمل في المكاتب WORKING PLAN=0.85، وبالتالي Hm=2.65.

- حسب جدول شدة الإضاءة E=500 للمكاتب.

- يتم إفتراض M.F=0.8 للأماكن النظيفة.

- يتم إختيار نوع الكشف 5712 وعدد اللمبات و قدرتها 4x18w.

- يتم حساب دليل أبعاد الغرفة Room index (RI) من المعادلة التالية:-

$$RI = \frac{L \times W}{Hm \times (L+W)} = \frac{11.2 \times 7.5}{2.65 \times (11.2+7.5)} = 2$$

- بالنظر إلي الجدول الموضح لمعامل الاستفادة Utilization Factor U.F يجب تحديد

إنعكاسات الأسطح (السقف و الجدران و سطح العمل) وذلك حسب نوع المواد المستخدمة

لكل سطح وفي حالة عدم معرفتها يتم إفتراضها 20/50/70 للسقف/الجدران/الأرضيات.

- وبالتالي يتم إختيار القيمة التي تقع بين دليل أبعاد الغرفة و قيم الإنعكاسات السابقة

U.F=0.53

- إجمالي الفيض للكشاف ال 4X18W يساوي 5400Lumen.

- يتم التعويض في المعادلة السابقة الخاصة بحسابات عدد وحدات الإنارة:-

$$N = \frac{E \times A}{U.F \times M.F \times LM} = \frac{500 \times 11.2 \times 7.5}{0.53 \times 0.8 \times 5400} = 18.3 \cong 19$$

- يتم تقريب العدد الي أقرب رقم صحيح بالزيادة N=19 .

- لحساب العدد في الإتجاه الطولي L=11.2m :-

$$NL = \sqrt{\frac{NXL}{W}} = \sqrt{\frac{19 \times 11.2}{7.5}} = 5.3 \cong 6$$

- لحساب العدد في الإتجاه العرضي W=7.5m :-

$$NW = \sqrt{\frac{NXW}{L}} = \sqrt{\frac{19 \times 7.5}{11.2}} = 3.6 \cong 4$$

- عدد الكشافات الفعلي N1=4X6=24.

- لتحقيق أفضل توزيع للكشافات يجب حساب أفضل مسافات بين الكشافات حتي تحقق أعلي نسبة إنتظام Uniformity ratio :-

$$\frac{Space}{Height} = \frac{\sqrt{A/(N1)}}{Hm} = \frac{\sqrt{11.2 \times 7.5 / (24)}}{2.65} = 0.7$$

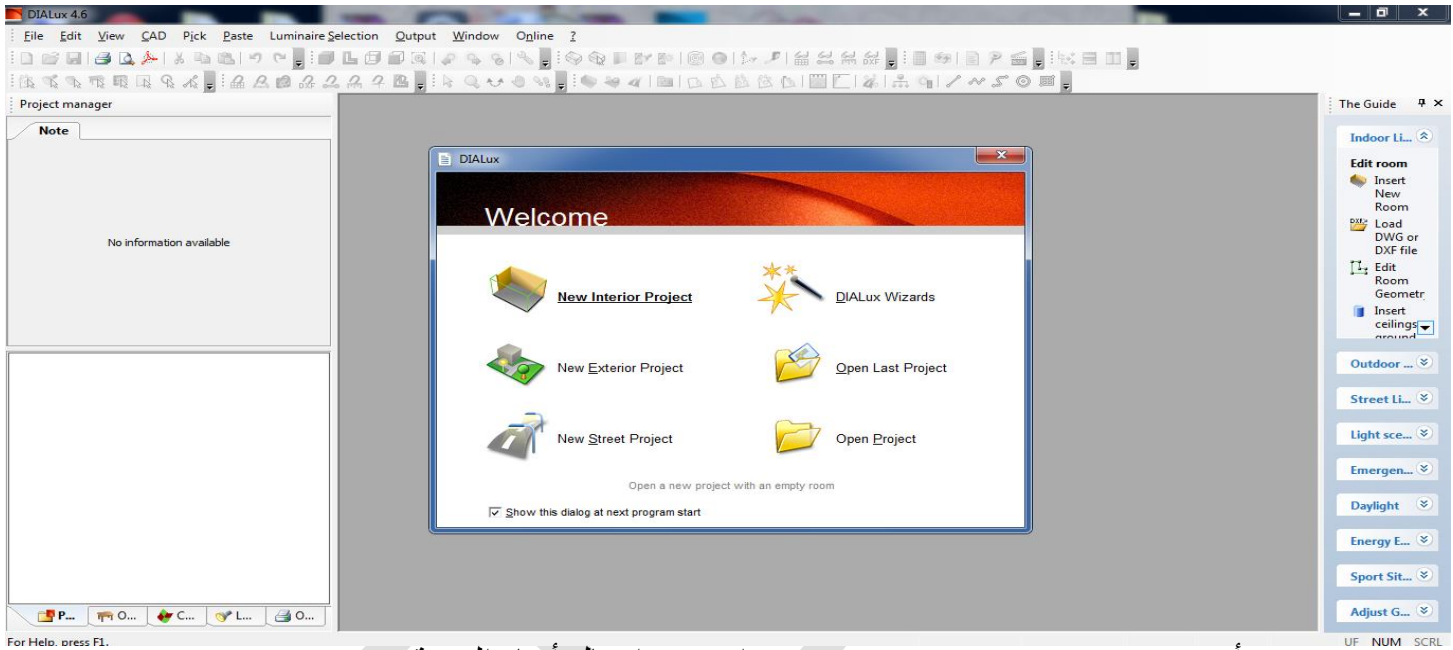
- وبضرب الإرتفاع في 0.7 تكون المسافات كالتالي Space= 2.65X0.7= 1.855

- وطريقة توزيع الكشافات تكون بالقاعدة X-2X-X

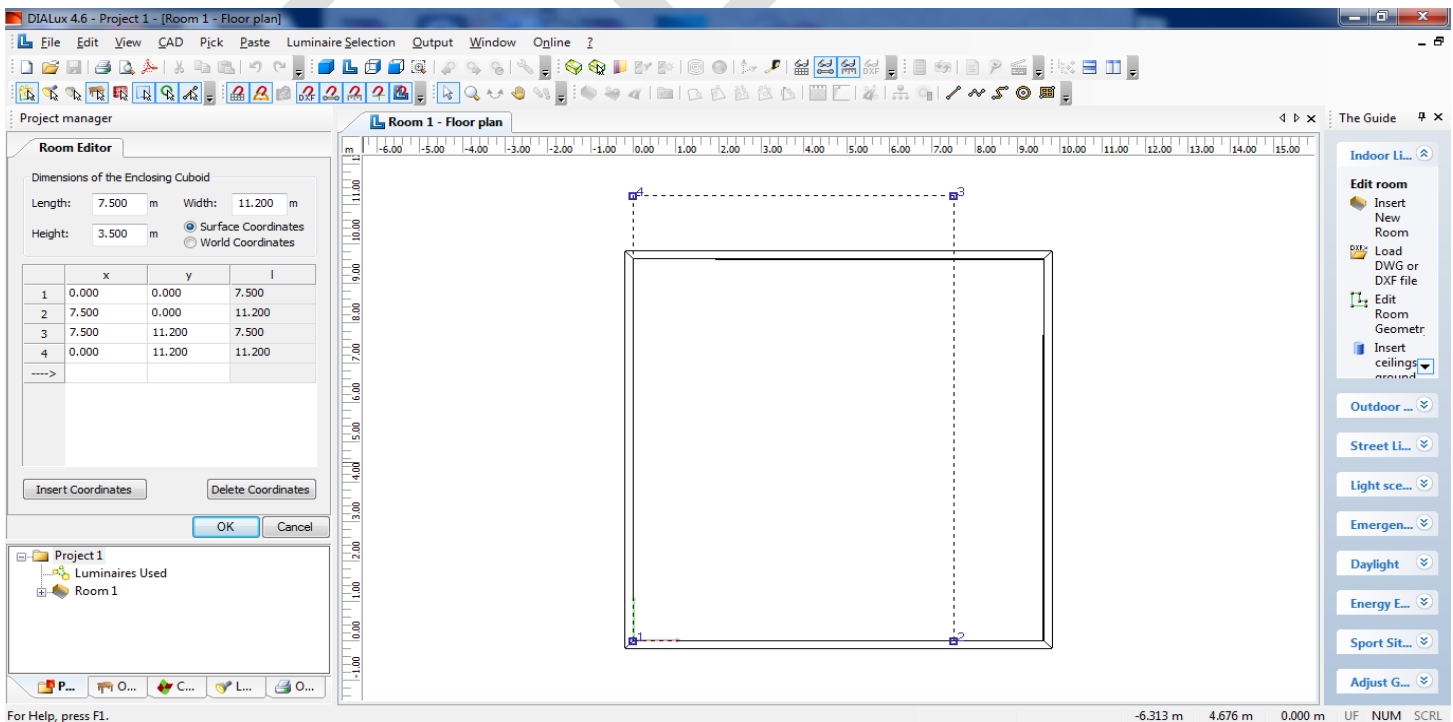
- وفي حالة وجود سقف مستعار عبارة عن بلاطات جبسية 60X60cm يجب مراعاة أن تكون المسافات أضعاف عرض البلاطات.

10-2 شرح برنامج الديالوكس:-

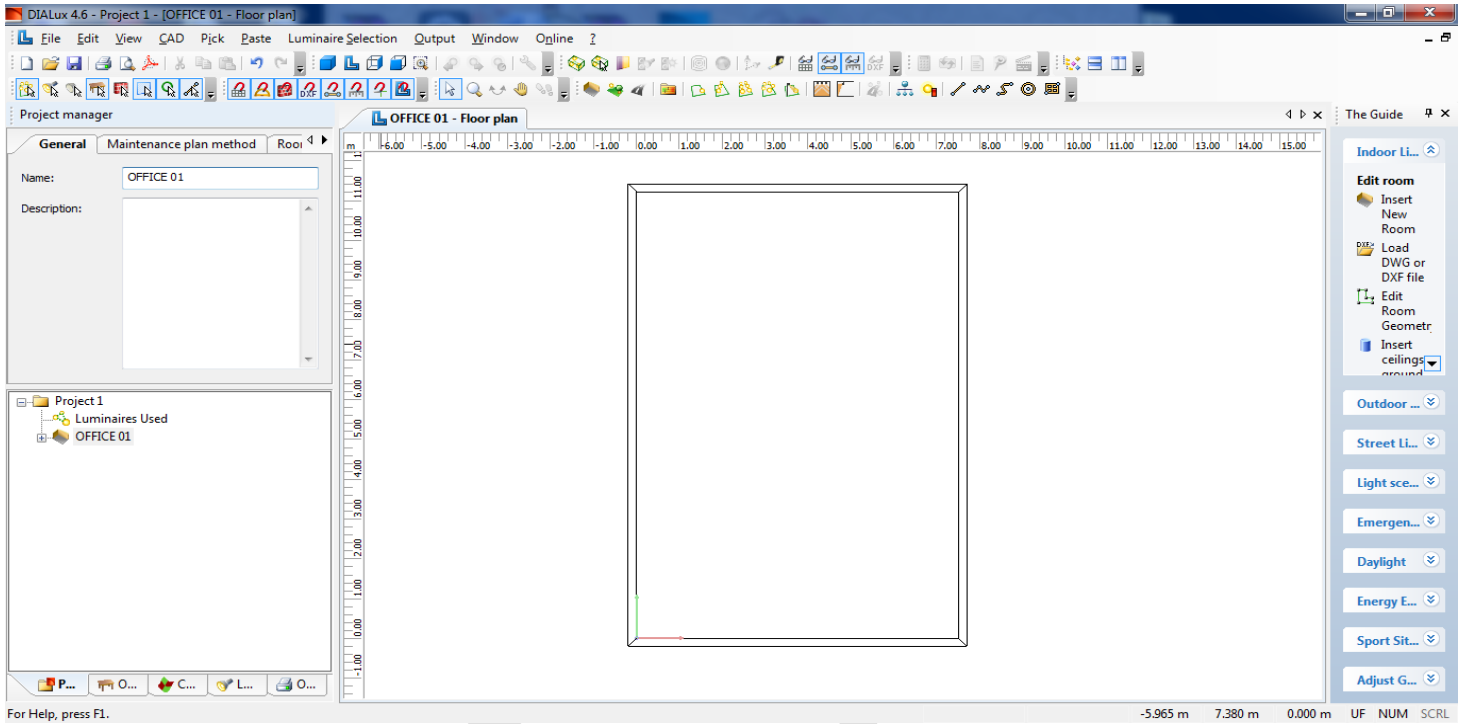
- قم بالنقر علي أيقونة الديالوكس الموجودة علي سطح المكتب.



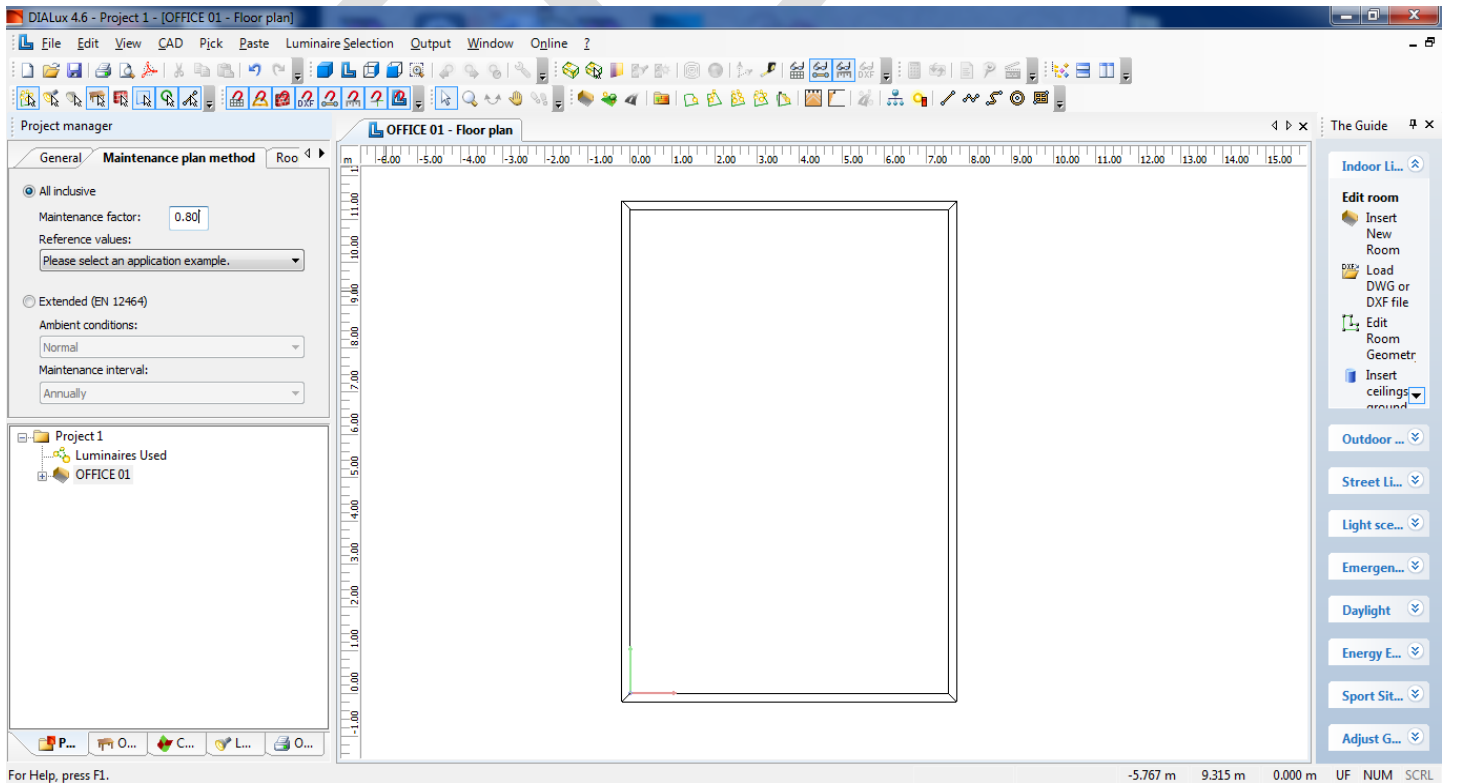
- أختار NEW INTERIOR PROJECT وابدء في إدخال أبعاد الغرفة.



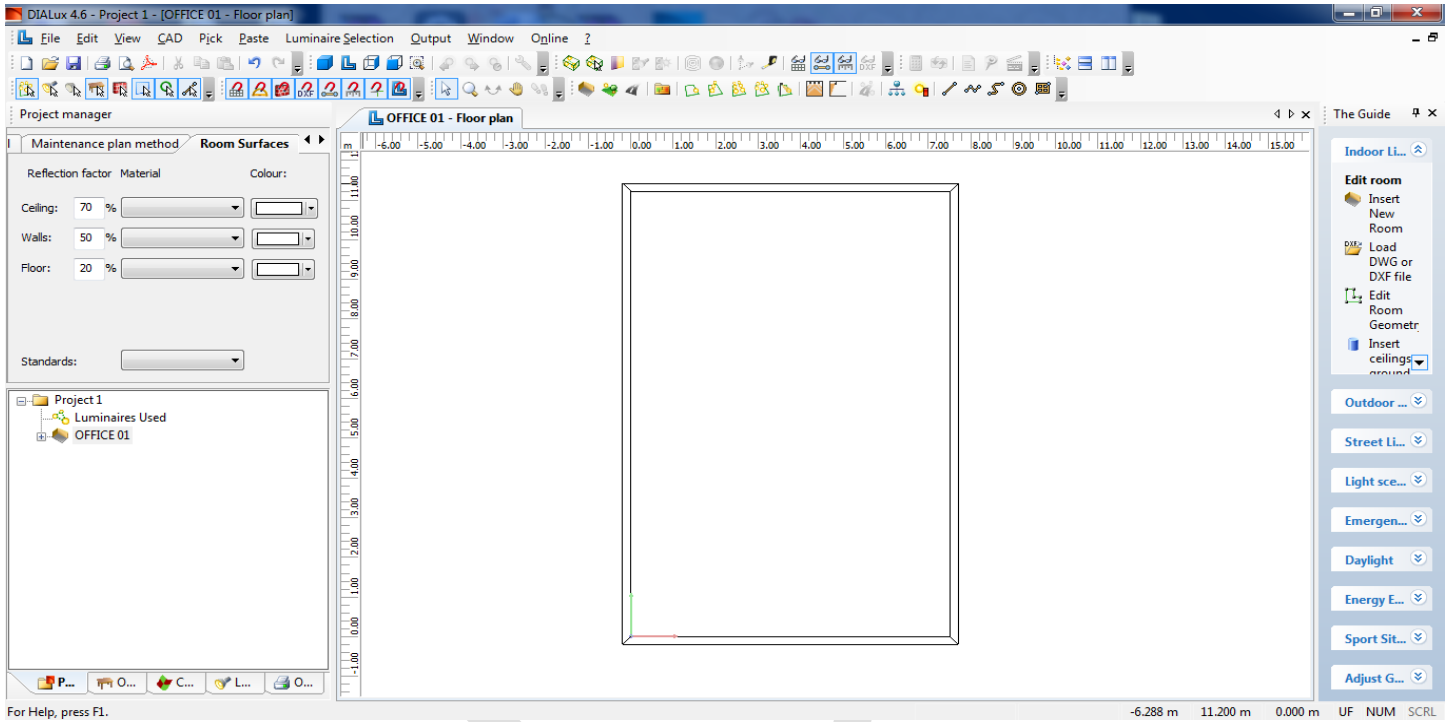
- إدخال اسم الغرفة حسب الرسومات المعمارية.



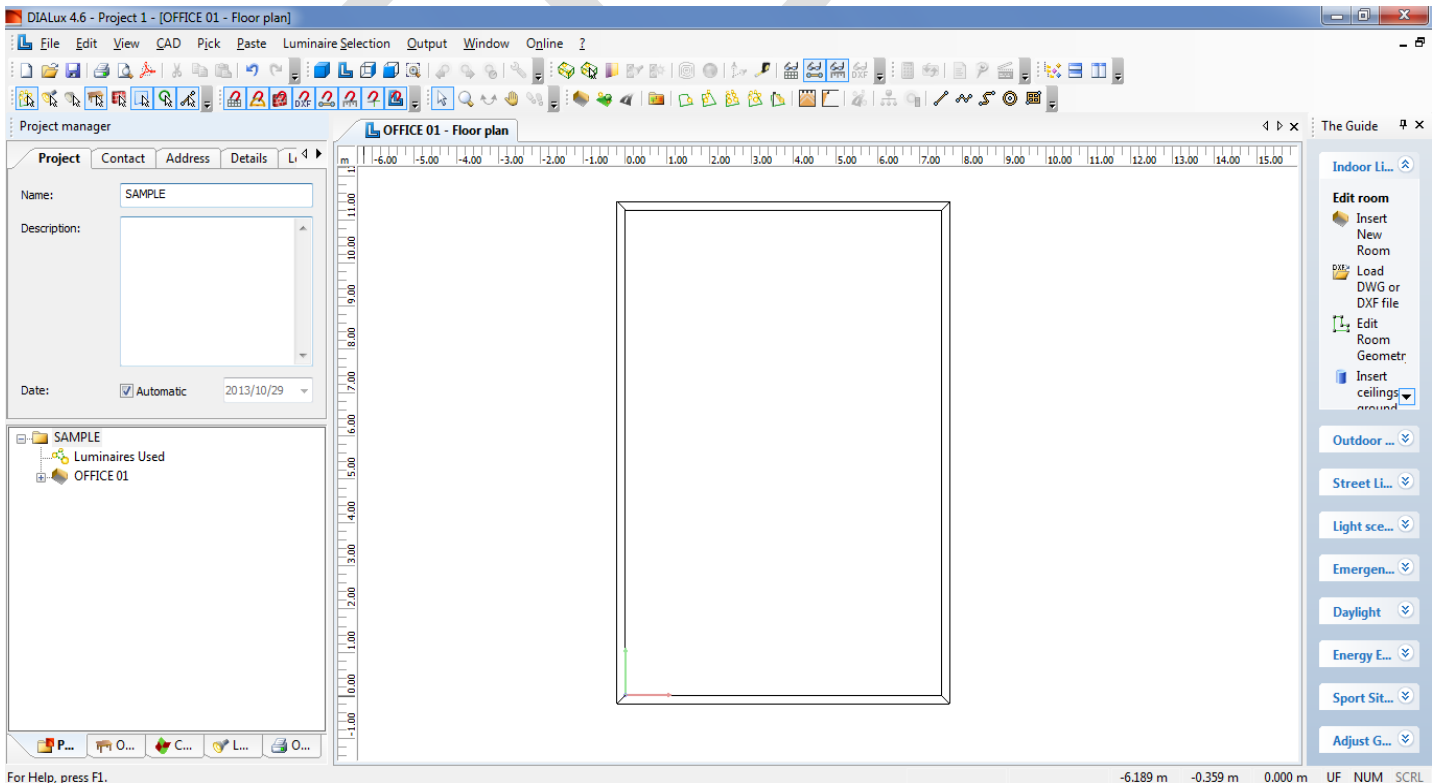
- إدخال معامل الصيانة $M.F = 0.8$.



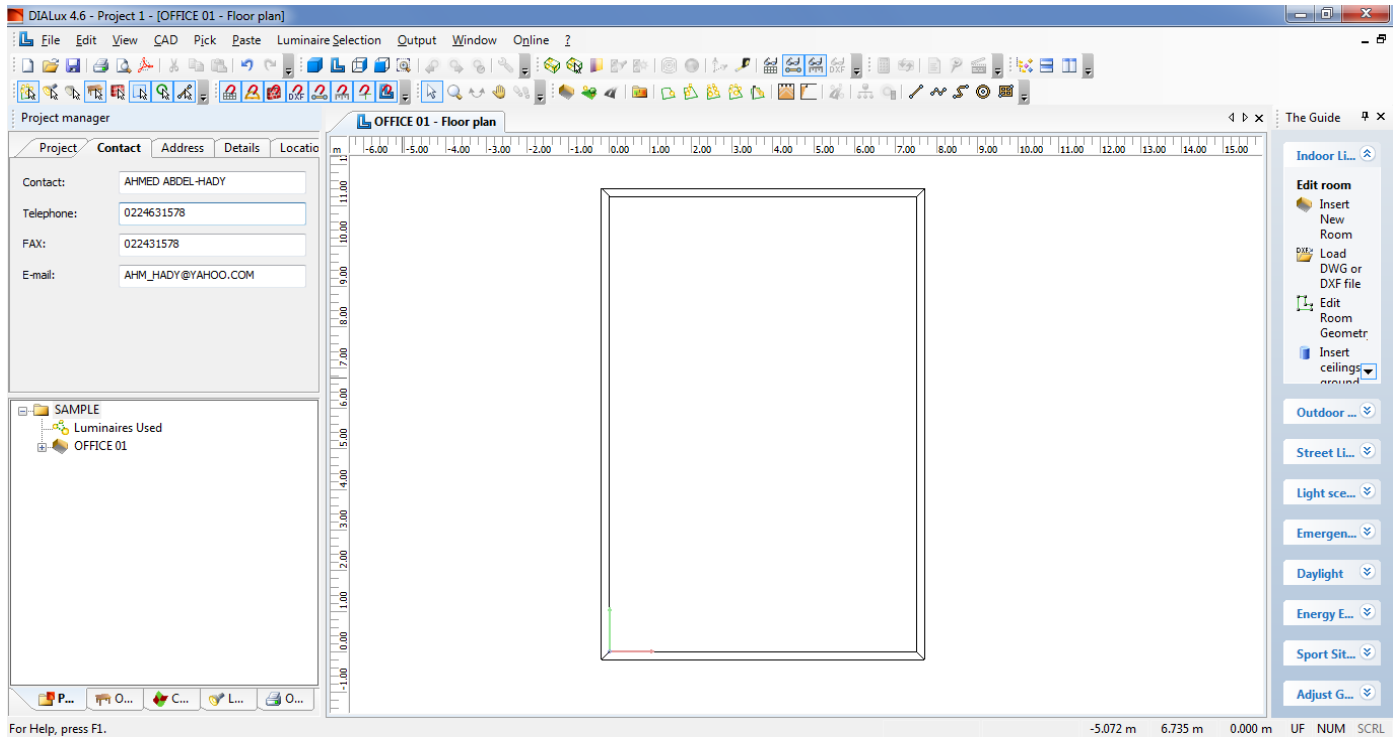
- يتم إختيار معاملات الإنعكاس المناسبة حسب نوع الخامات المستخدمة.



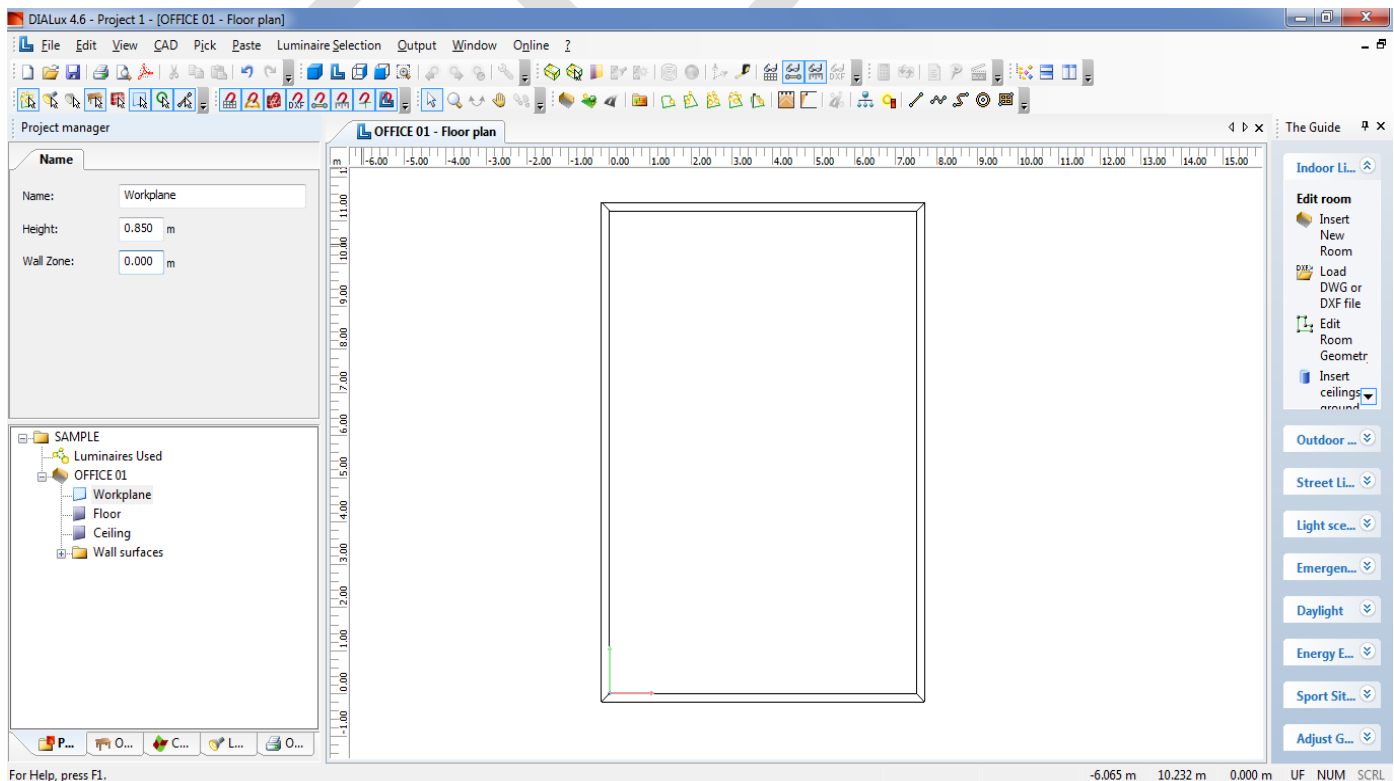
- يتم إضافة أسم المشروع.



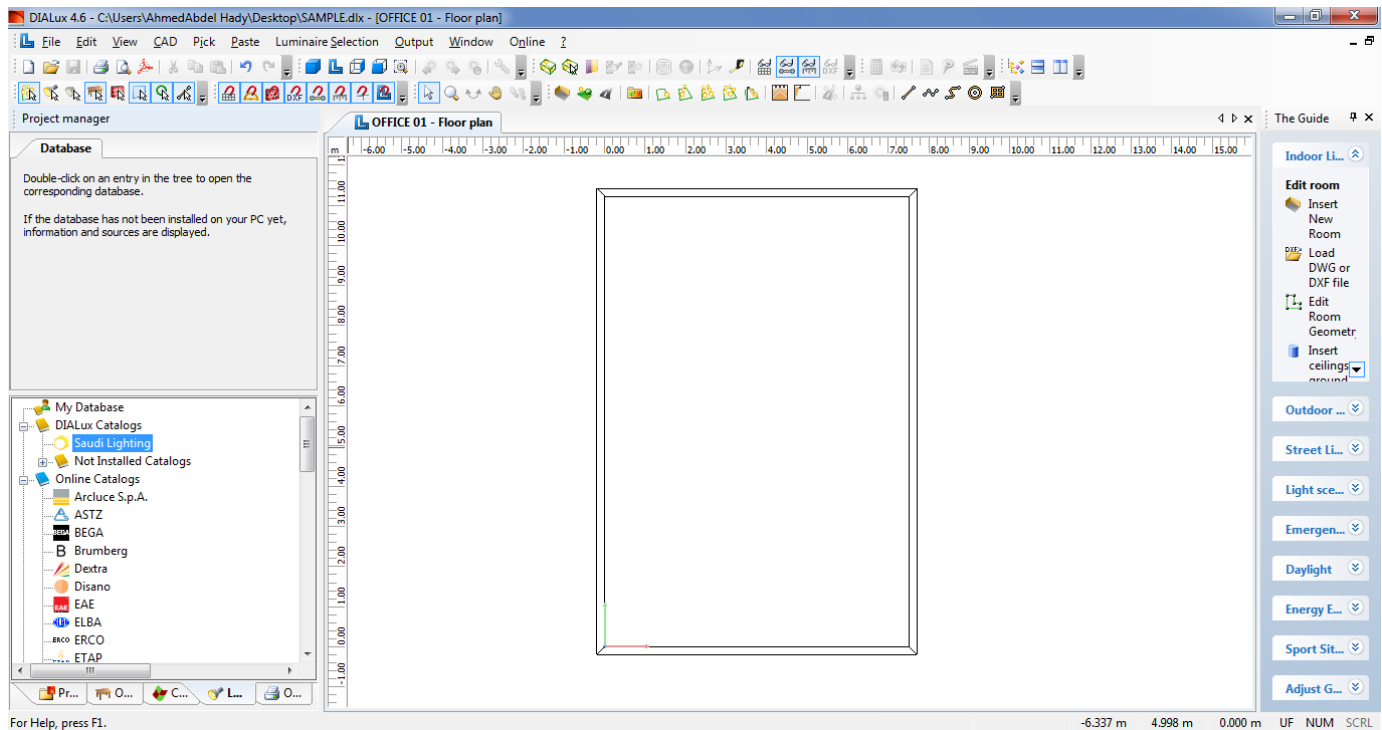
- قم بإدخال البيانات الخاصة بالمصمم.



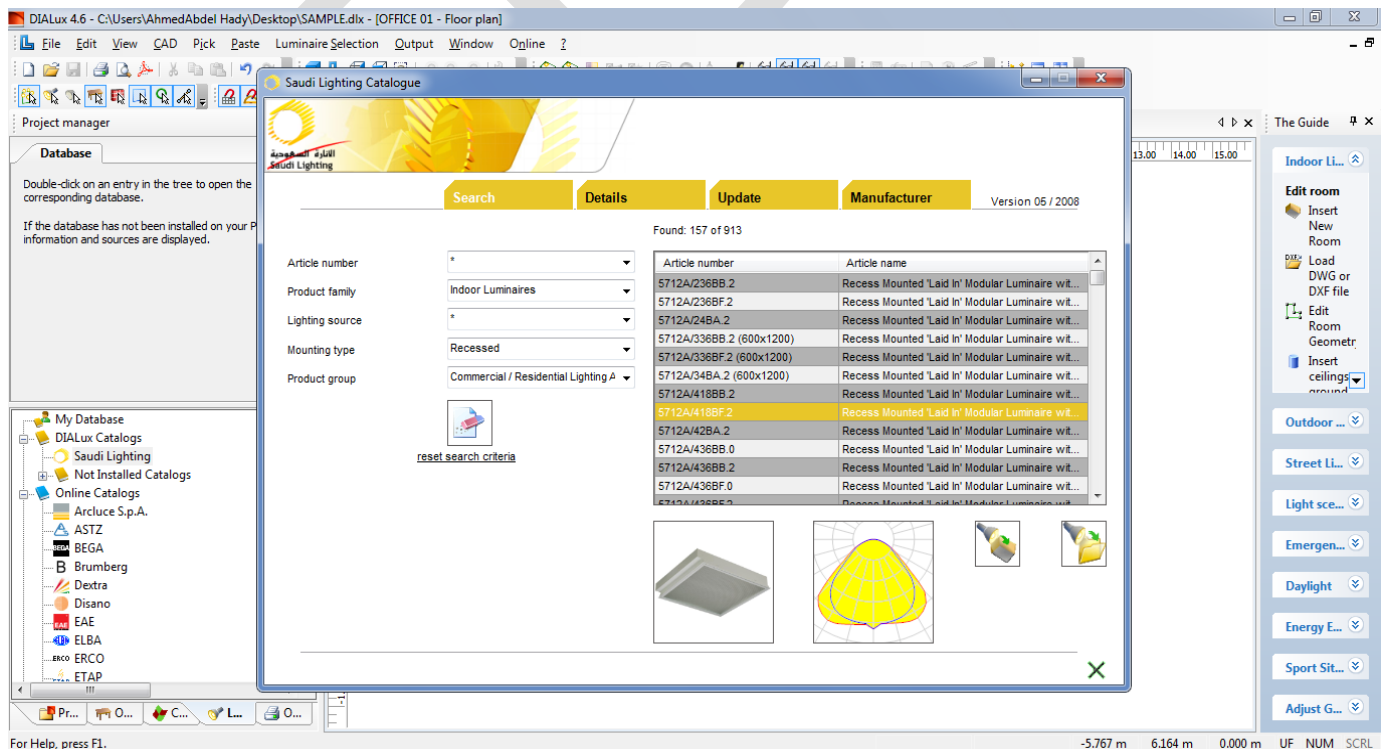
- أدخل ارتفاع مستوى العمل.



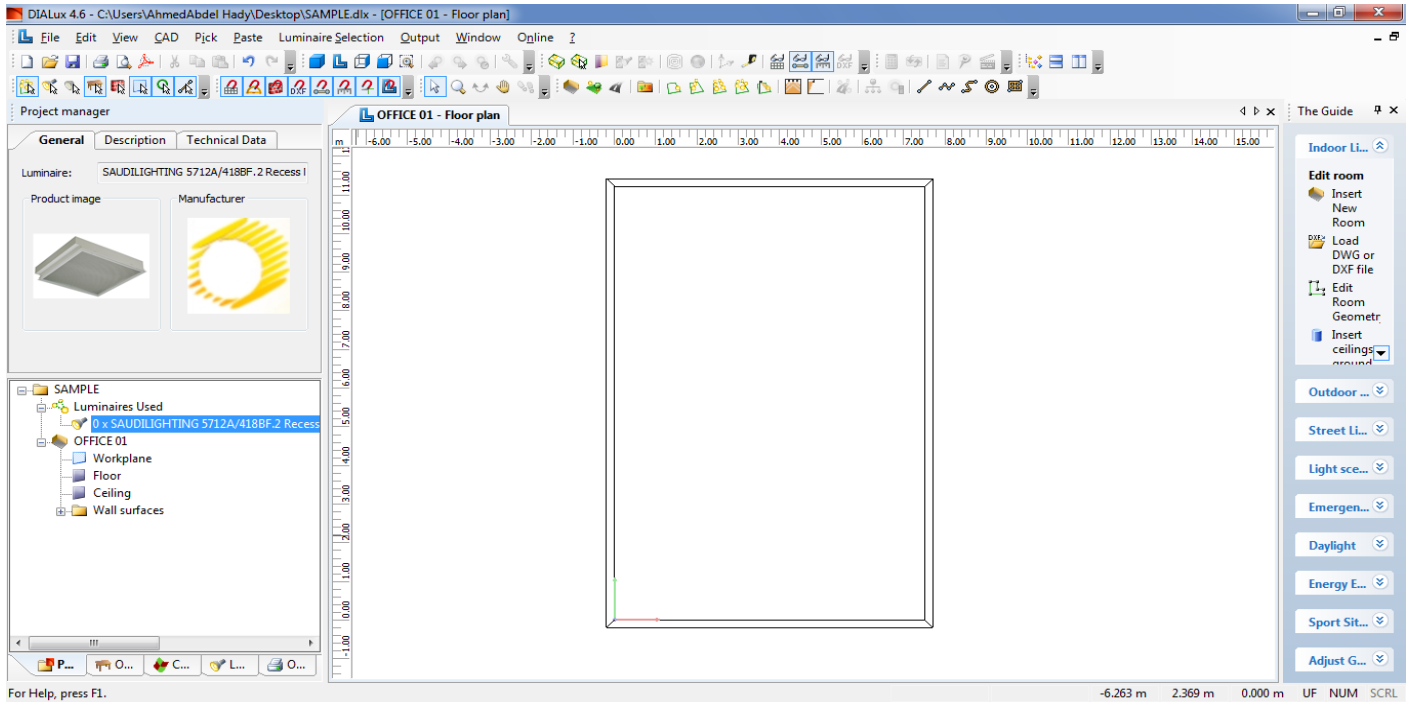
- قم بالضغط علي كاتلوج الإنارة السعودية.



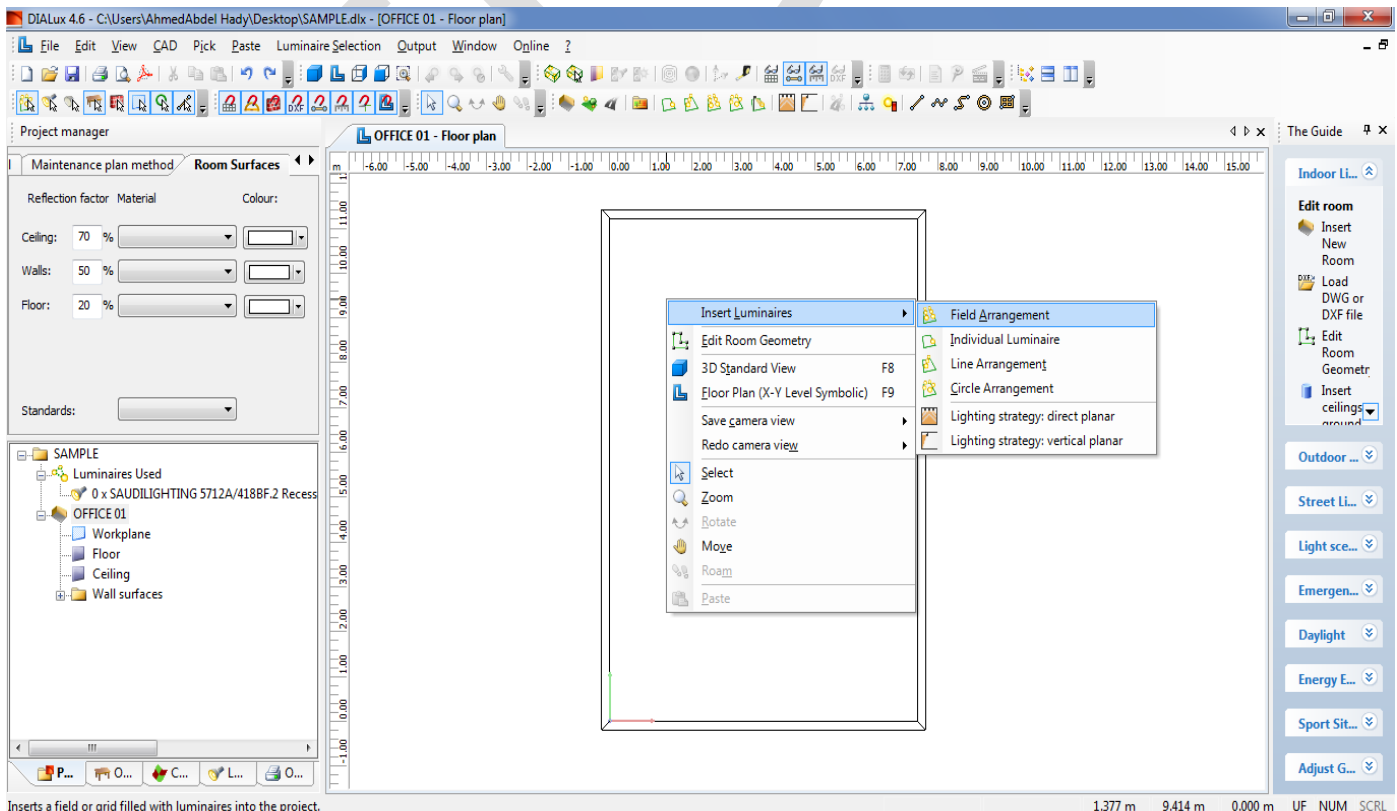
- أختار نوع الكشاف المناسب للفراغ وشكل السقف المعماري.



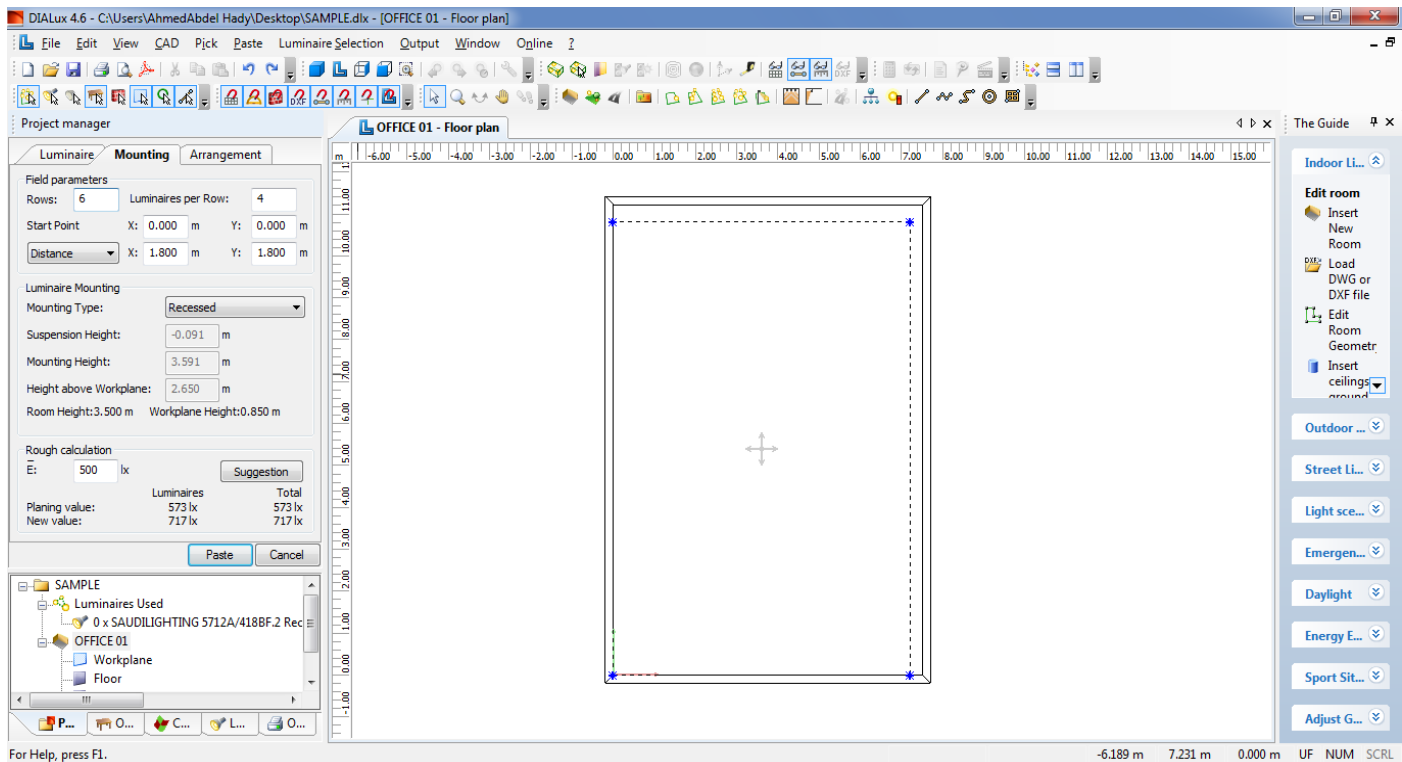
- اضغط علي نوع الكشف مرتين متتاليتين حتي يظهر في المشروع.



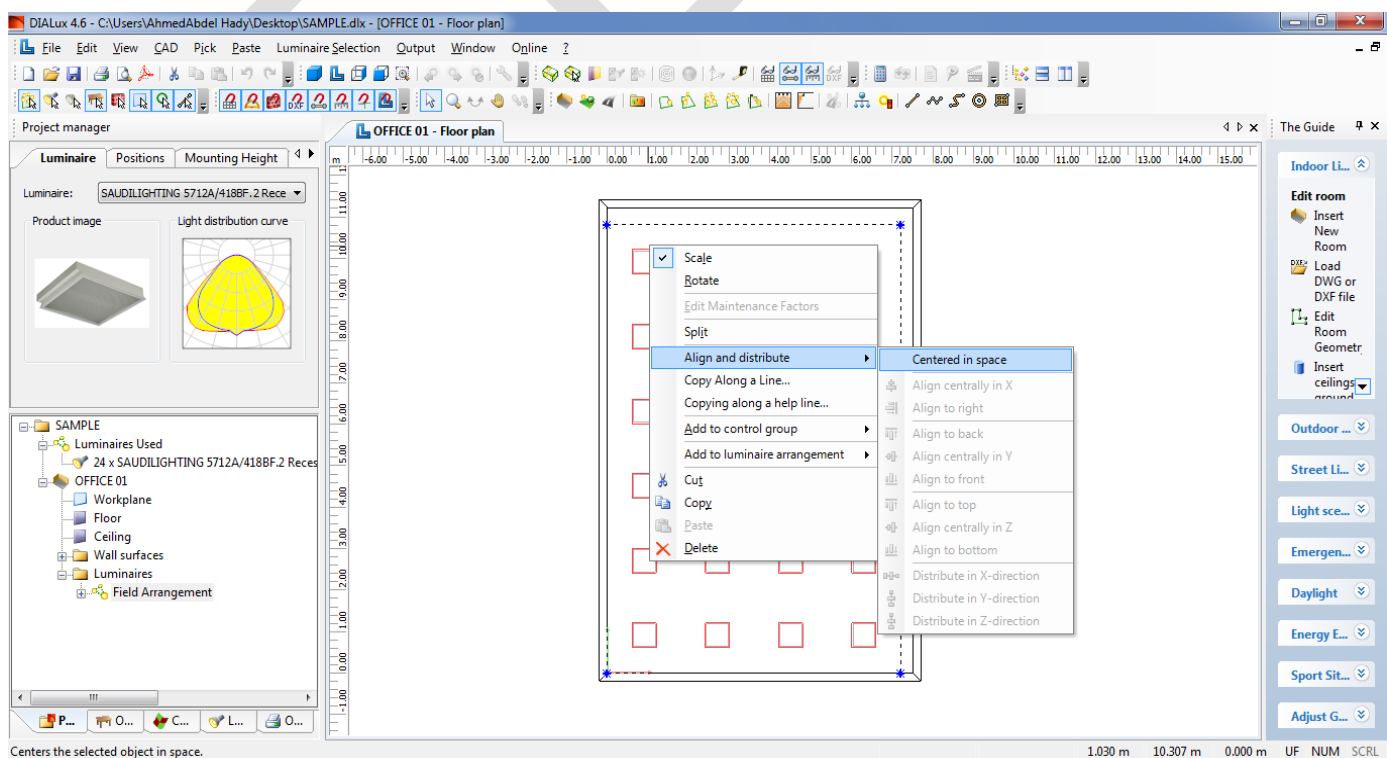
- اضغط علي يمين الفارة و قم بتوزيع الكشفات.



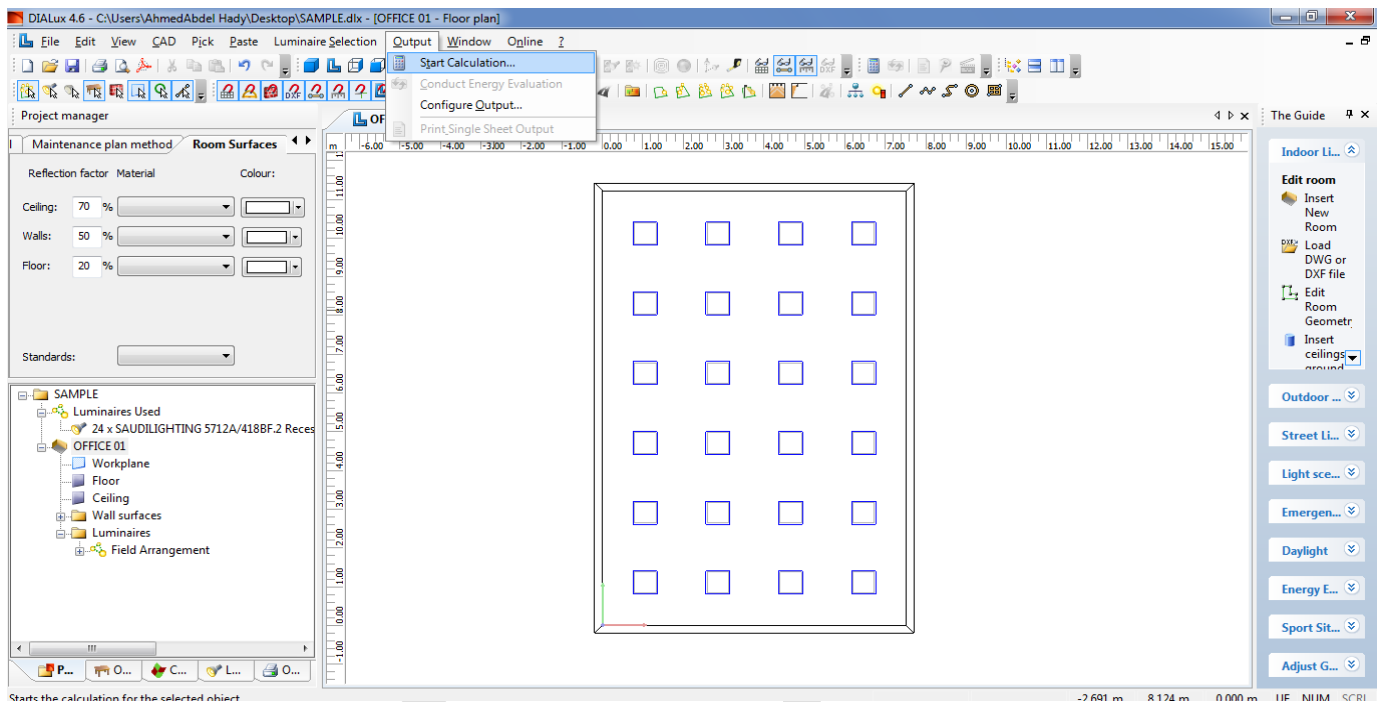
- إدخال عدد الكشافات و الأبعاد المطلوبة أو اترك البرنامج يقترح التوزيع.



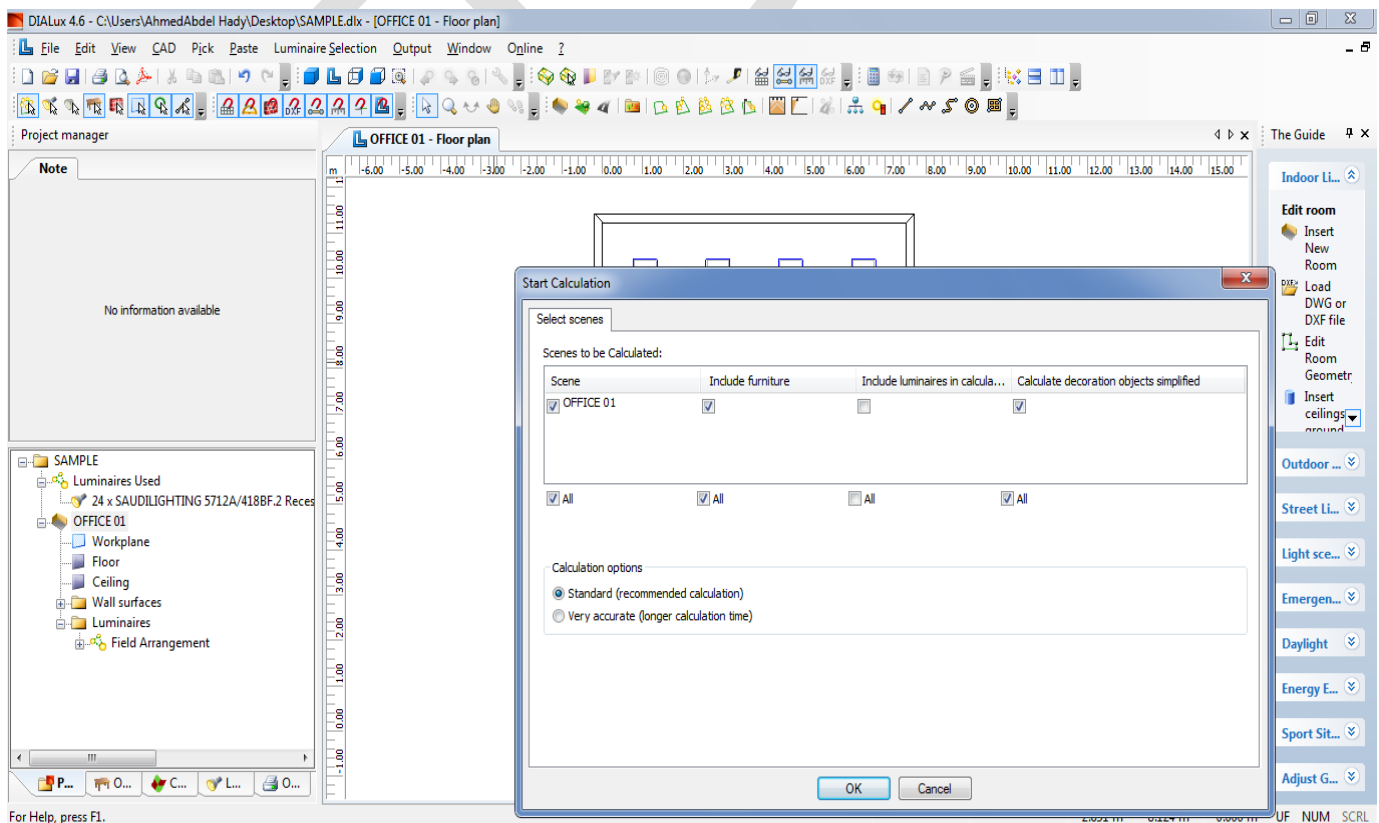
- اضغط علي يمين الفارة و قم بتحريك الكشافات إلي المنتصف.



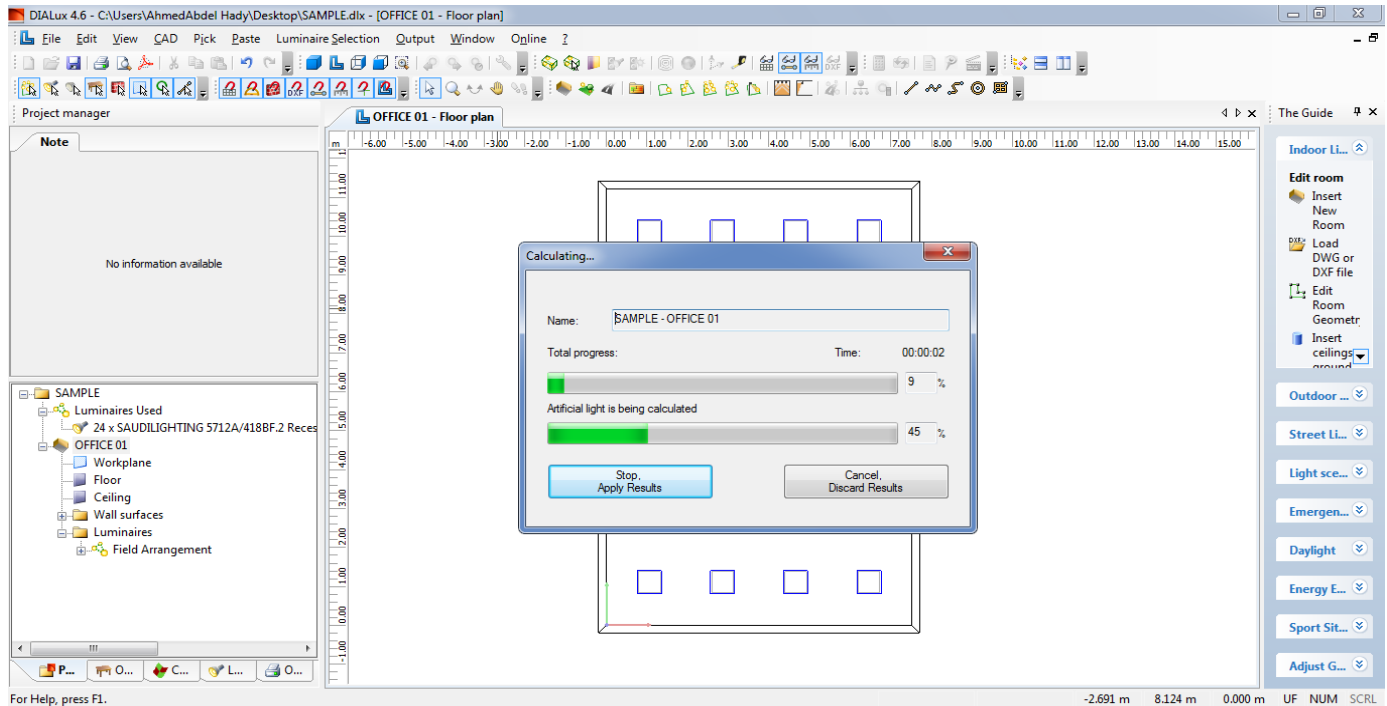
- إبدء الحسابات بإختيار الأمر .START CALCULATION



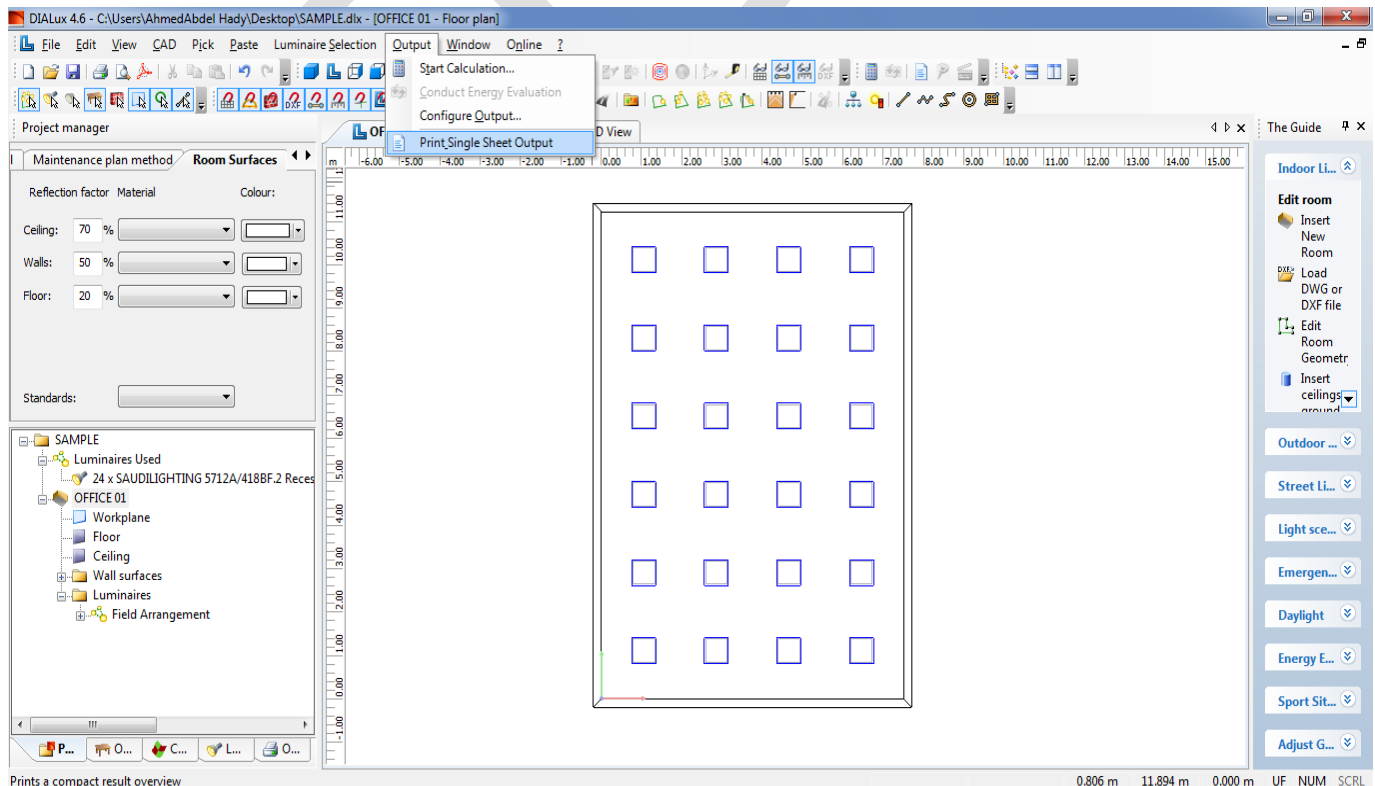
- تأكد من اختيار الغرفة المطلوبة وقم بالضغط علي OK.



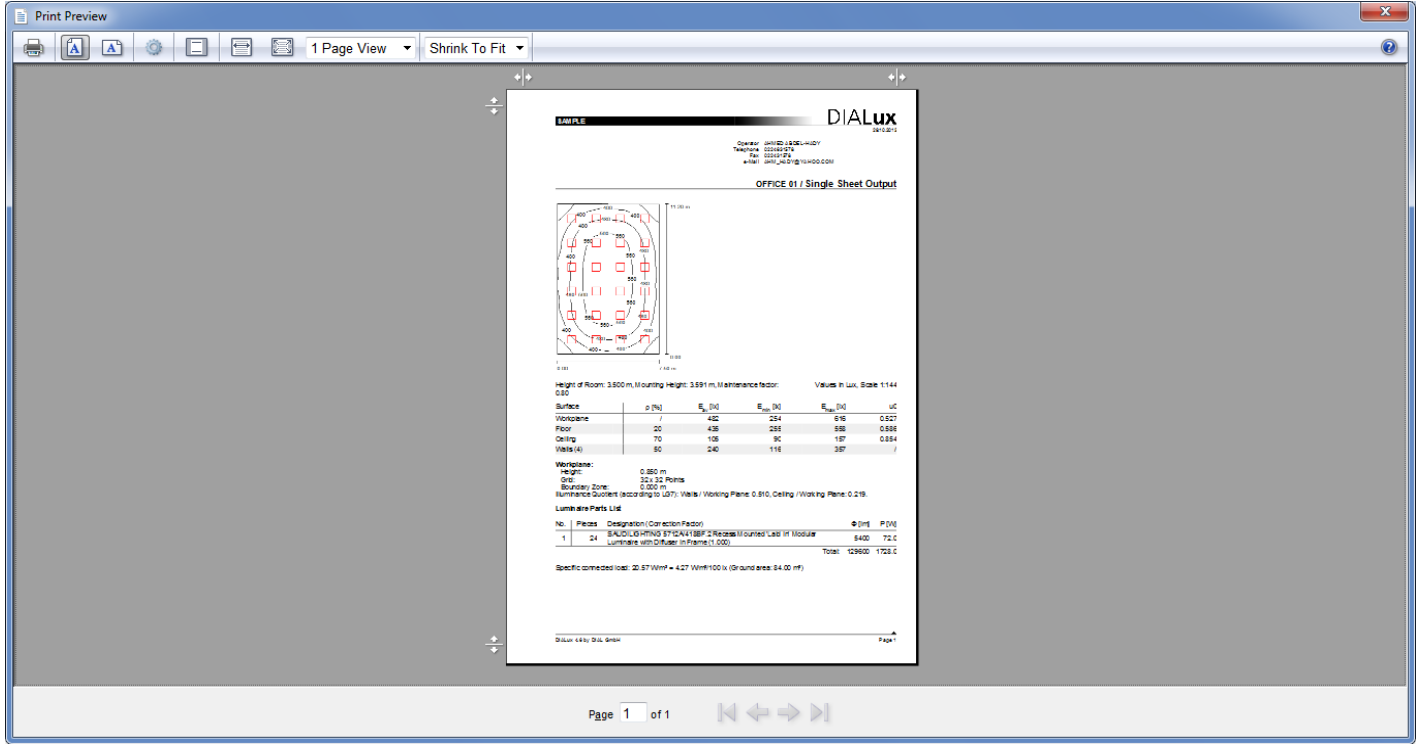
- إنتظر حتي يتم الإنتهاء من الحسابات.



- قم بطباعة الحسابات حتي تظهر علي الشاشة.



- تأكد من تحقيق أفضل نسبة إنتظام UNIFORMITY FACTOR.



11-2 أمثلة تطبيقية لتوزيع وحدات الإنارة باستخدام الأوتوكاد:-

- قم بفتح برنامج الأوتوكاد من الأيقونة الموجودة علي سطح المكتب.
- تابع التوضيح مع المحاضر لتتعرف علي كيفية توزيع وحدات الإنارة علي الرسومات المعمارية.
- تابع التدريب علي حساب شدة الإضاءة للفراغات الغير منتظمة.

12-2 المراحل التي تمر بها الرسومات الكهربائية :-

- مرحلة الرسومات التصميمية DESIGN DRAWING وتحتوي علي الأعمال التالية:-

- حسابات تقديرية للمشروع وتصميم مبدئي لغرف الكهرباء.
- تصميم جميع الأنظمة شاملاً الحسابات الفعلية.
- مخططات صواعد القوي و التيار الخفيف.
- جداول الكميات و المواصفات الفنية.
- يتم طرح جميع المستندات للمتقاصين (المقاولين).

- مرحلة رسومات الورشة SHOP DRAWING وتحتوي علي الأعمال التالية:-

- مراجعة مرحلة التصميم شاملاً مراجعة النوتة الحسابية.
- التنسيق بين جميع الأعمال.
- توصيل المخارج باللوحات الخاصة بها.
- إضافة أبعاد لجميع المخارج.
- يتم إرسال الرسومات إلي الموقع للتنفيذ.

- مرحلة الرسومات كما نفذت AS BUILT DRAWING وتحتوي علي الأعمال التالية:-

- نتيجة التعديلات التي تحدث أثناء التنفيذ فإنه يتم تعديل رسومات الورشة كما نفذت بالموقع.

13-2 أهمية التحكم في الإنارة :-

- تغيير مستوى الإضاءة حسب طبيعة إستخدام المكان.

- الإستفادة بالإضاءة الطبيعية علي مدار اليوم.

- ترشيد إستهلاك الكهرباء.

14-2 أنواع التحكم فى الإنارة بالطرق اليدوية :-

يجب أن تكون المفاتيح مقننة لقيم الجهد والتيار حسب الشركة المصنعة علي سبيل المثال 250 فولت 10 و 13 و 16 و 20 أمبير، وأنواع المفاتيح اليدوية كالتالي:-

- مفاتيح إتجاه واحد ONE WAY SWITCH وتنقسم إلي الأنواع التالية:-

- مفتاح واحد في نفس المخرج ONE GANG SWITCH .
- مفتاحين في نفس المخرج TWO GANG SWITCH .
- ثلاث مفاتيح في نفس المخرج THREE GANG SWITCH .

الجدول التالي يوضح طرق توصيل أنواع مفاتيح الإتجاه الواحد:-

تسلسل	أنواع المفاتيح	الرمز	طريقة التوصيل
1	مفتاح واحد إتجاه واحد		
2	مفتاحين إتجاه واحد		
3	ثلاثة مفاتيح إتجاه واحد		

- مفاتيح إتجاهين TWO WAY SWITCH وتنقسم إلى الأنواع التالية:-

- مفتاح واحد في نفس المخرج ONE GANG SWITCH .
- مفتاحين في نفس المخرج TWO GANG SWITCH .
- ثلاث مفاتيح في نفس المخرج THREE GANG SWITCH .

الجدول التالي يوضح طرق توصيل أنواع مفاتيح الإتجاهين :-

طريقة التوصيل	الرمز	أنواع المفاتيح	تسلسل
		مفتاح واحد إتجاهين	4
		مفتاحين إتجاهين	5
		ثلاثة مفاتيح إتجاهين	6

15-2 تطبيق عملي بإستخدام الأوتوكاد:-

بعد ما تم الإنتهاء من توزيع وحدات الإنارة لنموذج المشروع في المحاضرة السابقة سوف يتم التعرف علي كيفية إستكمال توصيل وحدات الإنارة ببعضها وأيضاً إضافة مفاتيح للإنارة و توصيلها بوحدات الإنارة الخاصة بها:-

- قم بفتح برنامج الأوتوكاد من الأيقونة الموجودة علي سطح المكتب.

- تابع التوضيح مع المحاضر لتتعرف علي كيفية التوصيل بين وحدات الإنارة وبين المفاتيح ووحدات الإنارة علي الرسومات المعمارية.

- تعرف علي كيفية تصميم وتوزيع الإنارة في حالة وجود مولد.

- تعرف علي كيفية إختيار وتوزيع علامات الخروج.

- سوف يتم التعرف لاحقاً علي شرح كيفية تغذية الإنارة الداخليه.

16-2 درجة الحماية (Protection Degree) :-

- تعريف درجة الحماية لوحداث الإنارة مثل تعريف درجة الحماية لأي معدة.

- وتوضح درجة الحماية علي النحو التالي (IP XY)، حيث يوضح الرقم الاول (X) بعد الحرفين (IP) بالحماية ضد المواد الصلبة و الأتربة والرقم الثاني (Y) يوضح الحماية ضد الأبخرة و السوائل.

الجدول التالي يوضح درجة الحماية ضد الأتربة و المواد الصلبة :-

الرقم الأول (X)	الدلالة
0	غير محمي.
1	محمي ضد الأشياء الصلبة التي تزيد قطرها عن 50 مم.
2	محمي ضد الأشياء الصلبة التي تزيد قطرها عن 12.5 مم.
3	محمي ضد الأشياء الصلبة التي تزيد قطرها عن 2.5 مم.
4	محمي ضد الأشياء الصلبة التي تزيد قطرها عن 1 مم.
5	محمي ضد دخول الأتربة (لا يمنع دخول الأتربة بشكل نهائي).
6	محمي تماماً ضد دخول الأتربة نهائياً.





الجدول التالي يوضح درجة الحماية ضد السوائل و الأبخرة :-








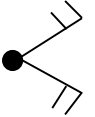
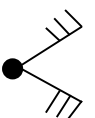
الرقم الأول (٧)	الدلالة
0	غير محمي.
1	محمي ضد تساقط المياه أو السوائل رأسياً.
2	محمي ضد تساقط المياه أو السوائل في حالة إن المعدة مائلة حتي 15 درجة.
3	محمي ضد تساقط المياه أو السوائل في حالة إن المعدة مائلة حتي 60 درجة.
4	محمي ضد الرش بالمياه.
5	محمي ضد الرش بالمياه برشاش.
6	محمي ضد الرش بالمياه بقوة أكثر من السابق.
7	المعدة محمية ضد دخول المياه الضارة عند غمرها بالماء تماماً تحت ضغط ولمدة محددة بمعرفة المنتجين.
8	المعدة مناسبة لأستمرار عملها وأدائها تحت الماء في ظروف ضغط يحدد بواسطة المنتجين.

- ونستفيد مما سبق إن كل وحدة إنارة لها درجة حماية تتكون من رقمين.
- يتم تحديد درجة الحماية حسب طبيعة إستخدام المكان، ويتم تحديد أيضاً مكان إستخدام وحدة الإنارة داخلية ام خارجية.
- ولسهولة إختيار الكشف فإن الشركات المصنعة حددت درجة الحماية حسب طبيعة إستخدام المكان (راجع كاتلوج الإنارة السعودية) فعلي سبيل المثال درجة الحماية للمكاتب و غرف الإجتماعات تكون IP-20 وبالنسبة للحمامات و المطابخ الصغيرة لا تقل عن IP-44 والإستخدام الخارجي لا يقل عن IP-65 .

17-2 كيفية توصيف وحدات الإنارة:-

بعد الإنتهاء من تصميم نموذج المشروع السابق، يجب إعداد جدول لتوصيف وحدات الإنارة و المفاتيح المستخدمة في المشروع وهي كالتالي:-

LIGHTING FIXTURE TYPE	LIGHTING FIXTURE SYMBOL	LIGHTING FIXTURE DESCRIPTION
A		Recessed Mounted Indoor Luminaire for Fluorescent Lamps with 4X18W, 220V, 50HZ, IP-20. With aluminum louvers. For offices
B		Recessed Mounted Indoor Downlight for compact Fluorescent Lamps with 2X26W, 220V, 50HZ, IP-20. For corridors
B1		Ditto as type B, but with 1x18W, IP-44. For toilets
C		Recessed Mounted Indoor Downlight for Halogen Lamp with 1X50W, 220V, 50HZ, IP-20. For meeting room

LIGHTING FIXTURE TYPE	LIGHTING FIXTURE SYMBOL	LIGHTING FIXTURE DESCRIPTION
D		Surface Mounted Luminaire for Fluorescent Lamps with 2X36W, 220V, 50HZ, IP-20. For electrical rooms
F		Wall Mounted Decorative Luminaire for compact Fluorescent Lamps with 1X26W, 220V, 50HZ, IP-20. For stairs
G		Ceiling/Wall Mounted Exit sign for Fluorescent Lamps With 1X8W, 220V, 50HZ, IP-20. Equipped with 1.5hr back-up battery.
Sw1		Wall Mounted Single Gang, One Way Lighting Switch. 220V, 13A.
Sw2		Wall Mounted double Gang, One Way Lighting Switch. 220V, 13A.
Sw3		Wall Mounted triple Gang, One Way Lighting Switch. 220V, 13A.
Sw4		Wall Mounted Single Gang, Two Way Lighting Switch. 220V, 13A.
Sw5		Wall Mounted double Gang, Two Way Lighting Switch. 220V, 13A.
Sw6		Wall Mounted triple Gang, Two Way Lighting Switch. 220V, 13A.

الإضاءة الخارجية

18-2 أنواع المصابيح المستخدمة في الإضاءة الخارجية :-

- مصباح تفريغ كهربائي عالي الضغط (High Intensity Discharge Lamps (HID).

مجموعة عامة من المصابيح تحتوي على مصابيح عالية الضغط من الزئبق، الهاليد المعدني وبخار الصوديوم ويكون القوس الكهربائي المنتج للضوء بها مستقراً عن طريق درجات حرارة البصيلة التي بها يكون التحميل الجداري أكبر من 3 وات/سم²، وأشهر قدرات للمبات 70 و 100 و 150 و 250 و 400 و 1000 وات.

وتحتوي على المصابيح التالية:

- مصابيح الصوديوم ذات الضغط المنخفض (Low Pressure Sodium (LPS)

يتميز بأعلى كفاءة ضوئية تصل إلى 100-185 لومن/وات، ويتميز باللون الأصفر ولكن يتسبب في إنعدام إظهار الألوان. يكون البهر الناتج من هذه المصابيح أقل إيذاءً للعين منه في المصابيح الأخرى. ولذلك يستخدم في الطرق الرئيسية والسريعة.

- مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالي (High Pressure Sodium (HPS)

يختلف عن مصابيح الصوديوم ذات الضغط المنخفض بكفاءته ضوئية أقل تتراوح بين 72-115 لومن/وات، ولذلك يستخدم في الطرق السكنية و الشوارع الجانبية ويستخدم أحياناً في الطرق السريعة.

- مصابيح الهاليد المعدني Metal Halide Lamps

يختلف عن مصابيح الصوديوم بكفاءة ضوئية أقل تتراوح بين 38-75 لومن/وات، ويتميز باللون الأبيض، يتميز بأمانة إظهار ألوان ممتازة ولذلك يستخدم في إنارة الملاعب وواجهات المباني.

- مصباح إنارة غامرة Flood Light Lamp.

مصباح ذو عاكس عريض الشعاع، تتراوح زاوية الشعاع الضوئي الصادر عنه ما بين (120-18) درجة.

- مصباح توهجي Incandescent Lamp.

مصباح ضوء ناتج من فتيلة مسخنة إلى درجة التوهج بتمرير تيار كهربائي فيها، وتستخدم فتيلة التنجستين في معظم المصابيح.

الجدول التالي يوضح مقارنة بين أنواع اللامبات المختلفة التي تستخدم في الإنارة الداخلية و الخارجية:-

Factor	Lamp Type				
	Incandescent	Fluorescent	Metal Halide	High-Pressure Sodium	Low-Pressure Sodium
Wattage	25-150	18-95	50-400	50-400	18-180
Output (Lumens)	210-2700	1000-7500	1900-30000	3600-46000	1800-33000
Efficiency (Lumens/watt)	8-18	55-79	38-75	72-115	100-183
Lumen Maintenance (%)	90 (85)	85 (80)	75 (65)	90 (70)	100 (100)
Lamp Life (hours)	750-2000	10000-20000	10000-20000	18000-24000	16000
Energy Use	High	Medium	Medium	Low	Lowest
Color Rendition	Good	Good	Good	Moderate	None*

* Lamp most commonly used in general outdoor lighting (not including sports lighting).

19-2 تصميم الإنارة الخارجية:-

فيما يلي جدول يوضح إختيار وحدات الإنارة الخارجية حسب نوع و إستخدام المكان:-

تسلسل	طبيعة المكان	نوع الكشافات واللمبات الملائمة لكل مكان	صور توضح الكشافات الملائمة لكل مكان
1	واجهات المباني وأسفل الأشجار	كشافات غائرة في الأرض وتوجه الإنارة إلي أعلي ويمكن إستخدام لمبات ميتال هاليد أو صوديوم ضغط عالي، حسب لون الإنارة المطلوبة ودرجة الحماية علي الأقل IP-65.	 
2	الممرات و الحدائق ومناطق الانتظار	بولارد بإرتفاع 80 سم ويمكن إستخدام لمبات ميتال هاليد أو صوديوم ضغط عالي او لمبات متوهجة، حسب لون الإنارة المطلوبة ودرجة الحماية علي الأقل IP-65.	

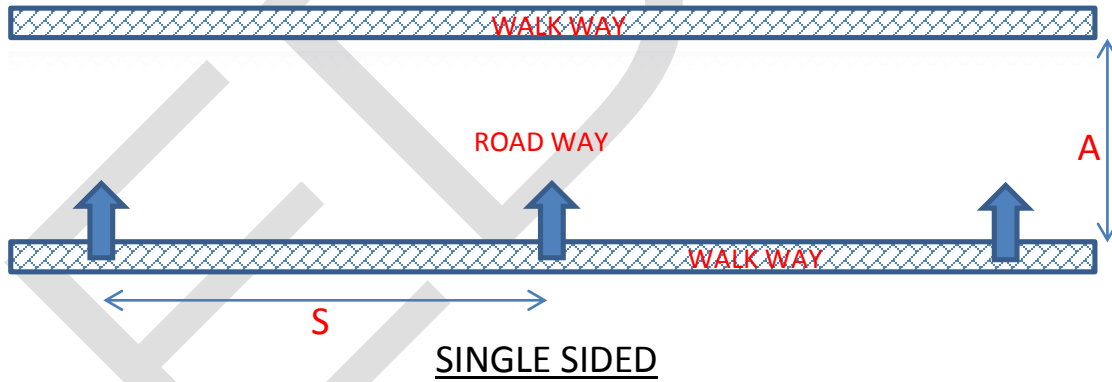
تسلسل	طبيعة المكان	نوع الكشافات والمبات الملائمة لكل مكان	صور توضح الكشافات الملائمة لكل مكان
3	فوق الأسوار	كشافات دائرية تثبت فوق الأسوار ويمكن إستخدام لمبات متوهجة أو صوديوم ضغط عالي، حسب لون الإنارة المطلوبة ودرجة الحماية علي الأقل IP-54.	
4	إنارة الزرع	كشاف مزود بشوكة للتثبيت في الأرض ويستخدم لمبات متوهجة ودرجة الحماية علي الأقل IP-65.	
5	إنارة الطرق	أعمدة إنارة بارتفاعات مختلفة و يمكن إستخدام لمبات الصوديوم ذات الضغط العالي أو المنخفض كما تم ذكرها سابقاً ودرجة الحماية علي الأقل IP-65. يتم إختيار إرتفاع العمود حسب عرض الطريق كما سيتم التعرف علي تصميم إنارة الطرق بالتفصيل.	

20-2 إنارة الطرق:-

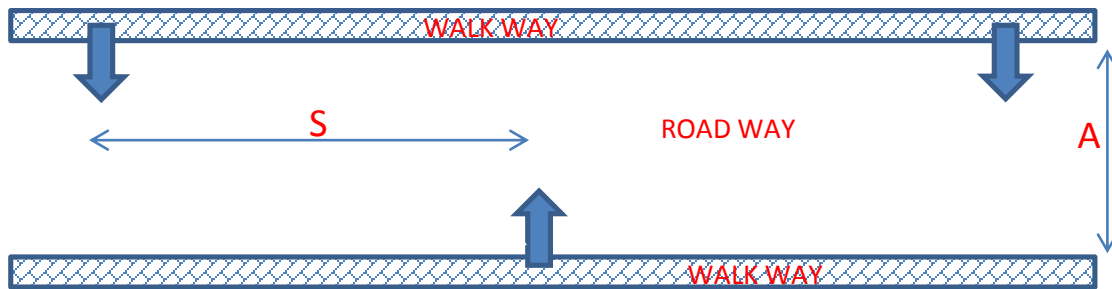
- يتم إختيار إرتفاع العمود المناسب لعرض الطريق من كتالوج الإنارة.
- يفضل أن يكون إرتفاع العمود مساوي لعرض الطريق، وسوف نتعرف علي الحالات التي يكون فيها عرض الطريق أكبر من إرتفاع العمود.
- يتم توزيع المسافات بين الأعمدة حتي تكون ثلاثة أضعاف الي أربعة أضعاف إرتفاع العمود.
- كلما زاد إرتفاع العمود تزداد قدرة الكشف.
- بعض الكاتلوجات الفنية يتم تحديد المسافات المقترحة لكل نوع من أعمدة الإنارة و عرض الطريق المناسب.

فيما يلي نماذج توضح أشهر أشكال الطرق المختلفة و طريقة إنارتها :-

- إنارة الطريق من إتجاه واحد، وتكون في حالة أن عرض الطريق أقل من أو يساوي إرتفاع العمود.

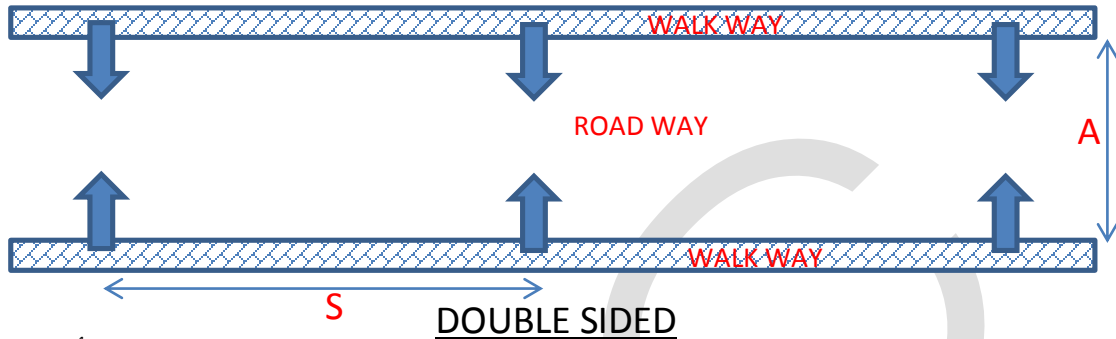


- إنارة الطريق من إتجاهين بشكل متعرج، وتكون في حالة أن عرض الطريق أكبر من إرتفاع العمود و اقل من 1.5 إرتفاع العمود.

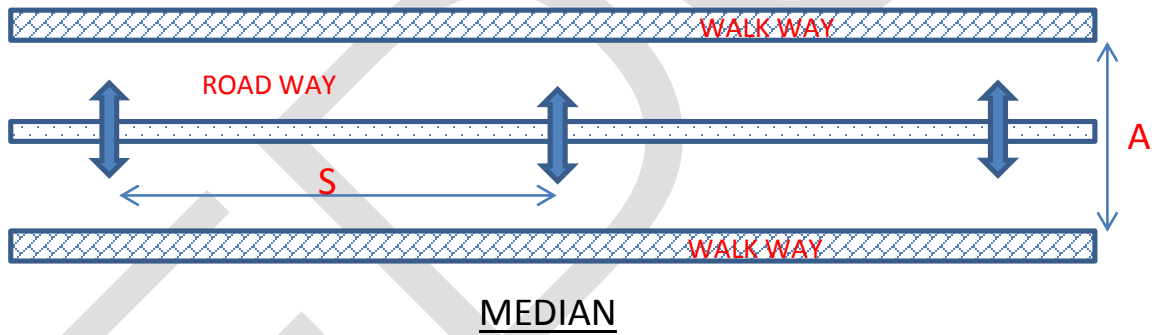


DOUBLE SIDED WITH OFFSET

- إنارة الطريق من إتجاهين، وتكون في حالة أن عرض الطريق أكبر من 1.5 إرتفاع العمود وأقل من ضعف إرتفاع العمود ولا يوجد جزيرة فاصلة بين الطريقين.



- إنارة الطريق من وسط الطريق من خلال عمود بذراعين، وتكون في حالة أن عرض الطريق أكبر من 1.5 إرتفاع العمود وأقل من ضعف إرتفاع العمود و يوجد جزيرة فاصلة بين الطريقين.



21-2 مستويات شدة الإضاءة للطرق باللوكس:-

فيما يلي جدول يوضح شدة الإضاءة ، ويمكن استخدام أي من الأكواد العالمية أو المحلية لتحديد شدة الإضاءة حسب طبيعة المشروع و حسب متطلبات العميل:-

وصف الطرق بدلالة ازدحام السيارات (حركة المرور)				حركة مرور المشاة
حركة مرور كثيفة	حركة مرور متوسطة	حركة مرور خفيفة	حركة مرور خفيفة جداً	
19.8	16.5	13.2	9.9	كثيف
16.5	13.2	9.9	6.6	متوسط
13.2	9.9	6.6	3.3	خفيف أو منعدم

22-2 خطوات تصميم إنارة الطرق:-

- يتم حساب المسافة بين الأعمدة (S) من المعادلة التالية:

$$S = \frac{LM \times U.F \times M.F}{E \times A}$$

E : شدة الإضاءة المطلوبة (LUX).

A : عرض الطريق (متر).

U.F : معامل الاستفادة.

M.F : معامل الصيانة.

LM : كمية الإشعاع المرئي المنبعث من مصدر الضوء.

- قم بفتح ملف الإكس رف من داخل فولدر EDC الموجود علي سطح المكتب.
- قم بقياس عرض الطريق A= 5m .
- حسب جدول شدة الإضاءة E= 9.9 LUX .
- يتم إفتراض M.F=0.6 و U.F=0.3 .
- يتم إختيار نوع كشاف مناسب للطرق إرتفاع 5-6 متر (7418) 70 وات اللومن 5600.
- بالتعويض في المعادلة :-

$$S = \frac{5600 \times 0.3 \times 0.6}{9.9 \times 5} = 20 \text{ m}$$

23-2 تطبيق عملي بإستخدام الأوتوكاد:-

- قم بفتح برنامج الأوتوكاد من الأيقونة الموجودة علي سطح المكتب.
- تابع التوضيح مع المحاضر لتتعرف علي كيفية تصميم الإنارة الخارجية لنموذج الموقع العام الموجود داخل فولدر EDC .
- سوف يتم التعرف لاحقاً علي طريقة التحكم في الإنارة في المحاضرة بعد القادمه مع شرح طريقة تغذية الإنارة الخارجية.

الباب الثالث

تصميم مخارج القوي وحسابات الأحمال

مقدمة

أهمية حسابات الأحمال التقديرية للمشروع

- تحديد أماكن وأبعاد غرف الكهرباء.
- تحديد أماكن ومقاسات الفتحات المطلوبه للكابلات.
- معرفة سعة المحول والمولد .
- وضع الإقتراحات المختلفة لغرف المحولات و الموافقة عليها من شركة الكهرباء.

أنواع الأحمال الكهربائية للمشاريع الهندسية

- أحمال الإنارة:-
 - وهي عبارة عن أحمال أي وحدات إنارة سواء كانت داخلية أو خارجية وتشمل إنارة الطواريء.
- أحمال مخارج القوي:-
 - وتشمل جميع مخارج القوي (المقابس) التي تستخدم لتغذية الأجهزة المختلفة مثل الكمبيوتر و التليفزيونات و الشواحن والطابعات وأي أجهزة كهربائية ماعدا المكيفات و السخانات و مضخات المياه والصحي.
- أحمال التكييف:-
 - وتشمل أحمال المكيفات والدفايات و الشفطات بجميع أنواعها وشاملاً جميع الأجهزة المساعدة.
- أحمال الصحي:-
 - وتشمل أحمال جميع مضخات المياه والصحي و الري ومضخات الرفع ..الخ.

تعريفات هامة

- الأحمال المتصلة (الفعلية) Connected Load :-
 - هي مجموع الأحمال الفعلية أو التقديرية حسب ما تم ذكرها سابقاً قبل تطبيق معامل الطلب و الاختلاف ويتم حسابها بالفولت-أمبير.
- معامل الطلب Demand Factor :-
 - وهو يساوي نسبة أحمال الطلب إلى الأحمال المتصلة، ويكون أقل من أو يساوي الواحد.
- وحتى يتم فهم ما هو معامل الطلب، مثلاً إذا كان عندنا وحدة سكنية (شقة أو فيلا) فإن الأحمال الفعلية هي مجموع الأحمال الكلية للوحدة السكنية ولكن فعلياً لا يتم إستخدام أحمال الوحدة السكنية بالكامل في نفس الوقت وهذا ما يسمى بأحمال الطلب وبالتالي فإن أحمال الطلب أقل من الأحمال المتصلة (الفعلية).
- معامل الاختلاف Diversity Factor :-
 - وهو يساوي نسبة أحمال التشتت إلى أحمال الطلب، ويكون أقل من أو يساوي الواحد.
- ومعامل الاختلاف يستخدم إذا كان هناك أكثر من مستخدم أو أكثر من عداد كهرباء مثل لو كان المشروع عبارة عن شقق سكنية أو فيلات فلا بد من وجود معامل الاختلاف بين هذه الوحدات.

1-3 حسابات الأحمال التقديرية للمشروع:-

- فيما يلي نتعرف علي الأسس التي تعتمد عليها حسابات الأحمال التقديرية للمشاريع المختلفة:-
- تحديد طبيعة المشروع (مبني إداري – سكني – تجاري ...الخ).
 - حساب مساحة المشروع وتنقسم إلى ثلاث أنواع:-
 - مساحة داخلية (مغطاة) مكيفه.
 - مساحة داخلية (مغطاة) غير مكيفه، مثل غرف الخدمات (كهرباء-ميكانيكا...الخ)
 - مساحة خارجية.

- بالنسبة لأحمال التكييف والصحي يفضل مراجعة قسم الميكانيكا في تقدير هذه الأحمال و تحديد نوع نظام التكييف الذي سيتم إستخدامه.
- الجدول التالي يوضح الأحمال التقديرية لأحمال الإنارة و القوي داخل وخارج المباني، ويمكن إستخدام أي من الأكواد العالمية أو المحلية لتحديد الأحمال التقديرية حسب طبيعة المشروع و حسب متطلبات العميل:-

تسلسل	طبيعة المشروع	نوع الأحمال	الأحمال التقديرية بالفولت. امبير/م ²
1	سكني	إنارة و قوي	65
2	محلات تجارية	إنارة و قوي	95
3	فنادق	إنارة و قوي	95
4	مطاعم	إنارة و قوي	95
5	مكاتب	إنارة و قوي	90
6	مدارس	إنارة و قوي	80
7	جراج داخلي	إنارة وشفاطات و أحمال البوابات	30
8	جراج خارجي (موقع عام)	إنارة فقط	5

* أحمال مخارج القوي هي أحمال للمخارج العامة والأساسيه وأذا كان هناك أي أحمال خاصة فيجب إضافتها.

- الجدول التالي يوضح معاملات الطلب لنفس الفراغات السابقة:-

تسلسل	طبيعة المشروع	معامل الطلب
1	سكني	0.6
2	محلات تجارية	0.7
3	فنادق	0.75
4	مطاعم	0.7
5	مكاتب	0.7
6	مدارس	0.8
7	جراج داخلي	0.8
8	جراج خارجي (موقع عام)	0.9

- الجدول التالي يوضح معاملات الإختلاف حسب عدد المستخدمين:-

عدد المستخدمين (عدادات الكهرباء)	معاملات الإختلاف	عدد المستخدمين (عدادات الكهرباء)	معاملات الإختلاف
9	0.625	1	1
10	0.619	2	0.723
11	0.616	3	0.688
12	0.612	4	0.668
13	0.609	5	0.654
14	0.607	6	0.644
15	0.604	7	0.636
16	0.602	8	0.629

مثال تطبيقي:-

مطلوب حساب الأحمال التقديرية و عدد المحولات المطلوبة لكمبوند سكني يتكون من 15 فيلا علماً بأن إجمالي مساحة الفيلا 1000 متر2 والمساحة الخارجية للموقع العام 16000 متر2.

الحل:-

- الأحمال التقديرية للتكييف والصحي حسب دراسة مهندس الميكانيكا = 100 فولت. أمبير / متر2.
- من الجدول السابق، أحمال الإنارة و القوي = 65 فولت. أمبير/متر2.
- إجمالي الأحمال المتصلة للإنارة و القوي = 165 فولت. أمبير/متر2.
- إجمالي الأحمال المتصلة لكل فيلا = $1000 \times 165 = 165$ ك.ف.أ.
- إجمالي أحمال الطلب لكل فيلا = $0.6 \times 165 = 99$ ك.ف.أ. (1)
- إجمالي أحمال الطلب لكل الفيلات = $15 \times 99 = 1485$ ك.ف.أ. (2)

- أحمال إنارة الموقع العام = 5 فولت. أمبير/متر².
- إجمالي الأحمال المتصلة لإنارة الموقع العام = $16000 \times 5 = 80$ ك.ف.أ.
- إجمال أحمال الطلب لإنارة الموقع العام = $0.9 \times 80 = 72$ ك.ف.أ. (3)
- إجمال أحمال الطلب للمشروع = $72 + 1485 = 1656$ ك.ف.أ.
- معامل الاختلاف لعدد 15 فيلا بالإضافة إلي الموقع العام = 0.602
- إجمال أحمال الاختلاف للمشروع = $0.602 \times 1656 = 997$ ك.ف.أ. (4)
- سعة المحول المطلوب = $0.8 / 997 = 1500$ ك.ف.أ. (5)

في حالة إستخدام المحول الزيتي والذي يتميز بالتالي:-

- أشهر أنواع المحولات وأرخصها ولكن ذو كفاءة أقل.
- أشهر سعة للمحول الزيتي 500 ك.ف.أ و 1000 ك.ف.أ و 1500 ك.ف.أ .
- أقصى تحميل للمحول 0.8 من سعة المحول وبالتالي فإن المحول الـ 1500 ك.ف.أ يكون أقصى تحميل له 1200 ك.ف.أ

2-3 تصميم مخارج القوي (المقابس):-

يعتمد تصميم مخارج البور و التيار الخفيف عموماً علي الفرش المعماري ويتم إضافة مخارج حسب نوع الفرش المعماري كما سيتم تفصيله لاحقاً بالإضافة إلي توزيع مخارج بور لأنظمة و مخارج التيار الخفيف، أيضاً يتم إضافة مفاتيح فصل للمكيفات و السخانات و المضخات ومزودة بمبين ضوئي.

وتكون مخارج القوي مقننة لقيمة الجهد والتيار المطلوب للمشروع، ويجب أن تكون المخارج أحادية الطور ثلاثية الأقطاب (PH+N+E).

- إرتفاع المخارج :-

يُقاس إرتفاع المخارج من مستوي التشطيب إلي أسفل المخرج أو إلي منتصف المخرج وأشهر هذه الإرتفاعات 450 مم للمخارج العادية و 1350 مم للمخارج التي تكون في المطابخ والمعامل والأماكن المشابهة و 1500 مم للتليفزيونات المثبتة علي الجدار (LCD OR Plasma) و مخارج بالأرض أسفل طاولة الإجتماعات وتكون مقاومه للماء.

- إرتفاع مفاتيح الفصل :-

يقاس إرتفاع المفاتيح مثل المخارج وتكون غالباً إرتفاعها 1350 مم من مستوي التشطيب.

الجدول التالي يوضح تصميم نظام القوي شاملاً المخارج و مفاتيح الفصل:-

نوع المخرج	الرمز	المواصفات	الحمل الافتراضي	الإستخدام
مفرد (Single)		250 فولت (13/10) 16 أمبير	180 فولت. أمبير للمخرج ويتم توصيل ثماني مخارج للدائرة كحد أقصى.	مخارج عامه للشواحن و لغرض الصيانه والتنظيف في الممرات والمكاتب... ألخ وتزود بحماية ضد التسريب في حالة إستخدامها في الأماكن الرطبه مثل الحمامات والمطابخ.
مزدوج (Duplex)		250 فولت (13/10) 16 أمبير	180 فولت. أمبير للمخرج ويتم توصيل ثماني مخارج للدائرة كحد أقصى، ويمكن توصيلها بالمخارج المفرد.	غالباً لا يتم إستخدامها كمخارج عامه، ولكن في حالة إستخدامها كمخارج عامه يتم حساب حملها كما سبق ذكره.
مخارج قوي Power socket		250 فولت (30/20) أمبير	1000 فولت. أمبير للمخرج ويتم توصيل المخرج علي دائرة مستقلة.	تستخدم للورش و غرف العمليات و المغاسل... ألخ ويكون ذو درجة حماية ضد المياه والأتربة.
مخارج مزدوجة تستخدم لأجهزة الكمبيوتر		250 فولت (13/10) 16 أمبير	500 فولت. أمبير للمخرج ويتم توصيل أربع مخارج بحد أقصى.	نفس المخرج يستخدم للطابعات و التلفزيونات ... ألخ و يتم حساب حمل المخرج حسب حمل الجهاز.
مخارج مفرد ضد العوامل الجوية		250 فولت (13/10) 16 أمبير	180 فولت. أمبير للمخرج ويتم توصيل ثماني مخارج للدائرة كحد أقصى، ويجب أن يكون مزود بحمايه ضد التسريب.	يستخدم للتركيب الخارجي علي الأسطح ويكون ذو درجة حماية ضد المياه والأتربة.

نوع المخرج	الرمز	المواصفات	الحمل الافتراضي	الإستخدام
مخرج مفرد مزودة بتشغيل بمفاتيح		250 فولت (13/10) 16 أمبير	180 فولت. أمبير للمخرج ويتم توصيل ثماني مخرج للدائرة كحد أقصى.	تختلف عن المخرج العامه في وجود مفتاح تشغيل فقط لا غير.
مخرج ثلاثية الأوجه 3phase		400 فولت (30/20/16) أمبير	الحمل يكون حسب الإستخدام وحسب حمل الماكينه، ويجب توصيل كل مخرج بدائرة منفصله.	يستخدم غالباً داخل المصانع والورش. ويكون ذو درجة حمايه ضد المياة والأتربة.
مخرج لتغذية الشفطات		250 فولت (13/10) 16 أمبير	يتم تحديد حمل الشفط حسب إختيار مصمم التكييف.	يتم تثبيت المخرج بجوار الشفط مع إضافة مفتاح تشغيل بجوار الباب.
مخرج لتغذية السخانات		250 فولت (30/20/16) أمبير	يتم تحديد حمل السخان حسب إختيار مصمم الصحي. ويكون القاطع في اللوحة مزود بحمايه ضد التسريب.	يتم تثبيت المخرج بجوار السخان مع إضافة مفتاح تشغيل بجوار الباب.
مفتاح فصل (Disconnect Switch) علي الحمل للماكينات والأجهزة الداخلية المختلفة		يتم تحديد الفولت والتيار حسب الكاتلوج والتصميم.	يتم تحديد الحمل حسب الكاتلوج.	يتم تحديد تثبيت مفتاح الفصل حسب نوع الماكينه.
مفتاح فصل (Disconnect Switch) علي الحمل للماكينات والأجهزة الخارجية المختلفة		يتم تحديد الفولت والتيار حسب الكاتلوج والتصميم.	يتم تحديد الحمل حسب الكاتلوج.	يتم تحديد تثبيت مفتاح الفصل حسب نوع الماكينه. ويكون ذو درجة حمايه ضد المياة والأتربة.

3-3 تطبيق عملي بإستخدام الأوتوكاد:-

- قم بفتح برنامج الأوتوكاد من الأيقونة الموجودة علي سطح المكتب.
- تابع التوضيح مع المحاضر لتتعرف علي كيفية توزيع مخارج البور طبقاً للفرش المعماري و توزيع ماكينات التكييف و الصحي والتعرف علي كيفية وطريقة التوصيل بين المخارج.
- سوف يتم التعرف علي توزيع مخارج البور لأنظمة ومخارج التيار الخفيف.

الباب الرابع

تصميم أنظمة التيار الخفيف و نظام الأي بي

مقدمه

سوف يتم التعرف علي كيفية تصميم أنظمة التيار الخفيف في هذه المحاضرة (التليفونات و المعلومات و التليفزيونات و كاميرات المراقبة) بالإضافة إلي نظام الأي بي وسوف يتم التعرف علي تصميم نظام إنذار الحريق و الساعات لاحقاً.

يعتمد تصميم مخارج التيار الخفيف عموماً علي الفرش المعماري ويتم إضافة مخارج حسب نوع الفرش المعماري كما سيتم تفصيله لاحقاً.

- إرتفاع المخارج :-

راجع الإرتفاعات الخاصه بمخارج القوي (المقابس).

1-4 نظام التليفونات Telephone System :-

يجب أن تتطابق أنظمة الهاتف مع أنظمة شركة الإتصالات للبلد الموجود بها المشروع.

يتم توزيع مخارج التليفونات إرتفاع 450 مم للمكاتب و السكرتارية و غرف النوم و المجالس و الإستقبال و المعامل...ألخ

بالنسبة لغرف الخدمات (كهرباء-ميكانيكا-مستودعات...ألخ) بالإضافة إلي المطابخ يتم توزيع مخارج تليفونات جدارية علي إرتفاع 1350 مم.

و يتم توزيع مخارج تليفونات بالأرض Floor Box أسفل طاولة الإجتماعات وتكون مقاومه للماء.

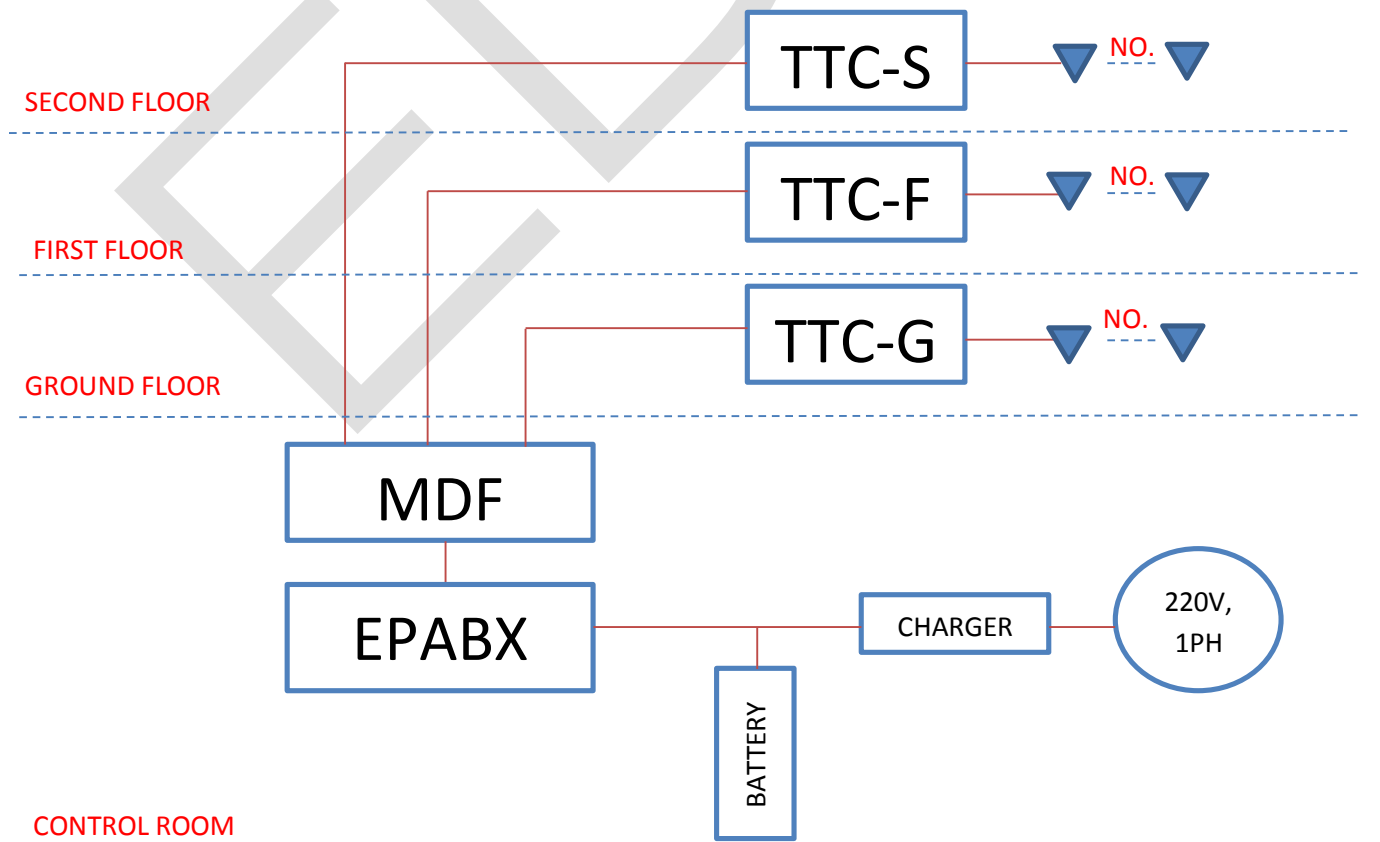
يتم إضافة صندوق توزيع للتليفونات (Telephone Terminal Cabinet) لكل دور و يتم ربط مخارج التليفونات عليها، وتكون سعة هذه اللوحات 5، 10، 15، 20، 25، 30، 50، 75، 100، 150، 200، 250، 300، 350... ألخ حسب الشركة المصنعة وبعد ذلك يتم تجميع هذه الصناديق علي صندوق تجميعي للمبنى بالكامل (MDF Main Distribution Frame) .

ويكون ربط المخارج بصناديق التوزيع من خلال كابلات نحاس معزولة ببيلاستيك ذات قطر 0.6 مم (2Pair 0.6mm CU/PVC) وفي هذه الحالة تكون المخارج من نوع RJ 11

ويجب استخدام سنترال داخلي خاص بالمبنى EPABX ويتميز بخاصية الإتصال الداخلي و الخارجي بمساعدة أو بدون مساعدة عامل السويتش، وكذلك يتوفر في السنترال عمل إتصالات جماعية أو فردية أوتوماتيكياً والربط مع أنظمة الإستدعاء العامة وأنظمة النداء.

يجب تغذية السنترال من خلال مصدر إحتياطي من خلال بطاريات 48 فولت لمدة 8 ساعات علي الأقل بالإضافة إلي التغذية الأساسية.

فيما يلي مخطط أحادي لنظام التليفونات:-



2-4 نظام المعلومات و البيانات Data System :-

يتم توزيع مخارج المعلومات إرتفاع 450 مم للمكاتب و السكرتارية و غرف النوم و المجالس و الإستقبال و المعامل...ألخ

يمكن توزيع مخارج لا سلكية WIFI وتستخدم غالبا في المجالس و الفنادق والأماكن الترفيهية.
ويتم توزيع مخارج معلومات بالأرض Floor Box أسفل طاولة الإجتماعات وتكون مقاومه للماء.

يتم إضافة صناديق لنقل المعلومات (Data Switch) لكل دور و يتم ربط مخارج المعلومات عليها، وتكون صناديق نقل المعلومات 2 PORT، 4، 8، 12، 16، 24، 36، 48 بعد ذلك يتم ربط صناديق نقل المعلومات ببعضها عن طريق ال Main Data Switch.

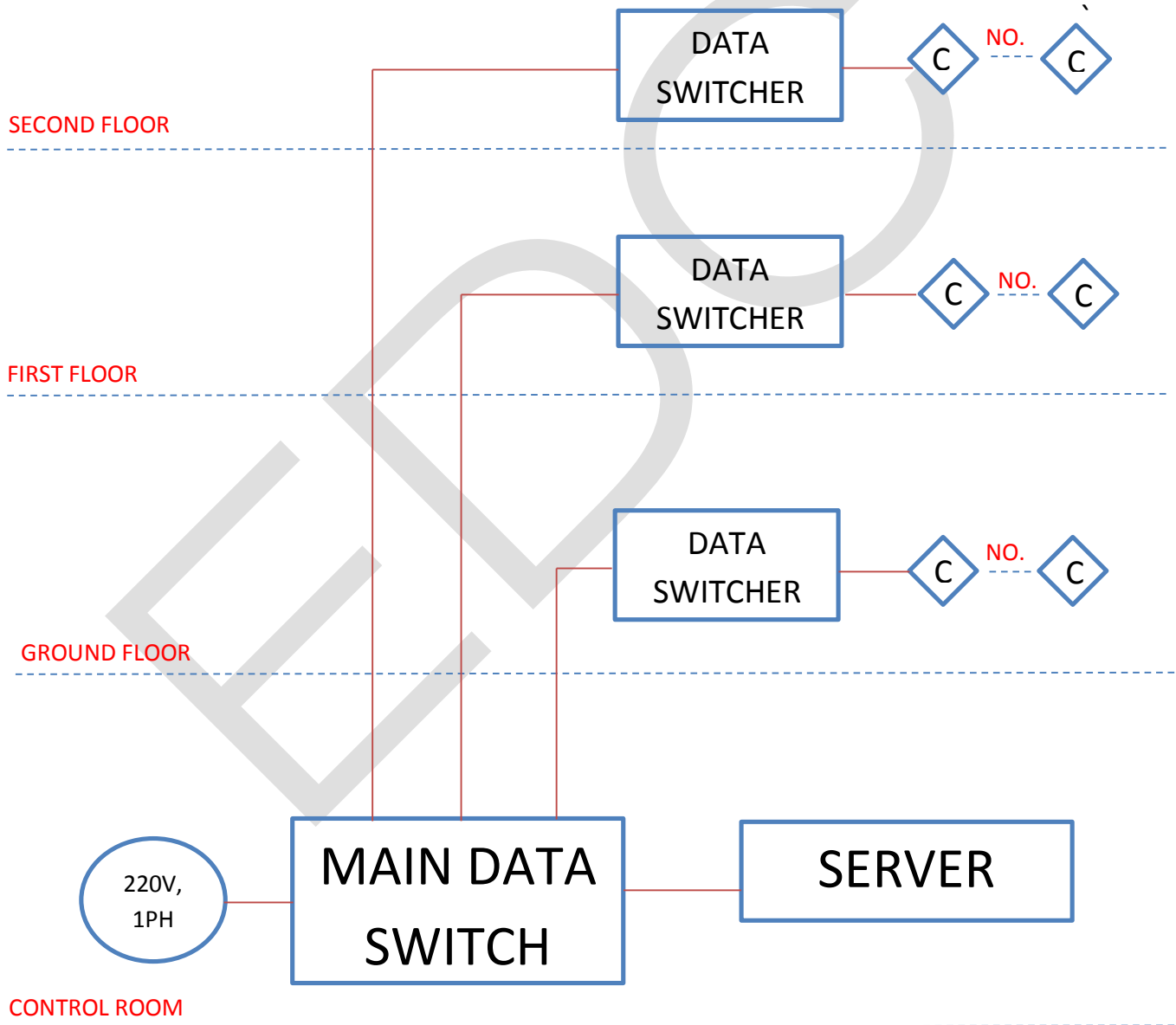
ويكون ربط المخارج بصناديق نقل المعلومات من خلال كوابل نحاس أربع أزواج مجدول UTP تصنيف 5 أو 6 أو 7 وفي هذه الحالة تكون المخارج من نوع RJ 45 ولا تتعدي المسافة بين أي مخرج و صناديق نقل المعلومات عن 90 متر.

ويكون ربط صناديق نقل المعلومات باللوحة الرئيسية Main Data Switch عن طريق كابلات الياف بصرية.

يجب تغذية جميع صناديق نقل المعلومات من خلال مصدر كهربائي ويفضل أن يكون هناك مصدر تغذية احتياطي حتي يتم الحفاظ علي المعلومات والبيانات الهامة.

يتم إضافة SERVER لتخزين المعلومات الهامة ويكون مكان لتبادل المعلومات ويجب تغذية من مصدر احتياطي UPS بالإضافة الي مصدر التغذية الرئيسي.

فيما يلي مخطط احادي لنظام الداتا و المعلومات:-



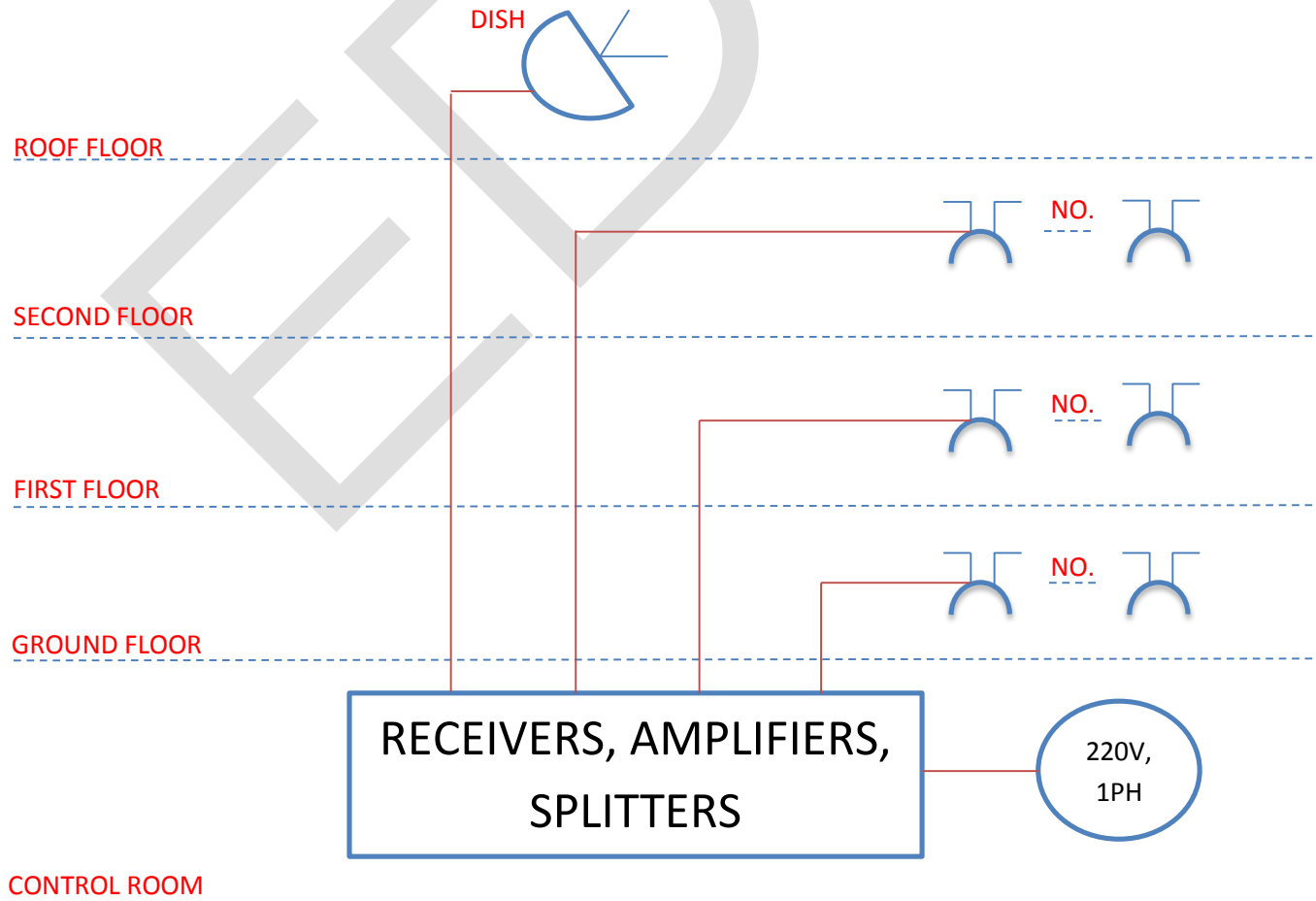
3-4 نظام التلفزيونات المركزي MATV System :-

يتم توزيع مخارج التلفزيونات حسب الأماكن المحددة من المهندس المعماري ويكون الارتفاع 450 مم أو 1500 مم حسب ارتفاع التلفزيون ويكون توزيع التلفزيونات علي سبيل المثال في غرف النوم و المجالس و الإستقبال...ألخ

وفي بعض الأحيان يكون توزيع مخارج التلفزيونات بالأرض Floor Box وتكون مقاومه للماء.

يتم إضافة هوائيات (أطباق) إستقبال متعدد النطاق لقنوات VHF, UHF ويكون تثبيته علي السطح، ويتم إضافة أجهزة إستقبال RECEIVERS في غرفة التحكم بالإضافة إلي مقسمات SPLITTER وغالباً تكون الأسلاك المستخدمة من موصل مغطي بالنحاس و معزول RG6, 11

فيما يلي مخطط احادي لنظام التلفزيون المركزي:-



4-4 نظام كاميرات المراقبة CCTV System:-

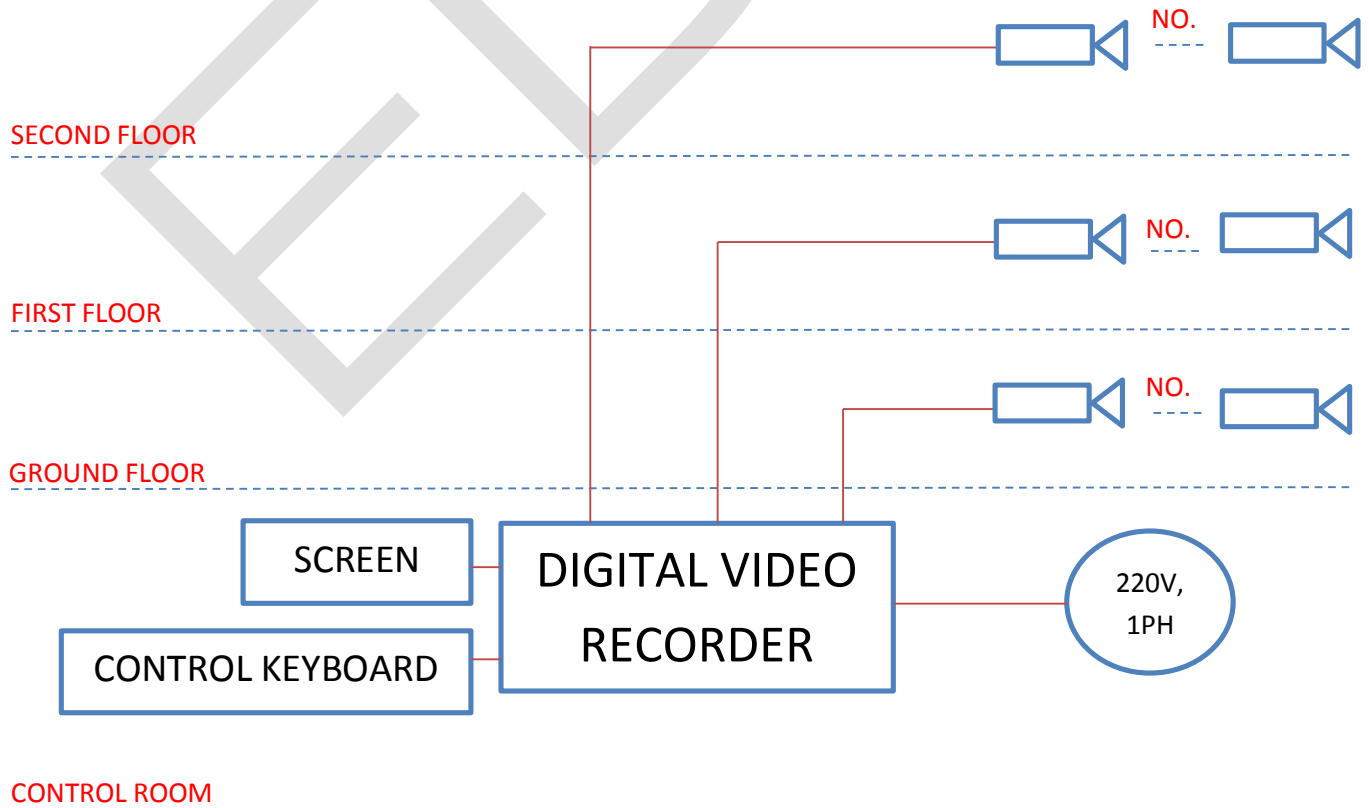
يعتبر النظام من أهم أنظمة التيار الخفيف، لأنه يقوم بمراقبة و تسجيل ما يحدث داخل و خارج المباني، ويتم توزيع الكاميرات عند مداخل المباني و الممرات و الأماكن الهامة التي يحددها المصمم و المالك.

في حالة تثبيت الكاميرات خارج المباني لابد أن تكون درجة الحماية IP66.

يتكون النظام من كاميرات مراقبه داخلية أو خارجية جدارية أو يتم تثبيتها في السقف وتنقسم الكاميرات أيضا إلي كاميرات ثابتة أو متحركة حسب الإستخدام ويتم إستخدام أجهزة تحكم طرفية.

يجب توافر شاشات مراقبة داخل غرفة التحكم حتي يتم عرض الفيديوها الذي يتم إلتقاطها من خلال الكاميرات، وأيضا يتم تسجيلها من خلال مسجلات الفيديو DVR ويتم إستخدام الأسلاك المستخدمة من موصل مغطي بالنحاس و معزول RG6, 11

فيما يلي مخطط احادي لنظام كاميرات المراقبة:-



5-4 نظام الأي بي IP System :-

يتميز نظام الأي بي بربط أنظمة التيار الخفيف مع بعضها في نظام واحد مع إمكانية نقل جميع المعلومات من خلال كابل اليف بصرية واحد.

ويكون ربط المخارج (تليفونات و المعلومات و التليفزيونات و الكاميرات) بصناديق نقل المعلومات من خلال كوابل نحاس أربع أزواج مجداول UTP تصنيف CAT 5 أو 6 أو 7 وفي هذه الحالة تكون المخارج من نوع RJ 45 ولا تتعدى المسافة بين أي مخرج و صناديق نقل المعلومات عن 90 متر.

يتم إضافة صناديق لنقل المعلومات والتليفونات و التليفزيونات و الكاميرات (Distributer Switch) لكل دور و يتم ربط المخارج عليها، وتكون صناديق نقل المعلومات 24 PORT، 48 بعد ذلك يتم ربط صناديق نقل المعلومات والتليفونات و التليفزيونات و الكاميرات ببعضها عن طريق ال Main Data Switch.

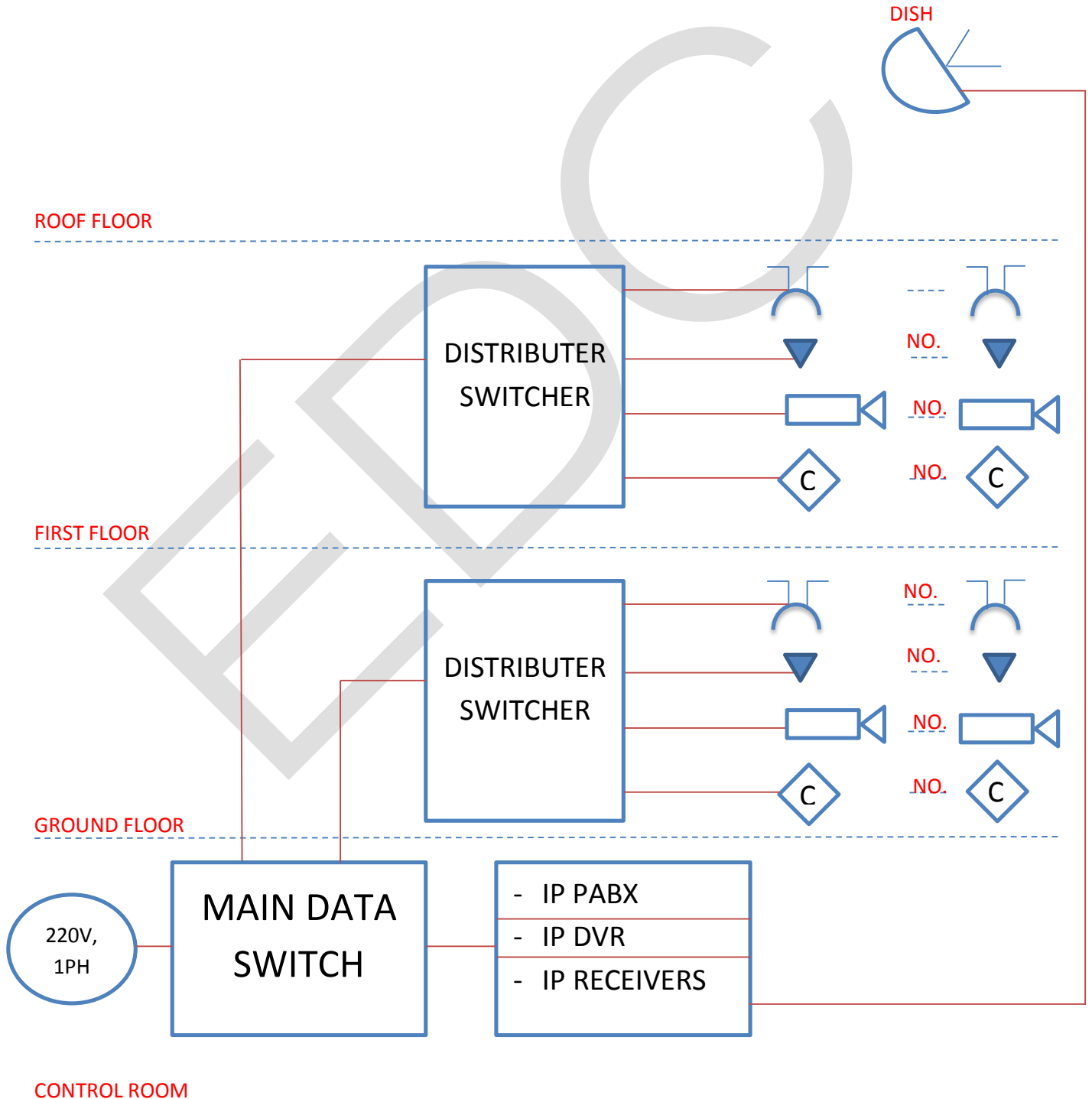
ويكون ربط صناديق نقل المعلومات والتليفونات و التليفزيونات و الكاميرات باللوحة الرئيسية Main Data Switch عن طريق كابلات اليف بصرية.

يجب تغذية جميع صناديق نقل المعلومات والتليفونات و التليفزيونات و الكاميرات من خلال مصدر كهربائي ويفضل أن يكون هناك مصدر تغذية احتياطي حتي يتم الحفاظ علي المعلومات والبيانات الهامة.

يتم إضافة SERVER لتخزين المعلومات الهامة ويكون مكان لتبادل المعلومات ويجب تغذية من مصدر احتياطي UPS بالإضافة إلي مصدر التغذية الرئيسي.

يجب أن تكون جميع الأجهزة (سنترال و مسجل الفيديو لنظام الكاميرات و أجهزة الإستقبال لنظام التليفزيون المركزي) متوافقه مع نظام الأي بي وأيضا عدد التليفونات و الكاميرات... الخ

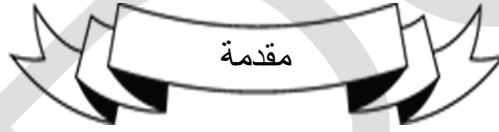
فيما يلي مخطط أحادي لنظام الأي بي IP:-



6-4 تطبيق عملي بإستخدام الأوتوكاد:-

- قم بفتح برنامج الأوتوكاد من الأيقونة الموجودة علي سطح المكتب.
- تابع التوضيح مع المحاضر لتتعرف علي كيفية توزيع مخارج الأي بي (التيار الخفيف) طبقاً للفرش المعماري.
- سوف يتم التعرف علي كيفية عمل تنسيق بين المخارج وبعضها.

تصميم نظام إنذار الحريق والإستدعاء العام



أهمية نظام إنذار الحريق

- الحفاظ علي الأرواح.
- الحفاظ علي المباني والممتلكات.
- وذلك عن طريق:-
- تحديد مكان الحريق.
- إستدعاء الدفاع المدني أوتوماتيكي.
- تشغيل نظام إطفاء الحريق.

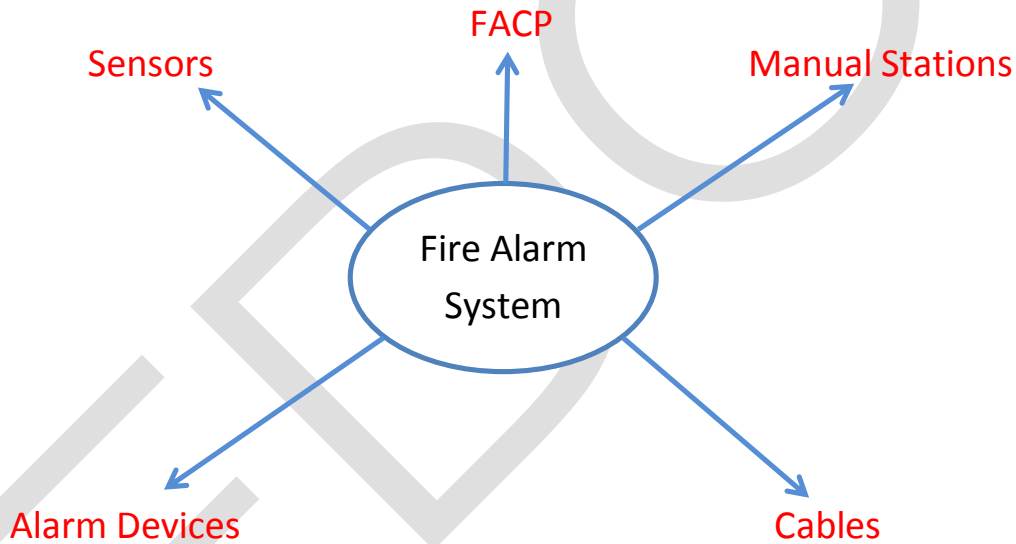
أهمية نظام الإستدعاء العام

- التنبيه بأوقات الصلاة عن طريق إذاعة الأذان.
- إخلاء المبني في حالة الحريق.
- إذاعة رسائل مسجلة وغير مسجلة للتنبيه بأشياء بعينها.

7-4 نظام إنذار الحريق Fire Alarm Sytem :-

يستخدم النظام للإنذار ضد الحريق وذلك عن طريق وجود حساسات ترسل إشارة مباشرة إلى لوحة الحريق (التي تكون موجودة في غرفة التحكم) أو من خلال كاسر زجاجي موجود داخل المبنى وبعد ذلك تقوم لوحة الإنذار بإرسال إشارة إلى الأجراس والسماعات.

يتكون النظام من لوحة إنذار Fire Alarm Panel و حساسات Sensors وكاسر زجاجي Manual Stations و أجهزة تنبيه Alarm Devices و أسلاك Cables.



1-7-4 حساسات الحريق Sensors :-

أشهر أنواع حساسات الحريق هي حساس الدخان Smoke Detector وحساس الحرارة Heat Detector، ويجب تغطية المبنى (الأماكن المغطاة) ماعدا الحمامات بالحساسات حسب نوع كل فراغ.

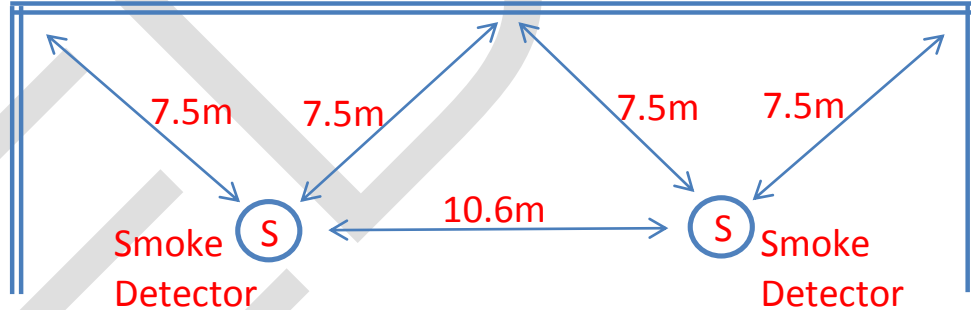
يتم تركيب حساس الدخان في جميع الأماكن الداخلية المغطاة شاملاً السلالم و أبيار المصاعد ماعدا الأماكن التي بها دخان مثل الجراجات و المطابخ و غرف المولدات و غرف الغلايات المركزية يجب تركيب حساسات حرارة بها.

يجب إستخدام الحساسات السابق ذكرها في حالة أن أرتفاع الفراغات لا يتعدى خمسة متر وفي حالة زيادة الأرتفاع عن خمسة متر يجب إستخدام حساسات الأشعة فوق الحمراء Beam Detectors.

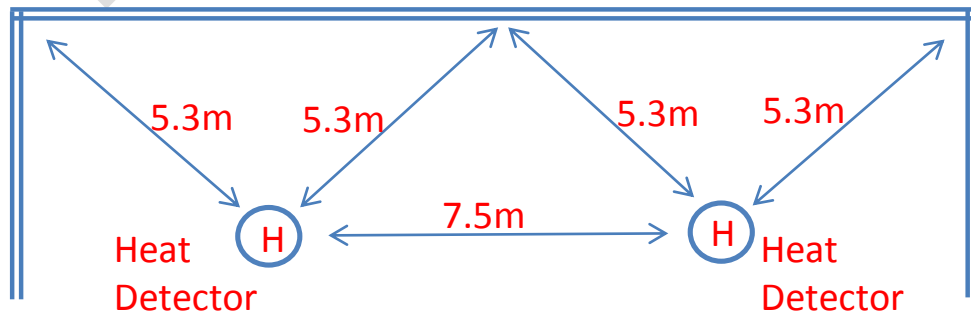
2-7-4 توزيع الحساسات Sensors Distances:-

الجدول التالي يوضح المسافات بين الحساسات و بعضها و المساحة التي يغطيها كل حساس.

حساس الدخان	حساس الحرارة	
10.6 متر	7.5 متر	المسافات بين الحساسات
7.5 متر	5.3 متر	أقصى مسافة بين الحساس وأبعد جدار
100 متر	50 متر	المساحة التي يغطيها الحساس



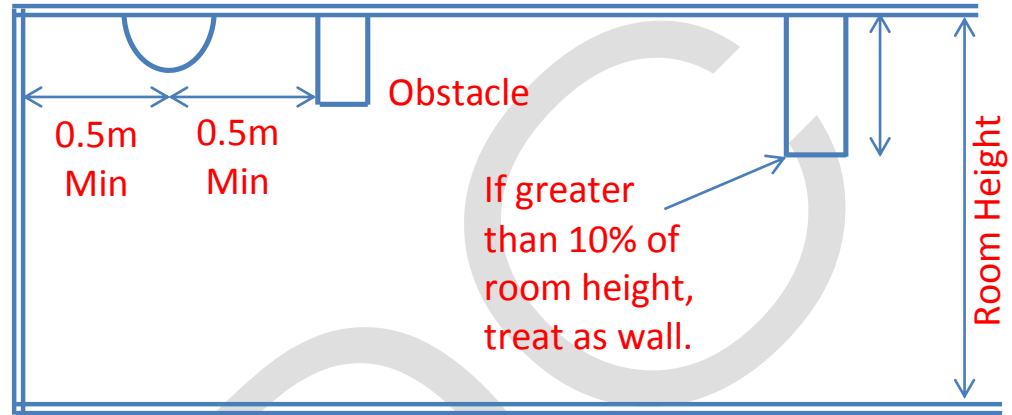
Distance between Smoke Detectors



Distance between Heat Detectors

يجب ألا تقل المسافة بين الحساس وأي جدار عن نصف متر، وفي حالة إن الكمرات الساقطة أكبر من 10% من ارتفاع الفراغ يتم اعتبار إن الكمرات عبارة عن جدران.

وأيضاً يجب ألا تقل المسافة بين أي حساس و مخارج الهواء AC Diffusers عن 1 متر.



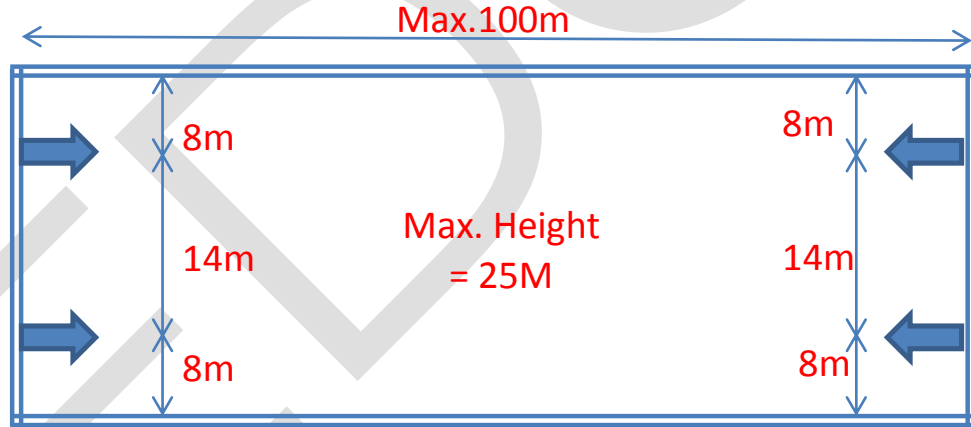
Distance Between any part of wall and nearest detector

في حالة إن الممرات أو الغرف عرضها أقل من 4.8 متر فأن المسافات بين الحساسات و بعضها تكون حسب الجدول التالي:-

المسافة بين حساسات الحرارة	المسافة بين حساسات الدخان	عرض الممرات بالمتر
14.4	18.8	1.2
14	18.3	1.6
13.5	17.9	2
13	17.4	2.4
12.5	17.0	2.8
12	16.5	3.2
11.5	16.0	3.6
10.9	15.5	4
10.3	15.0	4.4
9.7	14.4	4.8

في حالة أن ارتفاع الفراغات أكبر من 5 متر يجب استخدام حساسات الأشعة فوق الحمراء Beam Detectors وتتكون من Transmitter & Receiver وتكون المسافات حسب الجدول التالي:-

أقصى إرتفاع للفراغات يستخدم فيها ال Beam Detector	25 متر
أقصى مسافة تغطية بين الحساسات ال Transmitter & Receiver	100 متر
المسافات البينية بين الحساسات	14 متر
المسافة بين الحساسات و اقرب جدار	8 متر



Distance between Beam Detectors

3-7-4 الكاسر الزجاجي Manual stations :-

يجب إضافة كاسر زجاجي عند جميع المخارج وفي الممرات بحيث تكون المسافة بين الكاسر الزجاجي والذي يليه لا يتعدى 30 متر، ويستخدم الكاسر الزجاجي لإرسال إشارة إلي لوحة إنذار الحريق في حالة وجود حريق ولم يتم إرسال إي إشارة من الحساسات للوحة إنذار الحريق.

يكون إرتفاع الكاسر الزجاجي غالباً مثل إرتفاع مفاتيح الإنارة 1350 مم من مستوي التشطيب.

4-7-4 أجهزة التنبيه Alarm Devices :-

تنقسم أجهزة التنبيه إلى أجهزة تنبيه صوتية و أجهزة مرئية وتستخدم أجهزة التنبيه الصوتية في معظم التطبيقات ماعدا الأماكن التي بها ضوضاء مثل غرف الغلايات المركزية و المضخات فيجب استخدام أجهزة تنبيه مرئية.

يتم توزيعها في الممرات و عند المخارج و المصاعد و السلالم، وفي المشاريع الكبيرة يتم استخدام نظام النداء العام في أذاعة التنبيه.

يكون ارتفاع أجهزة التنبيه حوالي 2500 مم من مستوى التشطيب.

5-7-4 كابلات إنذار الحريق Cables :-

غالباً يتم استخدام كابلات مقاومة للحريق مقاس $2C \times 1.5mm^2$.

6-7-4 لوحات إنذار الحريق Fire Alarm Panels :-

يعتبر النظام المعنون هو أحدث أنواع إنذار الحريق ويتميز بالتالي:-

يمكن توصيل عدد 127 حساس (شاملاً الكاسر الزجاجي و أجهزة التنبيه) في لوب واحد، وحسب الشركة المصنعه.

يمكن تغذية أكثر من لوب من نفس اللوحة حتي 6 لوب، يكون أقصى مسافة للوب 1000 متر.

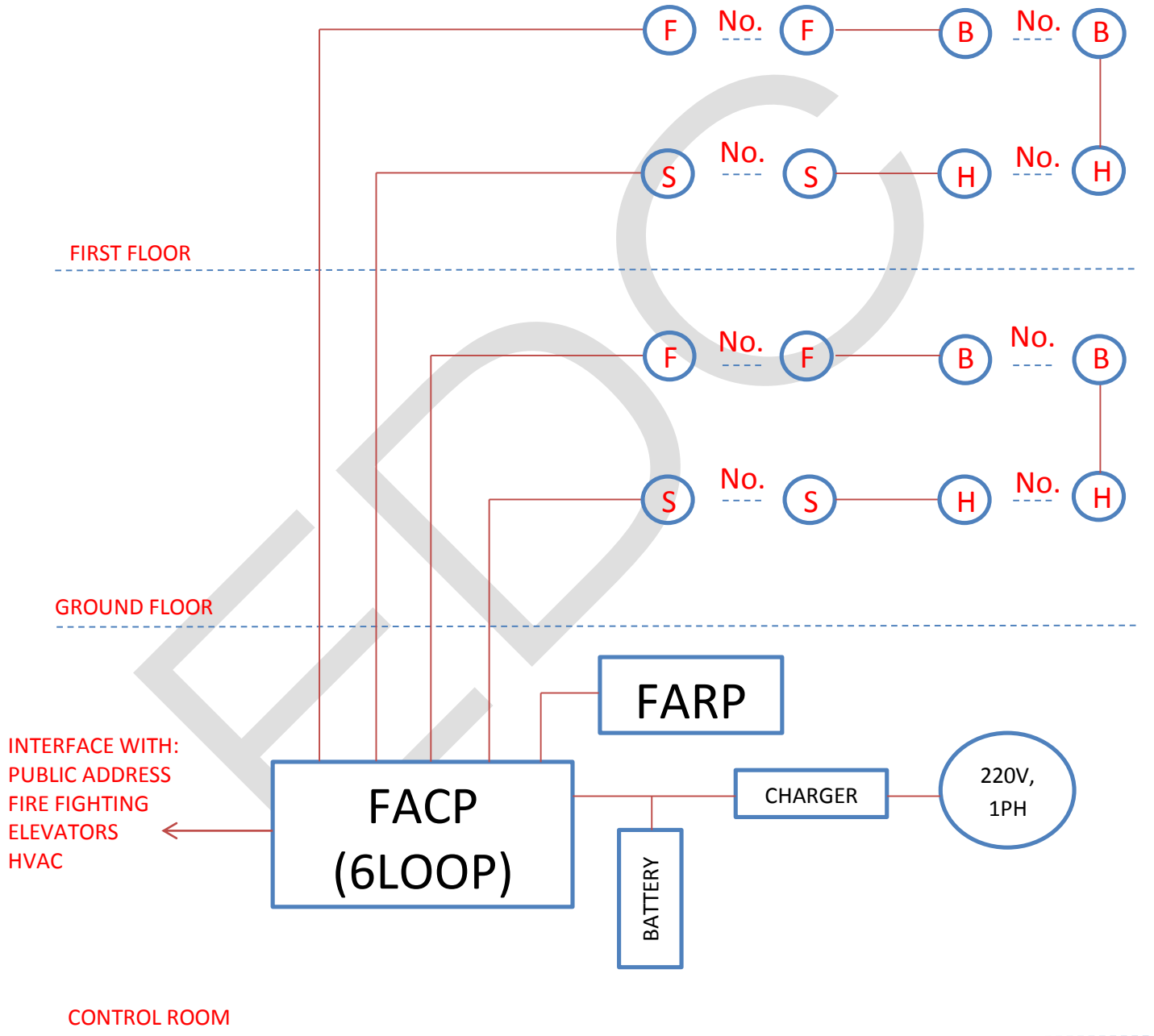
كل حساس يكون له رقم وفي حالة الحريق يظهر في لوحة إنذار الحريق مكان الحريق.

يمكن توصيل اللوحة بالمصاعد حتي يتم إيقاف عملها في الدور الأرضي وأنظمة التكييف و الشفطات حتي يتم إيقاف عملها حتي لا تساعد في إنتشار الحريق ونظام الساعات لإذاعة رسائل تساعد في إخلاء المبني و مكافحة الحريق حتي يتم تفعيل عمل الرشاشات والتليفونات حتي يتم إستدعاء الدفاع المدني.

يتم إضافة لوحة فرعية Fire Alarm Repeater Panel في غرف الحارس و الممرات في المشاريع الكبيرة حتي توضح أي مشاكل بشكل مختصر.

يتم تغذية لوحات الإنذار الرئيسية و الفرعية من خلال مصدر احتياطي بالإضافة إلي التغذية الرئيسية.

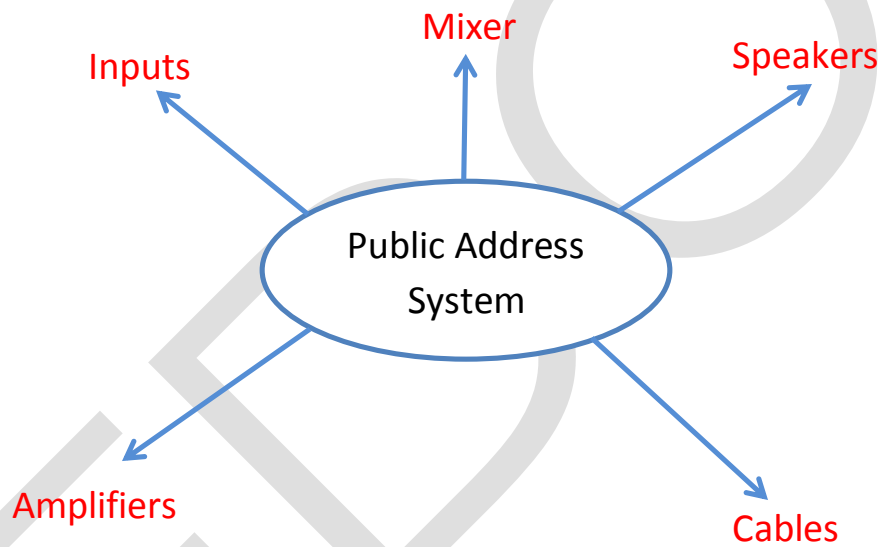
فيما يلي مخطط أحادي لنظام إنذار الحريق:-



8-4 نظام النداء العام Public Address Sytem :-

يستخدم النظام لإذاعة رسائل مسجلة و غير مسجلة من خلال السماعات التي يتم تركيبها داخل المباني.

يتكون النظام من Mixer و مداخل الصوت Input Devices و سماعات Speakers و مكبرات Amplifiers وكابلات Cables.



1-8-4 مداخل الصوت Input Devices :-

تكون مداخل الصوت لنظام النداء العام عبارة عن ميكروفونات سلكية و لاسلكية و مشغل اسطوانات و مشغل DVD و AM/FM TUNER وأيضا يمكن استخدام جهاز كمبيوتر.

وتكون هذه المداخل في غرفة التحكم الخاصة بالمبنى.

2-8-4 السماعات Speakers :-

يتم إذاعة الصوت داخل المباني من خلال السماعات، ويتم توزيعها في الممرات و أماكن الأنتظار و الأماكن العامة و الجراجات ...الخ.

يمكن تركيب السماعات في السقف أو علي الجدار حسب طبيعة المكان وتكون قدرة السماعات التي تركيب في السقف 3-6-10 وات والتي تثبت علي الجدار تكون قدراتها 10-20-30 وات وحسب الشركة المصنعة.

ويمكن استخدام جهاز للتحكم في الصوت Volume Controller .

لحساب المسافات بين السماعات يجب اتباع المعادلة التالية:-

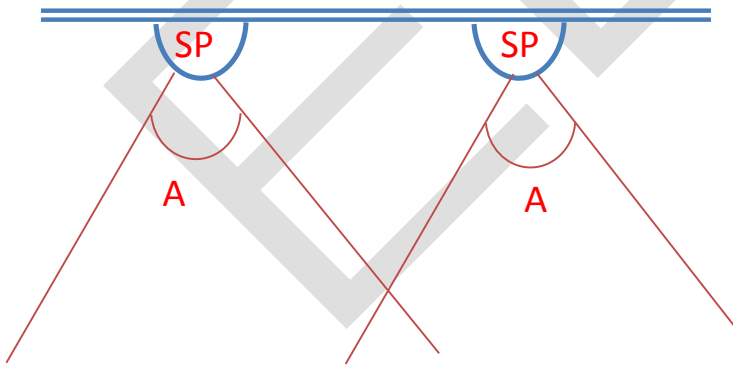
$$D = (H-1) \times B$$

D: المسافة بين السماعات بالمتر.

H: ارتفاع السماعة من مستوي التشطيب بالمتر.

B: معامل خاص بزاوية انتشار الصوت.

ويتم احتساب المعامل من الجدول التالي (للسماعات قدرة 6 وات) ويختلف باختلاف الشركة المصنعة:-



المعامل (B)	زاوية إنتشار الصوت (A)
0.84	80
1	90
1.19	100
1.43	110
1.73	120
2.14	130

3-8-4 المكبرات Amplifiers :-

وتستخد المكبرات في تضخيم الصوت قبل إذاعتة عن طريق السماعات وقدرة المكبرات 60-120-180-240-360-400-500-640 وات ، حسب الشركة المصنعة.

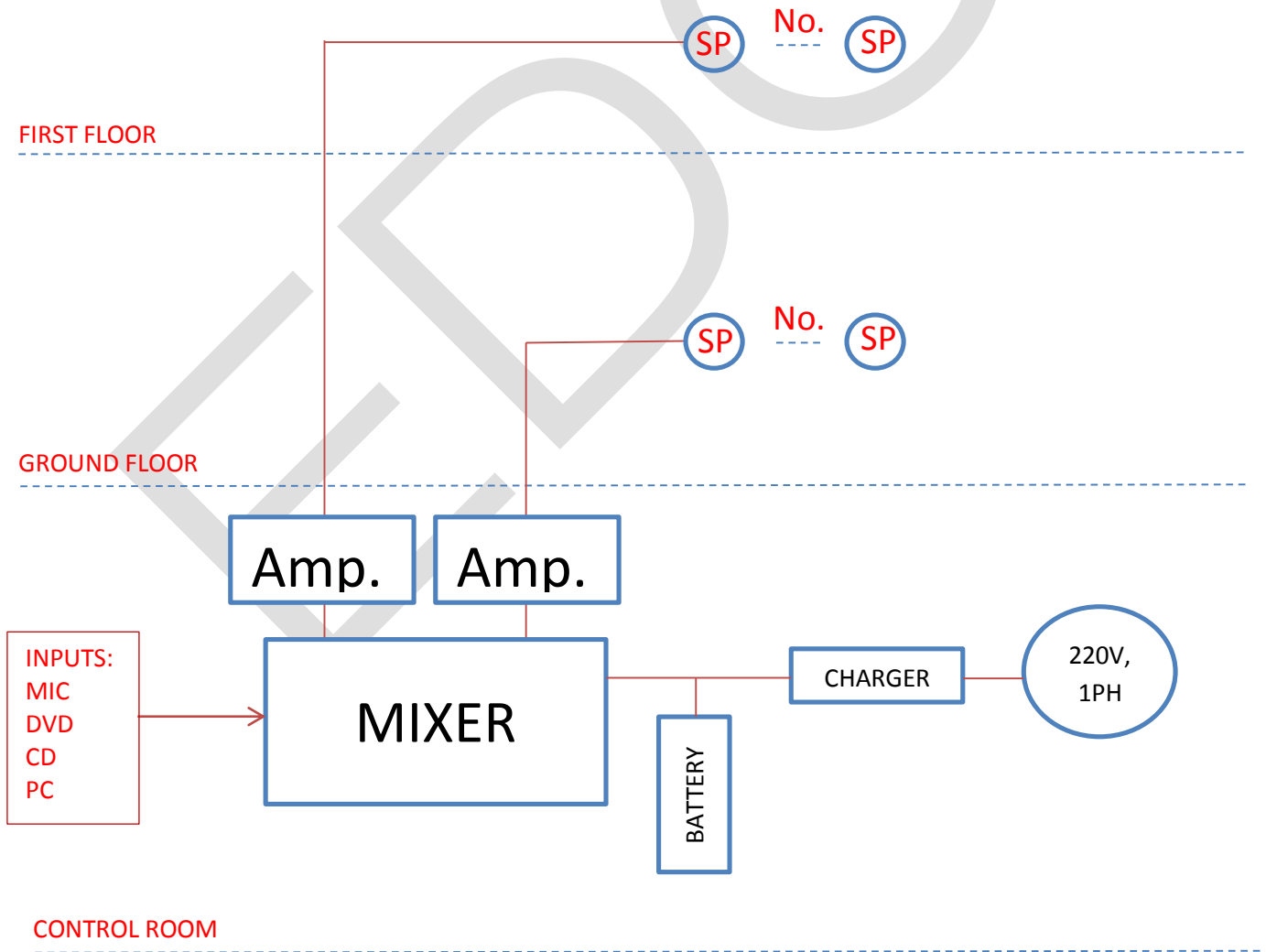
-: Mixer 4-8-4

ويستخدم للخلط بين مداخل الصوت المختلفة.

-: Cables 5-8-4 الكابلات

ويستخدم نظام النداء كابلات 2Cx1.5mm2 shielded twisted pair cable

فيما يلي مخطط أحادي لنظام النداء العام :-



9-4 تطبيق عملي بإستخدام الأوتوكاد:-

- قم بفتح برنامج الأوتوكاد من الأيقونة الموجودة علي سطح المكتب.
- تابع التوضيح مع المحاضر لتتعرف علي كيفية توزيع مخارج إنذار الحريق و الساعات طبقا للسقف المعماري.
- تعرف علي كيفية التنسيق بين نظام إنذار الحريق و الساعات و الإنارة وأنظمة التكييف و مكافحة الحريق.

الباب الخامس

تصميم جداول الأحمال ولوحات تغذية الإنارة الخارجية

مقدمه

بعد ما تم الإنتهاء من حسابات وتوزيع الإنارة و مخارج القوي و التكييف، سوف يتم التعرف علي كيفية تغذية دوائر الإنارة و مخارج القوي و التكييف.

تصميم جداول الأحمال التالية تتناسب مع الأحمال الداخلية للإنارة و مخارج القوي و التكييف التي لا تتعدى إجمالي الأحمال للوحات الفرعية عن 250 امبير، وفي حالة زيادة الإجمالي عن هذه القيمة سوف يتم تمثيل اللوحات بطريقة أخرى كما سيتم التعرف عليها لاحقاً.

وبالنسبة لتغذية الإنارة الخارجية فإنها تختلف من حيث شكل الإخراج عن الإنارة الداخلية بالإضافة إلي إختلاف طريقة التحكم في الإنارة كما سيتم التوضيح عند شرح لوحات تغذية الإنارة الخارجية.

يجب مراعاة أن تحتوي جداول الأحمال الداخلية علي 25% دوائر احتياطية للأستخدام المستقبلي لأي توسعة في المبنى وأيضاً تكون بدائل لأي قواطع قد تتلف.

يجب تحديد رقم كل دائرة علي مخطط كل نظام مثل الإنارة و القوي و التكييف.

تختلف أبعاد اللوحات بإختلاف عدد الدوائر وسعة القواطع الفرعية و القاطع الرئيسي و يتم تحديد أبعادها حسب الشركة المصنعة.

يجب عدم تمديد أكثر من دائرة فرعية داخل ماسورة و احدة، وأيضاً يجب الفصل بين توصيل الإنارة و القوي حتي لنفس الغرف.

1-5 تصميم جداول الأحمال:-

الشكل التالي يوضح نموذج لجدول أحمال لتغذية المخارج بأنواعها ، سوف يتم التعرف علي محتوياته بالتفصيل:-

PANEL BOARD SCHEDULE

Location: 2
 Feeder Entrance: 3
 Voltage: 4
 No. of Ways: 5
 Mounting: 6

Main Ckt. BKR.: 7
 Fed From: 8
 Feeding Cable: 9
 Feeder No.: 10

Feeder Length: 11
 %VOLTAGE DROP: 12
 SHORT CIRCUIT: 13

Circuit No.	Load Description	Wire Size mm ² + E	Conduit Size mm ²	Load (VA)			C.B (AMP)
				R	Y	B	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
Total							

Connected Load Per Phase

R (kVA)	Y (kVA)	B (kVA)

Total Connected Load (kVA) 22

* = RCCB CIRCUIT BREAKER
 DEMAND FACTOR = 23

Demand Load Per Phase 24

R	Y	B

Total Demand Load (kVA) 25

Total Demand Current (A): 26
 $1.25 \times I =$ 27

1-1-5 رقم 1 :-

يتم كتابة اسم جدول الأحمال علي سبيل المثال
للإنارة LP-G(Lighting Panel at Ground Floor)
و القوي PP-G(Power Panel at Ground Floor)
وللتكييف ACP-G(Air Condition Panel at Ground Floor).

2-1-5 رقم 2 :-

يتم تحديد مكان لوحة الكهرباء عن طريق كتابة أسم الغرفة و الدور علي سبيل المثال
Electrical Room no.G-05.

3-1-5 رقم 3 :-

تحديد مكان دخول وخروج المواسير إلي اللوحة علي سبيل المثال Top/Bottom.

4-1-5 رقم 4 :-

تحديد الفولت المستخدم في المشروع حسب شبكة الجهد المنخفض علي سبيل المثال
220/400Volt.

5-1-5 رقم 5 :-

عدد خطوط اللوحة وتكون أضعاف ال6 خطوط وحتى 42 خط وحسب الشركة المصنعة،
وسوف يتم تحديد عدد الخطوط لاحقاً.

6-1-5 رقم 6 :-

طريقة التثبيت تكون ظاهرة داخل غرف الكهرباء او غاطسة في الجدار في حالة أنها خارج
غرف الكهرباء مثل الممرات وتقاس إرتفاع اللوحات من أعلي مكان في اللوحة إلي مستوي
التشطيب ويكون غالباً لا يزيد عن 1850مم لتسهيل عملية الصيانة.

7-1-5 رقم 7:-

يتم تحديد سعة القاطع الرئيسي للوحة ويحدد بقيمة ال Trip وهي القيمة المصمم عليها القاطع لحماية الكابل و الدائرة من الحمل الزيادة وقيمة ال Frame هي القيمة الحقيقية للقاطع حسب أقرب سعة للقاطع وحسب الشركة المصنعة.

إختيار القاطع يعتمد علي أربع عوامل هي:-

- الجهد، كما تم ذكره سابقاً في رقم 4.
- التيار، ويتم حسابه عن طريق ضرب إجمالي أحمال الطلب في 1.25 وتقريبه إلي أقرب قاطع حسب الكاتلوجات.
- تحديد تيار القصر كما سيتم شرحه لاحقاً.
- تحديد عدد الأقطاب.

الجدول التالي يوضح أنواع القواطع والفارق بينهما:-

	Miniature Circuit Breaker MCB	Molded Case Circuit Breaker MCCB	Air Circuit Breaker ACB
Rated current (Amp.)	10A TO 125A	40A TO 1600A	630A TO 6300A
Short Circuit Current (KA)	5KA TO 25KA	20KA TO 150KA	UP TO 150KA
Maintenance	Difficult	Easy Compared With MCB	Easy Compared With MCCB
Applications	For Branch Circuits (outgoing)	Main breakers for panel board	Main breakers for Main distribution board

مما سبق نجد أن الدوائر الفرعية تستخدم قواطع MCB وغالباً نستخدم 16 أمبير للإضاءة و 20 أمبير لدوائر مخارج القوي ويتم تحديد سعة القاطع الفرعي لباقي الأجهزة مثل المكيفات حسب الحمل.

8-1-5 رقم 8:-

يتم تحديد مصدر تغذية اللوحة الفرعية، علي سبيل المثال

.SMDB-G (SUB-Main Distribution Board at Ground Floor)

9-1-5 رقم 9:-

هذه الخانة يتم تحديد مقاس الكابل الرئيسي المغذي لهذه اللوحة الفرعية وسيتم التعرف علي كيفية تحديده لاحقاً.

10-1-5 رقم 10:-

يتم إضافة مرجع لكل كابل حتي يتم تمييز كل كابل عن الآخر كما سيتم التعرف علي لاحقاً.

11-1-5 رقم 11:-

طول الكابل ، ويتم قياسه من بداية مصدر التغذية إلي القاطع الرئيسي للوحة الفرعية.

12-1-5 رقم 12:-

الفقد في الجهد ويتم جمع الفقد في الجهد من المحول إلي اللوحة الفرعية كما سيتم التعرف علي لاحقاً.

13-1-5 رقم 13:-

تيار القصر، هو أقصى قيمة لتيار القصر ممكن أن تتحملها اللوحة شاملاً الكابل الرئيسي و جميع القواطع كما سيتم التعرف علي لاحقاً.

14-1-5 رقم 14:-

هذه الخانة توضح مقاس المواسير التي تمر بها الدوائر الفرعية، وتقاس قطر المواسير عموماً بالبوصة او بالمليميتر وأشهر مقاسات المواسير 20مم، 25مم، 32مم، 38مم، 50مم، 63مم، 75مم، 110مم، 160مم. وتستخدم الأقطار الصغيرة للدوائر الفرعية 20، 25 مم.

يجب ألا تزيد مساحة مقطع الأسلاك و الكابلات عن 40% من مساحة مقطع الماسورة.

يجب تمديد أسلاك الدوائر الفرعية لكل نظام علي حدة، وأيضاً في حالة وجود مصدر تغذية غير المحول مثل المولد واليو بي أس يجب تمديد كل مصدر تغذية في مواسير مستقلة عن المصادر الأخرى.

5-15 رقم 15:-

في هذه الخانة يتم تحديد مساحة مقطع السلك المستخدم للدوائر الفرعية، وغالباً يتم استخدام سلك مساحة مقطع 3مم2 للإضاءة (القاطع 16 أمبير) وسلك 4مم2 لمخارج القوي (القاطع 20 أمبير) وسلك 6مم2 للقوي في حاله إن القاطع 30 أمبير، وذلك بالإضافة إلي سلك المتعادل و الأرضي ويكون غالباً مساحة مقطع سلك المتعادل نفس مساحة مقطع الوجه ولكن مساحة مقطع سلك الأرضي يساوي مساحة مقطع الوجه حتي 10مم2 وبعدها يكون مساحة مقطع سلك الأرضي نصف مساحة مقطع الوجه.

وبالتالي يتم كتابة 3x3mm² for Lighting, 3x4mm for Sockets

5-16 رقم 16:-

يتم توصيف كل حمل حسب نوعه في هذه الخانة، علي سبيل المثال الإضاءة Lighting ومخارج البور Sockets والمكيفات Air Condition والسخانات Water Heater وهكذا.

5-17 رقم 17:-

يتم تحديد رقم الدوائر من رقم 1 إلي 42 (حسب الشركة المصنعة) وتكون الأرقام الفردية علي اليسار و الزوجية علي اليمين وكل دائرة تكون متغذية من وجه معين (Phase) وتكون تغذية اللوحة من خلال كابل ثلاثي الأوجه (أحمر – أصفر – أزرق) بالإضافة إلي الكابل المتعادل (أسود) و الأرضي (أخضر أو أخضر مخطط بأصفر).

5-18 رقم 18:-

يتم تسجيل الحمل في هذه الخانة حسب أجمالي الأحمال لكل دائرة، ويتم تسجيل الحمل بالفولت أمبير لكل دائرة ولحساب الفولت أمبير لكل دائرة يجب معرفة ال Power Factor حسب نوع الحمل:-

$$V(\text{Volt}) \times I(\text{Amp.}) = P(\text{Watt})/P.F$$

للإنارة (الفلوريسينت) = 0.95.

للإنارة (اللمبات التوهجية) = 1.

للإنارة (لمبات التفريغ الكهربائي) = 0.85.

لمخارج القوي = 0.8.

للمكيفات و المضخات = 0.85.

للسخانات = 1.

و عموماً يجب مراعاة ألا يتعدي حمل أي دائرة (لبنية Circuit) عن 80% من قيمة القاطع ويفضل في دوائر الإنارة التي لا تتعدي ال 50%، وبالتالي فإن أقصى حمل لدائرة الإنارة الفرعية لا يتعدي ال 1760 فولت. أمبير (في حالة استخدام قاطع فرعي 16 أمبير).

ويتم تصميم دوائر القوي للمخارج و المكيفات حسب ما تم ذكره في تصميم القوي بحيث لا يتعدي 80% من قيمة القاطع.

19-1-5 رقم 19:-

يتم تحديد القاطع كما تم ذكره سابقاً ويستخدم ال MCB من 16 إلى 125 أمبير حسب حمل الدائرة وتكون سعة القواطع حسب الشركة المصنعة 16، 20، 32، 40، 50، 63، 80، 90، 100، 125 أمبير.

20-1-5 رقم 20:-

في هذه الخانات يتم تجميع الحمل علي كل وجه (Phase) علي حدة بحيث تكون الخانة أسفل حرف R هي مجموع الأحمال علي الوجه Red والخانة أسفل الحرف Y هي مجموع الأحمال علي الوجه Yellow والخانة أسفل الحرف B هي مجموع الأحمال علي الوجه Blue .

ويراعي أن تكون الأحمال متوازنة بين الثلاث أوجه، ويتم حساب التوازن من المعادلة التالية:-

(Largest load-Smallest Load)/Largest load $\leq 10\%$

وفي حالة الزيادة يجب إعادة توزيع الأحمال في جدول الأحمال حتي تحقق التوازن.

21-1-5 رقم 21:-

نستخدم قواطع مزودة بحماية ضد التسريب في حالة أن المخارج في أماكن رطوبة مثل المطابخ و غرف المضخات وإنارة حمامات السباحة... الخ .

ويتم إضافة * بجوار القاطع، ويتميز القاطع بالقدرة علي الفصل مباشرة في حالة حدوث تسريب في التيار في حدود 30mA او 300mA حسب التوصيف .

22-1-5 رقم 22:-

يتم تجميع الأحمال الفعلية علي الثلاث أوجه وكتابتها في خانة ال Connected Load (KVA).

23-1-5 رقم 23:-

يتم تحديد ال Demand Factor كما تم شرحه بالتفصل مع تقدير الأحمال في بداية أي مشروع.

24-1-5 رقم 24:-

القيمة في كل خانة عبارة عن حاصل ضرب معامل الطلب في الحمل الفعلي لكل وجه (Phase).

25-1-5 رقم 25:-

يتم تجميع إجمالي أحمال الطلب للثلاث أوجه في هذه الخانة.

26-1-5 رقم 26:-

يتم حساب التيار الإجمالي حسب حمل الطلب من المعادلة التالية.

$$P (VI) = \sqrt{3} \times V \times I$$

$$I (Amp) = P/(\sqrt{3} \times V)$$

P القدرة بالفولت أمبير.

V الفولت ثلاثي الأوجة.

27-1-5 رقم 27:-

يتم ضرب إجمالي الحمل بالأمبير في 1.25 حتي يتم معرفة أقرب قاطع رئيسي للوحة.
ويتم اختيار أقرب قاطع مناسب للحمل من الكاتلوج، الجدول التالي يوضح قيم
ال Trip , Frame للقواطع ال MCCB :-

Molded case circuit breakers (MCCB)	
Ampere Trip (A)	Ampere Frame (A)
40,50,63,80,100	100
125,160	160
200,225,250	250
320,400	400
500,630	630
800,1000	1000

2-5 تطبيق عملي لتصميم جداول الأحمال:-

- قم بفتح ملف الإنارة والقوي الذي تم تصميمهم من قبل وقم بإستكمال التوصيل وترقيم الدوائر.
- يجب إضافة حمل كل دائرة في جدول الأحمال الموجود في فولدر EDC .
- تعرف علي كيفية حساب القاطع الرئيسي للوحة.

3-5 تصميم لوحات تغذية الإنارة الخارجية:-

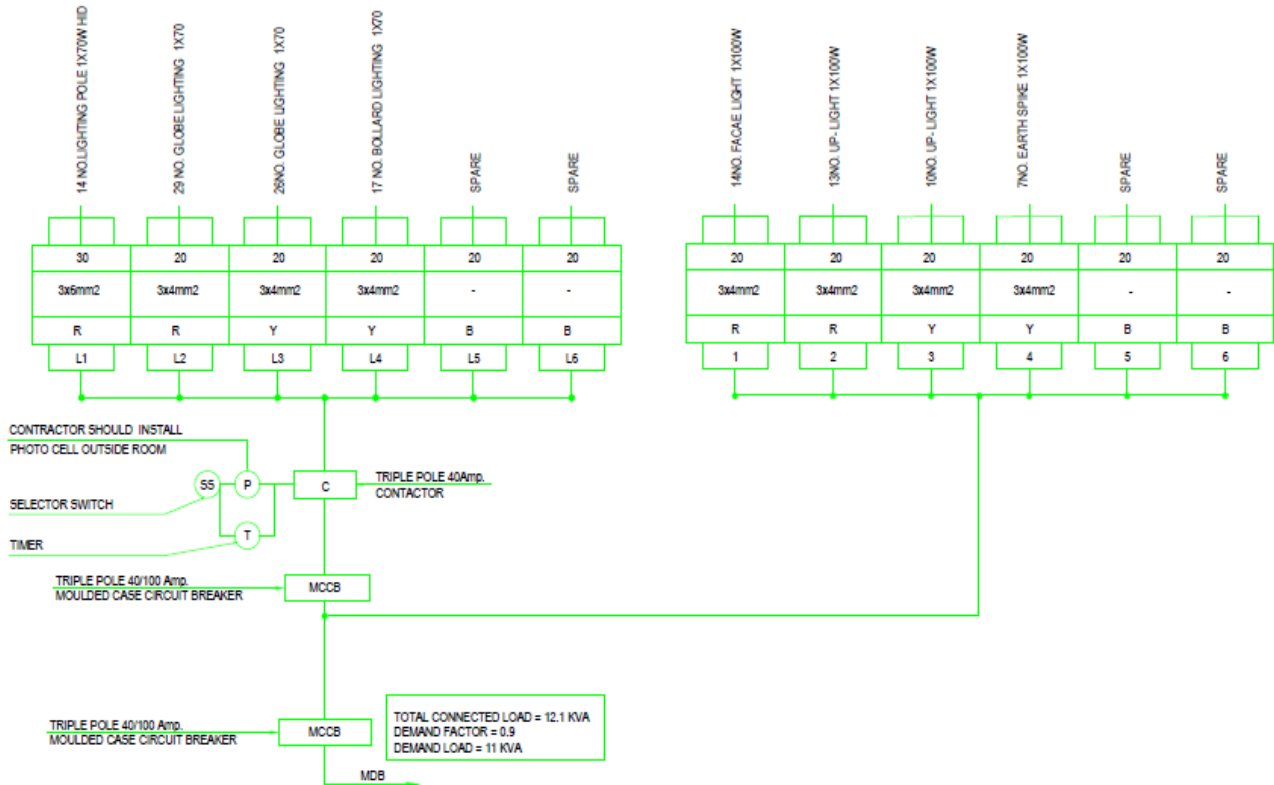
يختلف تصميم الإنارة الخارجية عن الإنارة الداخلية في زيادة جزء خاص بالتحكم في الإنارة والذي لم يكن موجود في جداول أحمال الإنارة الداخلية حيث كنا نتحكم في الإنارة عن طريق مفاتيح إنارة مستقلة.

يتم التحكم في الإنارة الخارجية بثلاث طرق:-

- عن طريق الخلايا الضوئية، وهي تستخدم في حالة أننا نريد تشغيل الإنارة أوتوماتيكيا في حالة غياب ضوء الشمس مثل إنارة الطرق و الأسوار ...الخ.
- عن طريق تحديد زمن معين للتشغيل من خلال Timer .
- عن طريق الإنارة من خلال المفاتيح (او القواطع) ويستخدم للإنارة الخارجية الديكورية التي لا تحتاج تشغيل مستمر.

وبنفس الطريقة يتم إدخال البيانات و الأحمال لكل دائرة علي حدة وحساب القاطع الرئيسي مثل جداول الأحمال الداخلية.

الشكل التالي يوضح جدول أحمال لتغذية الإنارة الخارجية:-



4-5 تطبيق عملي لتصميم جداول أحمال الإنارة الخارجية:-

- قم بفتح ملف الإنارة الخارجية الذي تم تصميمه من قبل وقم بإستكمال التوصيل وترقيم الدوائر.
- يجب إضافة حمل كل دائرة في جدول أحمال الإنارة الخارجية الموجود في فولدر EDC.
- تعرف علي كيفية حساب القاطع الرئيسي للوحة.

الباب السادس

حسابات الكابلات والمخطط الأحادي للقوي

مقدمه

1-6 أنواع الكابلات:-

تنقسم الكابلات إلى كابلات جهد عالي و جهد متوسط و جهد منخفض، وسوف يتم التركيز في هذه الدورة علي كابلات الجهد المنخفض.

تنقسم كابلات الجهد المنخفض إلى كابلات نحاس و كابلات ألومنيوم، والجدول التالي يوضح مقارنة بين النوعين:-

أوجه المقارنة	كابلات النحاس	كابلات ألومنيوم
التكلفة	أغلي	أرخص
الفقد في الجهد	قليل	عالي
التوصيلية الكهربائية	أكبر	أصغر
الوزن	أثقل	أخف
التوصيليه الحرارة	أعلي	أقل
الجهود الميكانيكية	أكثر تحملا	أقل تحملا
المرونة	أكثر مرونة	أقل مرونة
المقاومة	قليلة	أعلي

مما سبق نستنتج أنه يفضل استخدام كابلات النحاس لكفائتها العالية، ولكن في حالة تقليل تكلفة المشروع يتم استخدام كابلات الألومنيوم.

وتنقسم الكابلات أيضاً إلى كابلات مصمتة (Solid) و مجدولة (Stranded) و شعر (Flexible) والجدول التالي يوضح مقارنة بين أنواع الكابلات السابقة:-

شعر (Flexible)	مجدول (Stranded)	مصمت (Solid)
مرن جداً	نصف مرن	صلب وغير مرن
يتحمل أعلى تيار	يتحمل تيار أعلى	يتحمل تيار أقل
أعلى	متوسط الثمن	أرخص
يستخدم كأسلاك داخل المباني للإنارة والقوي	الأكثر استخداماً	قليل الاستخدام (يستخدم كأسلاك داخل المباني للإنارة والقوي)

مما سبق نستنتج أنه في حالة الكابلات الرئيسية يفضل استخدام الكابلات المجدولة وفي حالة الأسلاك داخل المباني يتم استخدام الكابلات المصمتة (كفاءة أعلى في التوصيلات الداخلية) أو الشعر.

والكابلات أيضاً ممكن أن تكون قالب واحد (Single Core) أو متعددة القوالب (Multi Core) والجدول التالي يوضح مقارنة بينهم:-

أوجة المقارنة	متعدد القوالب (Multi-core)	قالب واحد (Single Core)
تحمل التيار	أقل، لزيادة التوصيلية الحرارية بين الثلاث قوالب مما يقلل من التوصيل الكهربي	أعلى
المجال المغناطيسي	أقل لأن المجال المغناطيسي الناتج عن كل كابل يلاشي الآخر بطريقة ال Trefoil	أكبر
طريقة كتابة مقاس الكابل	4CX240+1X120	4(1CX240)+1X120

مما سبق نستنتج أن الكابلات المتعددة القوالب أكثر استخداماً، ويمكن استخدام الكابلات ذات القالب الواحد في حالة أن مقاس الكابل أكبر من 120 مم ويتم تمديده داخل المباني.

الجدول التالي يوضح مقاسات الكابلات ومقاس كابل الأرضي:-

مساحة مقطع كابل الأرضي مم2	مساحة مقطع كابل النحاس مم2
1.5	1.5
2.5	2.5
4	4
6	6
10	10
10	16
16	25
16	35
25	50
35	70
50	95
70	120
70	150
95	185
120	240
150	300
240	400
240	500
300	630

2-6 مكونات كابلات الجهد المنخفض:-

تتكون كابلات الجهد المنخفض من موصلات كما تم ذكرها سابقاً و عزل(واشهر انواعه البولي إيثيلين المتشابك XLPE و البولي فينيل كلورايد PVC) وغلاف خارجي من البولي فينيل كلورايد PVC في حالة الكابلات المفردة و المتعدده وحشو بين الكابلات المتعددة القوالب وعادةً يتم صناعتها من البولي فينيل كلورايد PVC ويمكن تسليح الكابلات في حالة الدفن المباشر لحماية الكابلات من الضغوط الميكانيكية.

تكون وظيفة الموصل بنقل التيار الكهربائي من مكان الي آخر وانواعه كما تم ذكرها سابقا بالتفصيل، وتكون وظيفة مادة العزل بعزل الفازات عن بعضها البعض و حماية القائم علي العمل.

تكون وظيفة الحشو هي حماية الفازات بعضها من بعض و استدارة الكابلات و حماية الفازات من التسليح، وتكون وظيفة الغلاف الخارجي الحماية من التآكل.

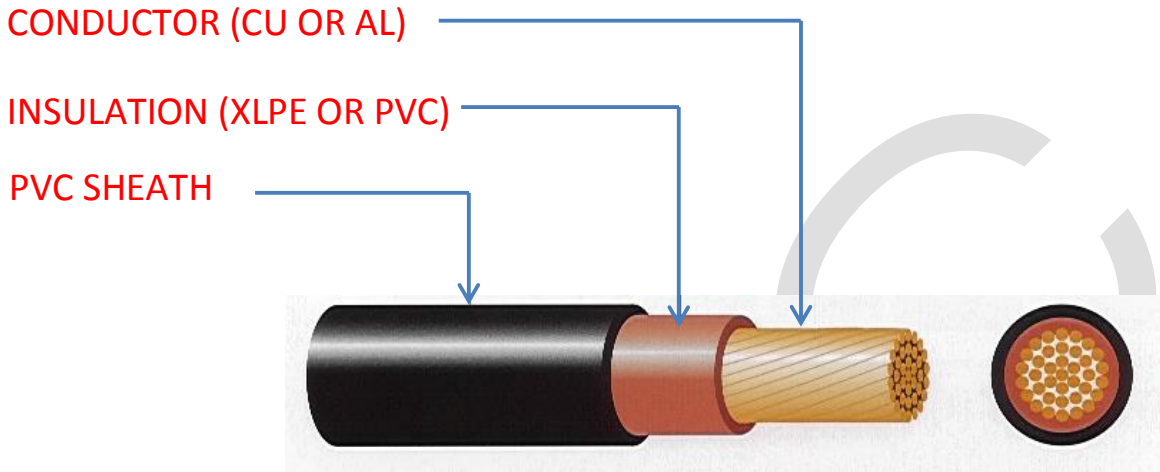
فيما يلي جدول يوضح مقارنه بين أنواع العزل المختلفة:-

البولي إيثيلين المتشابك	البولي فينيل كلورايد	أوجه المقارنة
90C	70C	أقصى درجة حرارة يتحملها الكابل في حالة Rated Current
250C	150C	أقصى درجة حرارة يتحملها الكابل في حالة Short Circuit Current
أغلي	أرخص	التكلفة

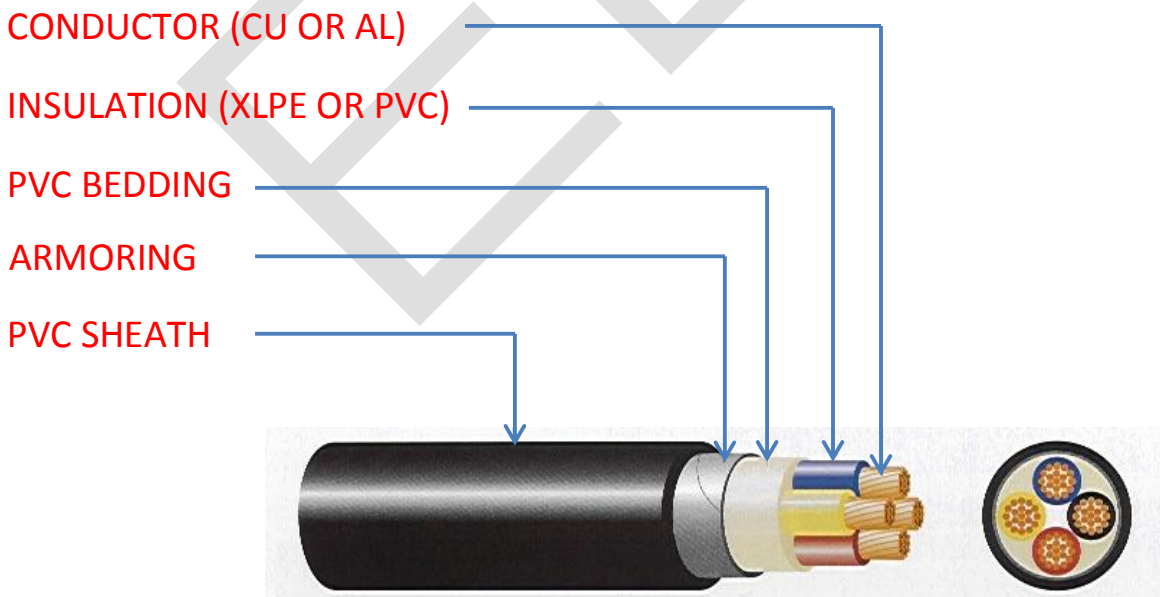
3-6 أمثلة توضيحية لطريقة كتابة أنواع الكابلات المختلفة:-

- تابع مع المحاضر للتعرف علي كيفية كتابة الكابلات بأنواعها المختلفة (متعدد و مفرد) ونوع العزل (XLPE و PVC) .

الأشكال التالية توضح مما تتكون الكابلات المفردة و المتعددة:-



SINGLE CORE CABLE



MULTICORE CABLE

حسابات الكابلات والمخطط الأحادي للقوي

4-6 أسس إختيار الكابلات:-

بعد ما تم التعرف علي كيفية تصميم جداول الأحمال شاملاً تحديد سعة القاطع الرئيسي للوحات، فسوف يتم التعرف علي كيفية إختيار الكابلات المغذية للوحات وهي تعتمد علي العوامل التالية:-

- جهد النظام.
 - سعة القاطع الرئيسي Trip .
 - العوامل التي تقلل من قيمة التيار التي يستطيع أن يتحملها الكابل Derating Factors.
 - حساب الفقد في الجهد المسموح به.
 - تيار القصر للوحة المطلوب تغذيتها.
- سيتم التركيز علي حسابات كابلات الجهد المنخفض التي يصل الجهد بها إلي 1000 فولت و تكون غالباً فولت 1000/600.

بالنسبة لسعة القاطع تم التعرف عليها في حسابات جداول الأحمال، هذه القيمة صممت لتحمي الكابل الرئيسي المغذي لهذا القاطع وبالتالي فإن إختيار الكابل لابد أن يتحمل تيار أعلي من قيمة القاطع Trip Ampere وذلك بعد تطبيق العوامل التي تغير من قيمة التيار التي يستطيع أن يتحملها الكابل التي تعرف بال Derating Factors.

وتنقسم هذه العوامل إلي أربع أنواع، معامل درجة الحرارة و المعامل الخاص بعمق الدفن والمعامل الخاص بعدد الكابلات (للأحمال المختلفة) التي تمر مع بعضها في نفس المسار ومعامل نوع التربة.

الجدول التالية توضح المعاملات التي تؤثر في إختيار الكابلات في حالة دفن الكابلات مباشرة في الأرض:-

معامل إختلاف درجة الحرارة

درجة حرارة التربة °C							نوع العزل
55	50	45	40	35	30	25	
0.80	0.85	0.9	0.95	1	1.04	1.09	XLPE
0.77	0.84	0.89	0.95	1	1.05	1.1	PVC

معامل خاص بعمق الدفن

مساحة مقطع الكابل مم ²			عمق الدفن بالمتر
أعلى من 300 مم ²	من 70 مم ² إلى 300 مم ²	حتى 50 مم ²	
1	1	1	0.5
0.97	0.98	0.99	0.6
0.94	0.96	0.97	0.8
0.92	0.93	0.95	1.0
0.89	0.92	0.94	1.25
0.87	0.9	0.93	1.60
0.86	0.89	0.92	1.75
0.85	0.88	0.91	2.0

معامل خاص بمقاومة التربة

المقاومة الحرارية للتربة °C.m/W						معامل مقاومة التربة
2.5	2.0	1.5	1.2	0.9	0.8	
0.73	0.8	0.91	1.0	1.12	1.17	

الجدول التالية توضح المعاملات التي تؤثر في إختيار الكابلات في حالة تمديد الكابلات في الهواء :-

معامل إختلاف درجة الحرارة

درجة حرارة التربة °C							نوع العزل
55	50	45	40	35	30	25	
0.64	0.89	0.95	1	1.05	1.1	1.14	XLPE
0.82	0.88	0.94	1	1.05	1.11	1.15	PVC

معامل خاص بعدد الكابلات في نفس المسار (للأحمال المختلفة)

خاص بالكابلات المتعددة القوالب

عدد الدوائر	بدون مسافات بينية	مسافة 0.15م	مسافة 0.3م	مسافة 0.45م
2	0.81	0.87	0.91	0.93
3	0.70	0.78	0.84	0.88
4	0.63	0.74	0.81	0.86
5	0.59	0.70	0.79	0.84
6	0.55	0.69	0.77	0.83

خاص بالكابلات المفردة

عدد الدوائر	بدون مسافات بينية	بدون مسافات بينية	مسافة 0.15م	مسافة 0.3م	مسافة 0.45م
	منبسطة FLAT	ثلاثية TREFOIL			
2	0.78	0.81	0.83	0.88	0.91
3	0.66	0.70	0.73	0.79	0.84
4	0.61	0.64	0.66	0.73	0.81
5	0.56	0.6	0.64	0.73	0.79
6	0.53	0.57	0.61	0.71	0.78

الجدول التالية توضح المعاملات التي تؤثر في إختيار الكابلات في حالة تمديد الكابلات في
مواسير مدفونة بالأرض :-

معامل خاص بمقاومة التربة

2.5	2.0	1.5	1.2	0.9	0.8	المقاومة الحرارية للتربة °C.m/W
0.83	0.88	0.96	1.0	1.06	1.07	معامل مقاومة التربة

معامل خاص بعمق الدفن

كابلات متعددية القوالب	كابلات مفردة	عمق الدفن بالمتر
1	1.0	0.5
0.99	0.98	0.6
0.98	0.95	0.8
0.96	0.93	1.0
0.95	0.91	1.25
0.94	0.89	1.60
0.94	0.88	1.75
0.93	0.87	2.0
0.92	0.86	2.5
0.81	0.85	3.0

معامل خاص بعدد الكابلات في نفس الماسورة أو في مواسير مجاورة (للأحمال المختلفة)

خاص بالكابلات المفردة

عدد الدوائر	بدون مسافات بينية	مسافة 0.45م	مسافة 0.6م
2	0.87	0.91	0.93
3	0.78	0.84	0.87
4	0.74	0.81	0.86
5	0.70	0.79	0.83
6	0.69	0.78	0.82

خاص بالكابلات المتعددة

عدد الدوائر	بدون مسافات بينية	مسافة 0.3م	مسافة 0.45م	مسافة 0.6م
2	0.9	0.93	0.95	0.86
3	0.83	0.89	0.91	0.93
4	0.79	0.85	0.89	0.92
5	0.75	0.83	0.88	0.91
6	0.73	0.82	0.87	0.90

وبعد تحديد المعاملات التي تؤثر علي إختيار الكابل (حيث إنها تغير في قيمة التيار الذي يتحملة الكابل) يتم ضربها في بعض لتحديد المعامل الكلي وبعدها يتم قسمة قيمة سعة القاطع بالأمبير Trip Rating علي حاصل ضرب المعاملات في بعض وبالتالي يتم تحديد اقصى تيار يمكن أن يمر في الكابل ويتم إختيار الكابل من الجداول التالية حسب عدد القوالب و نوع الموصل و نوع العزل و طريقة التمديد.

وسيتم التركيز في الشرح علي كابلات النحاس ذات العزل ال XLPE .

الجدول التالي يحدد أقصى تيار يتحملة الكابل حسب طريقة التمديد للكابلات النحاس عزل XLPE وجهد 1000/600 فولت :-

للكابلات المفردة

المقاومة mΩ/m	أقصى تيار يتحملة الكابل				مساحة مقطع الكابل مم2
	تمديد في الهواء		تمديد في الأرض		
	داخل مواسير	بدون مواسير (ثلاثي) (TREFOIL)	داخل مواسير	دفن مباشر (ثلاثي) (TREFOIL)	
15.4	19	22	22	30	1.5
9.45	24	29	28	39	2.5
5.88	32	38	38	50	4
3.93	40	49	47	63	6
2.33	54	66	63	83	10
1.47	70	88	82	107	16
0.927	82	116	106	137	25
0.688	112	143	127	185	35
0.494	134	175	151	195	50
0.342	168	222	187	238	70
0.247	205	274	225	265	95
0.198	237	326	258	327	120
0.158	269	367	290	363	150
0.128	308	425	330	410	185
0.098	361	505	362	474	240
0.079	411	583	431	532	300
0.0629	489	676	489	500	400
0.0504	533	779	550	673	500
15.4	603	900	616	752	600

للكابلات المتعددة

المقاومة mΩ/m	أقصى تيار يتحملة الكابل				مساحة مقطع الكابل مم ²
	تمديد في الهواء		تمديد في الأرض		
	داخل مواسير	بدون مواسير	داخل مواسير	دفن مباشر	
15.4	18	22	22	27	1.5
9.45	24	29	29	35	2.5
5.88	31	36	37	45	4
3.93	39	48	46	55	6
2.33	52	57	62	76	10
1.47	68	88	80	96	16
0.927	90	118	104	126	25
0.688	107	142	125	157	35
0.494	129	175	149	187	50
0.342	161	220	183	229	70
0.247	196	272	220	276	95
0.198	226	318	251	313	120
0.158	258	363	283	350	150
0.128	295	418	321	395	185
0.098	348	498	372	459	240
0.0812	394	571	420	516	300
0.0668	454	665	478	564	400
0.0538	515	780	538	665	500

مثال رقم 1:

مطلوب حساب الكابل المناسب (متعدد القوالب ونوع العزل XLPE) لقاطع 100 أمبير حيث إن إجمالي حمل الطلب 75 أمبير وطول الكابل 120 متر ويتم تمديد الكابل داخل حامل كابلات Cable Tray وفي نفس حامل الكابلات توجد 6 كابلات لدوائر مختلفة ولا توجد مسافات بينهم وأقصى درجة حرارة للوسط المحيط 50 درجة مئوية.

الحل :

يتم حساب المعاملات من الجداول السابقة:-

$$\text{معامل درجة الحرارة} = 0.89$$

$$\text{معامل عدد الكابلات} = 0.55$$

$$\text{إجمالي المعاملات} = 0.55 * 0.89 = 0.4895$$

$$\text{أقصى تيار يتحملة الكابل} = 0.4895 / 100 = 204 \text{ أمبير}$$

بالرجوع إلي جدول الكابلات المتعددة فإن الكابل مساحة مقطع 70 مم² يتحمل تيار 220 أمبير في الهواء ومثبت علي حامل كابلات.

وبعد ما تم حساب الكابل بصورة مبدئية فإنه يجب معرفة قيمة الفقد في الجهد حتي لا تتجاوز 2.5% من أي مصدر تغذية إلي أي مصدر تغذية آخر أو من اللوحات الفرعية إلي آخر نقطة تغذية للإضاءة و القوي، وأيضاً إجمالي الفقد في الجهد لا يزيد عن 5% من المحول إلي آخر نقطة تغذية.

المعادلة التالية توضح طريقة حساب الفقد في الجهد :

$$V.D\% = ((\text{Voltage Drop for Cable mv/amp/m}) * I * L) * 100 / 1000 * V$$

I : إجمالي تيار الطلب للوحة بالأمتير.

L : أقصى طول للكابل بالمتر.

V : قيمة الجهد المنخفض 400 فولت.

Mv/amp*m : الفقد في الجهد للكابل ويحدد من الجدول التالي:-

الجدول التالي يحدد قيمة الفقد في الجهد للكابلات المتعددة و نفس القيم تقريباً للكابلات المفردة ونوع الموصل نحاس:-

الفقد في الجهد mv/amp/m	مساحة مقطع الكابل مم ²
22.8	1.5
14	2.5
8.7	4
5.9	6
3.5	10
2.2	16
1.6	25
1.1	35
0.61	50
0.59	70
0.44	95
0.37	120
0.31	150
0.27	185
0.23	240
0.2	300
0.18	400
0.15	500

وبالرجوع إلي الجدول السابق نجد أن الفقد في الجهد للكابل 70مم² هو 0.59 ويتم التعويض في المعادلة السابقة.

$$VD\% = ((0.59 * 75 * 120) * 100) / (1000 * 400) = 1.3\%$$

وبالتالي نجد إن هذه القيمة مقبولة ويجب التأكد في نهاية المشروع إن الفقد في الجهد الإجمالي من المحول إلي آخر نقطة لا يتعدى الـ 5% .

يجب أيضاً حساب تيار القصر الذي سيتم إختيار الكابل علي أساسه و يتم إختيار القاطع الرئيسي و القواطع الفرعية حتي تتحمل نفس قيمة تيار القصر لمدة زمنية محددة غالباً يتم إختيارها 200 ms (تتراوح بين 100ms إلي 5s) .

تكون قيمة تيار القصر KA (بالكيلو أمبير) ويتم تقريبه لأقرب 5KA (أقرب 5 كيلو) .

ويتم حساب قيمة تيار القصر من المعادلة التالية:-

$$I_{sc} = \frac{V}{\sqrt{3} \sqrt{R^2 + X^2}} \text{ KA}$$

V : قيمة الجهد المنخفض بالفولت.

R : إجمالي المقاومة Resestance (mΩ) من المحول للنقطة المراد حساب تيار القصر عندها.

X : إجمالي المفاعلة Reactance (mΩ) من المحول للنقطة المراد حساب تيار القصر عندها.

بالنسبة لقيمة ال R,X للمحول يتم معرفتها من الكاتلوج ويتم حساب قيم ال R للكابلات لكل متر أيضاً من الكاتلوج وبعدها يتم ضرب القيمة في طول الكابل حسب المعادلة التالية:-

$$R \text{ (mΩ)} = \text{mΩ/M} \times L$$

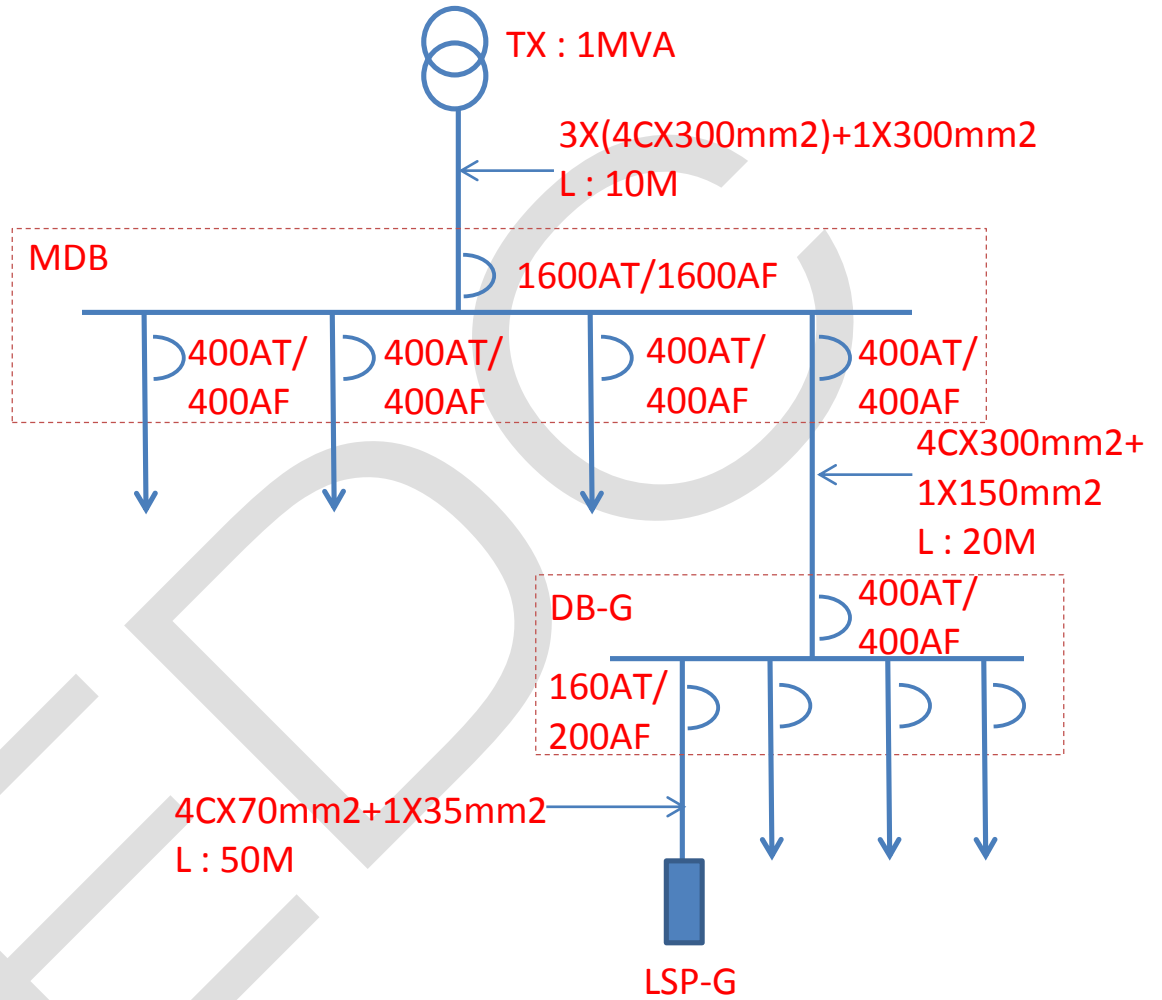
وبالنسبة لقيمة ال X بالنسبة للكابلات يتم حسابها من المعادلة التالية :-

$$X \text{ (mΩ)} = 0.08 \times L$$

مثال رقم 2:

مطلوب حساب قيمة تيار القصر للوحة التوزيع الرئيسية MDB و لوحة التوزيع DB-G واللوحة الفرعية LSP-G علماً بأن سعة المحول 1MVA زيتي والكابل الرئيسي المغذي للوحة الرئيسية مقاس 3X(4CX300mm²)+1X300mm²G وطول الكابل 10متر والكابل الرئيسي المغذي للوحة التوزيع DB-G هو 4CX300mm²+1X150mm²G وطول الكابل 20 متر والكابل المغذي للوحة الفرعية LSP-G هو 4CX70mm²+1X70mm²G وطول الكابل 50 متر.

المخطط الأحادي التالي يوضح المثال السابق:-



الحل:

حتى يتم حساب تيار القصر من المعادلة السابقة يجب حساب ال R, X للمحول و الكابل المغذي للوحة الرئيسية MDB والكابل المغذي للوحة ال DB-G والكابل المغذي للوحة الفرعية LSP-G

بالنسبة للمحول $R1=1.7 \text{ m}\Omega, X1=9.4 \text{ m}\Omega$.

بالنسبة للكابل الرئيسي مقاس $3X(4CX300\text{mm}^2)$ وطولة 10متر فإن ال $R2, X2$

$$R2 = (0.0812 \times 10) / 3 = 0.812 / 3 = 0.27 \text{ m}\Omega, X2 = 0.08 \times 10 = 0.8 \text{ m}\Omega$$

بالنسبة للكابل المغذي للوحة DB-G مقاس 4CX300mm² وطولة 20متر فإن ال R3,X3

$$R3 = 0.0812 \times 20 = 1.624 \text{ m}\Omega, X3 = 0.08 \times 20 = 1.6 \text{ m}\Omega$$

بالنسبة للكابل المغذي للوحة الفرعية مقاس 4CX70mm² وطولة 50متر فإن ال R4,X4

$$R4 = 0.342 \times 50 = 17.1 \text{ m}\Omega, X4 = 0.08 \times 50 = 4 \text{ m}\Omega$$

لحساب تيار القصر علي اللوحة الرئيسية يجب جمع قيمة مقاومة المحول بالإضافة إلي مقاومة الكابل الرئيسي المغذي للوحة الرئيسية MDB

ويتم حساب قيمة تيار القصر من المعادلة التالية:-

$$Isc1 = \frac{V}{\sqrt{3} \sqrt{(R1+R2)^2 + (X1+X2)^2}} \text{ KA}$$

$$Isc1 = \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{(1.7+0.27)^2 + (9.4+0.8)^2}} = 22\text{KA} = 25\text{KA}$$

لحساب تيار القصر علي اللوحة DB-G يجب جمع قيمة مقاومة المحول بالإضافة إلي مقاومة الكابل الرئيسي المغذي للوحة الرئيسية MDB بالإضافة إلي مقاومة الكابل المغذي للوحة

DB-G

ويتم حساب قيمة تيار القصر من المعادلة التالية:-

$$Isc2 = \frac{V}{\sqrt{3} \sqrt{(R1+R2+R3)^2 + (X1+X2+X3)^2}} \text{ KA}$$

$$Isc2 = \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{(1.7+0.27+1.624)^2 + (9.4+0.8+1.6)^2}} = 19\text{KA} = 20\text{KA}$$

لحساب تيار القصر علي اللوحة LSP-G يجب جمع قيمة مقاومة المحول بالإضافة إلي مقاومة الكابل الرئيسي المغذي للوحة الرئيسية MDB بالإضافة إلي مقاومة الكابل المغذي للوحة DB-G بالإضافة إلي الكابل المغذي للوحة الفرعية LSP-G.

ويتم حساب قيمة تيار القصر من المعادلة التالية:-

$$I_{sc3} = \frac{V}{\sqrt{3} \sqrt{(R1+R2+R3+R4)^2 + (X1+X2+X3+X4)^2}} \text{ KA}$$

$$I_{sc3} = \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{(1.7+0.27+1.624+17.1)^2 + (9.4+0.8+1.6+4)^2}} = 8.8\text{KA} = 10\text{KA}$$

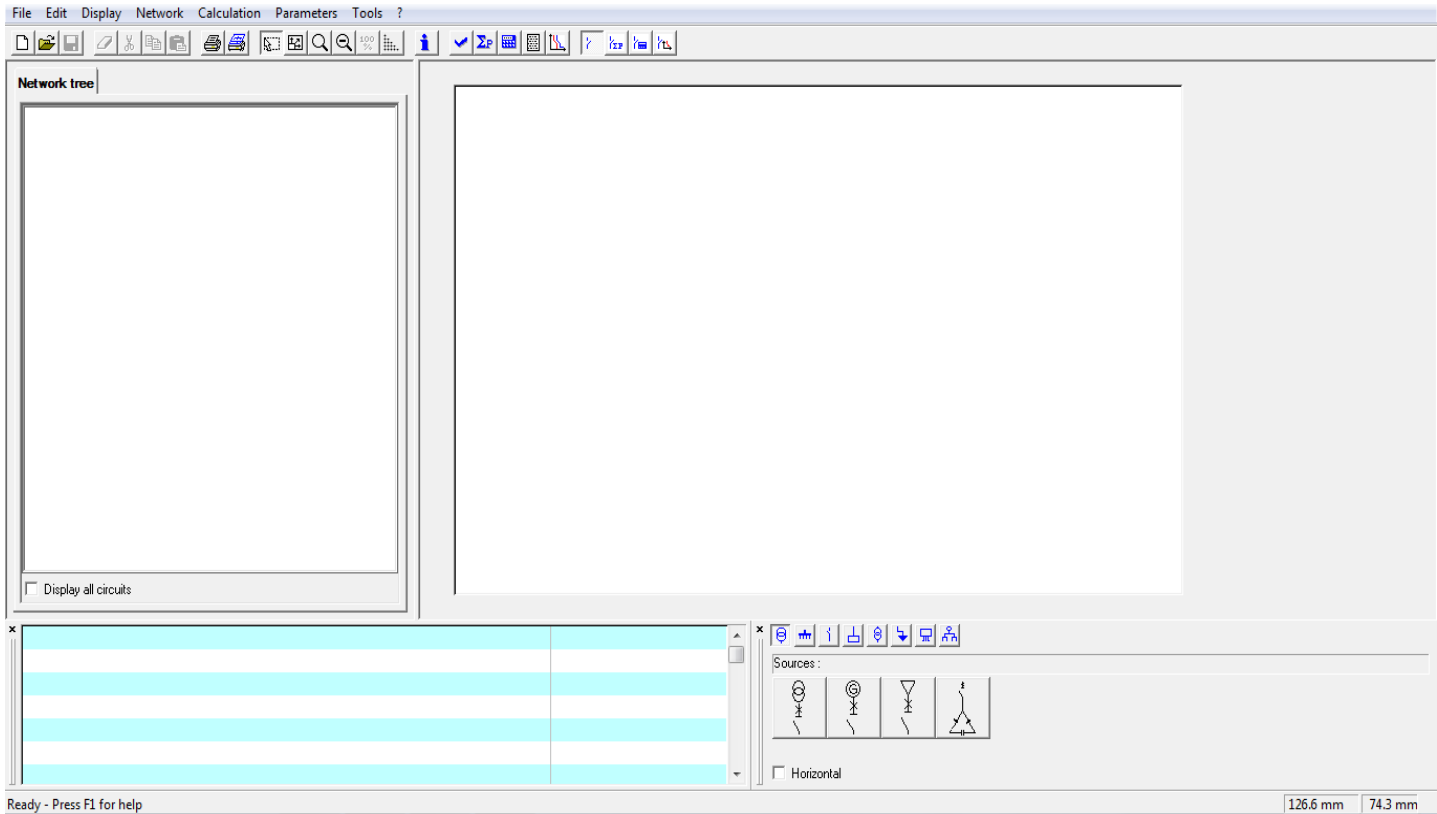
5-6 المخطط الأحادي للقوى :-

- قم بفتح برنامج الأوتوكاد.
- تم التعرف علي كيفية حساب الأحمال للوحات الفرعية و حسابات الكابلات و تحديد سعة المحول.
- تعرف علي كيفية تحديد سعة المولد و اللوحات الرئيسية.

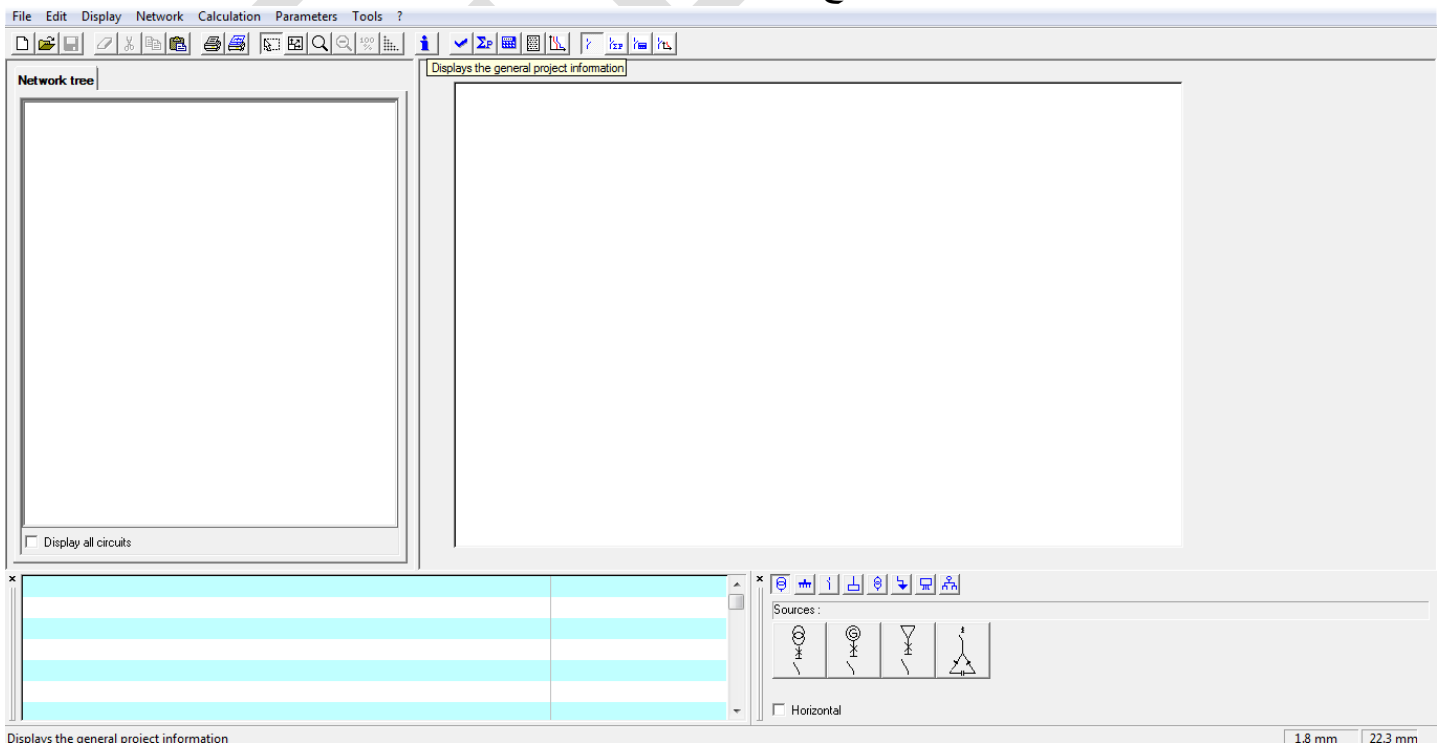
7-6 كيفية إستخدام برنامج الإيكوديال :-

- برنامج الإيكوديال هو بديل للحسابات اليدوية السابقة وعن طريقة يتم تحديد سعة المحول و سعة جميع القواطع وحسابات الكابلات شاملاً الفقد في الجهد و تيار القصر.

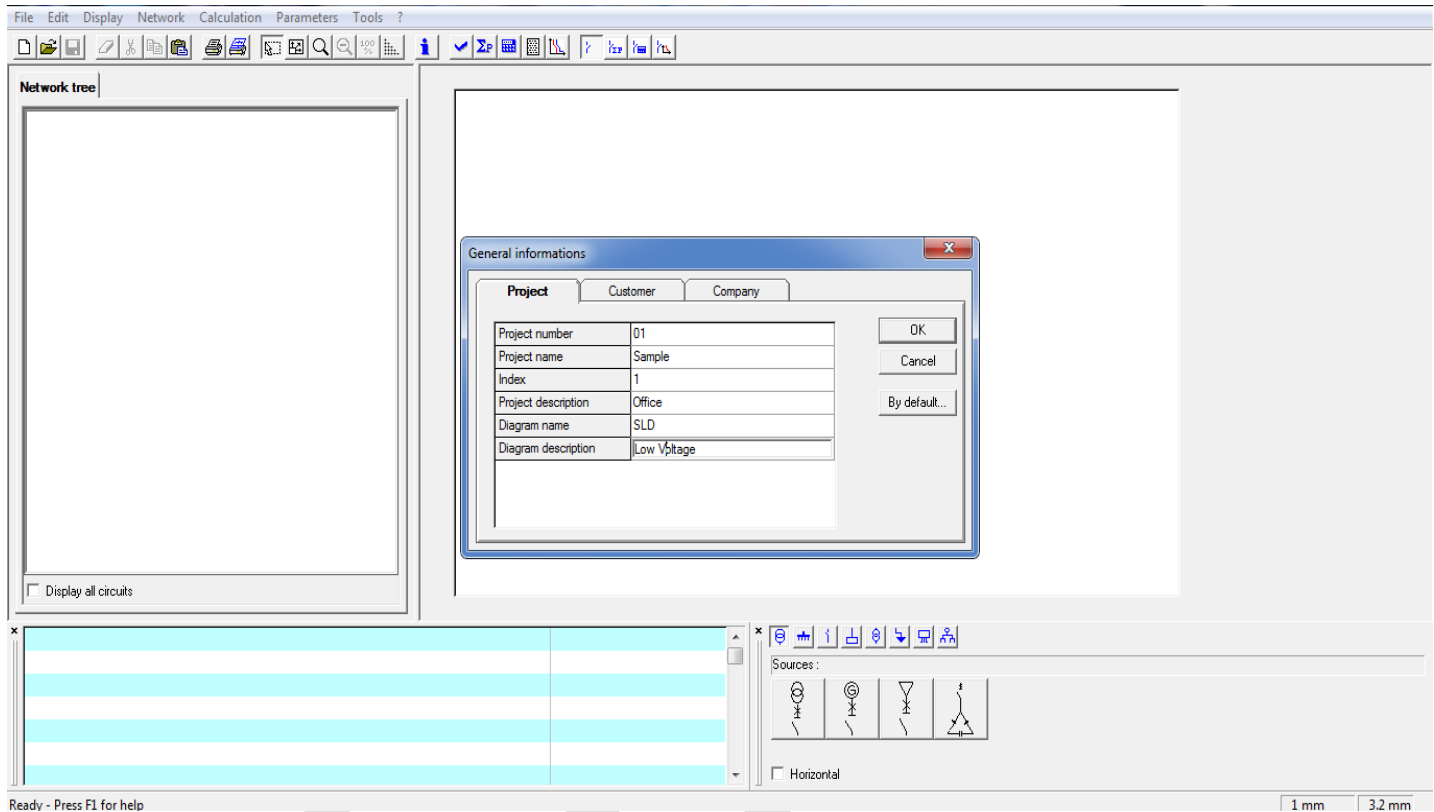
قم بفتح البرنامج من الأيقونة الموجودة علي سطح المكتب.



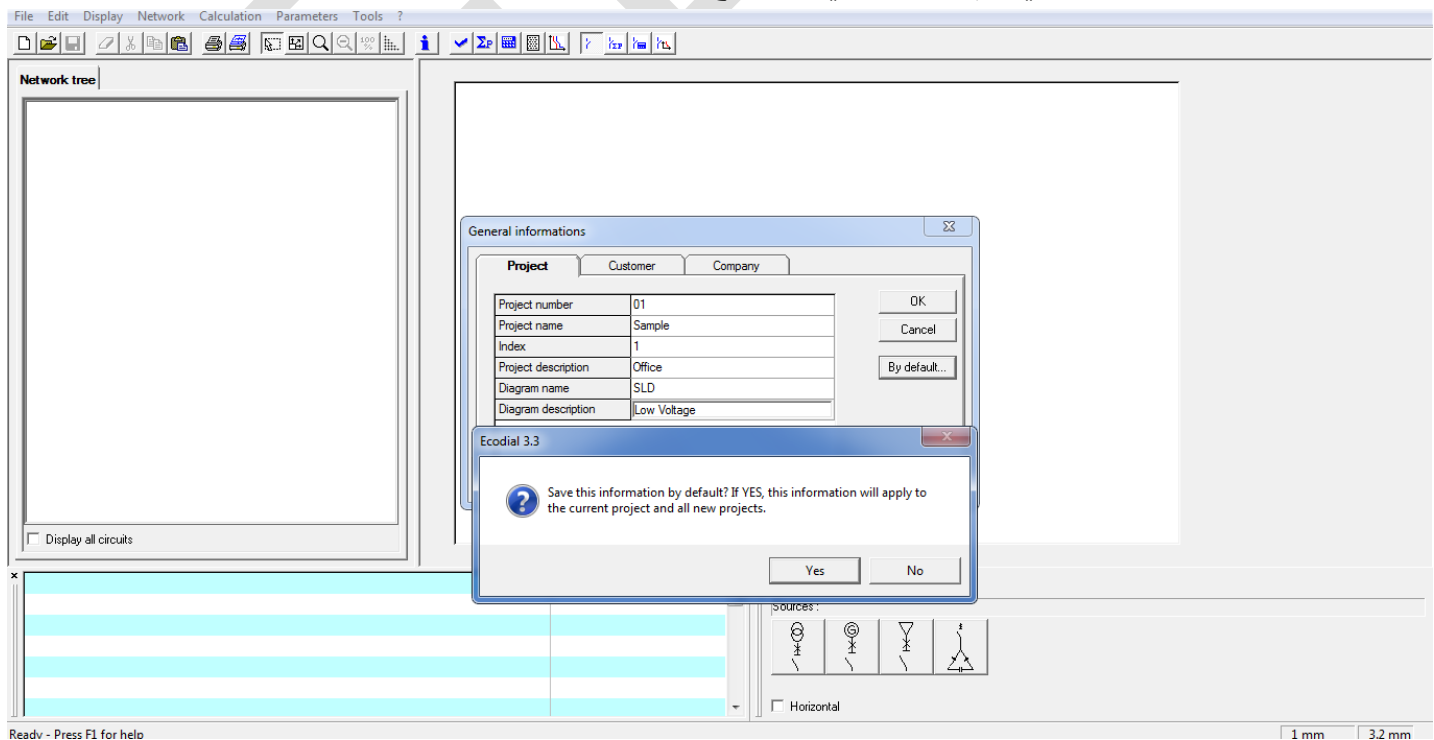
أختر عرض المعلومات العامه للمشروع.



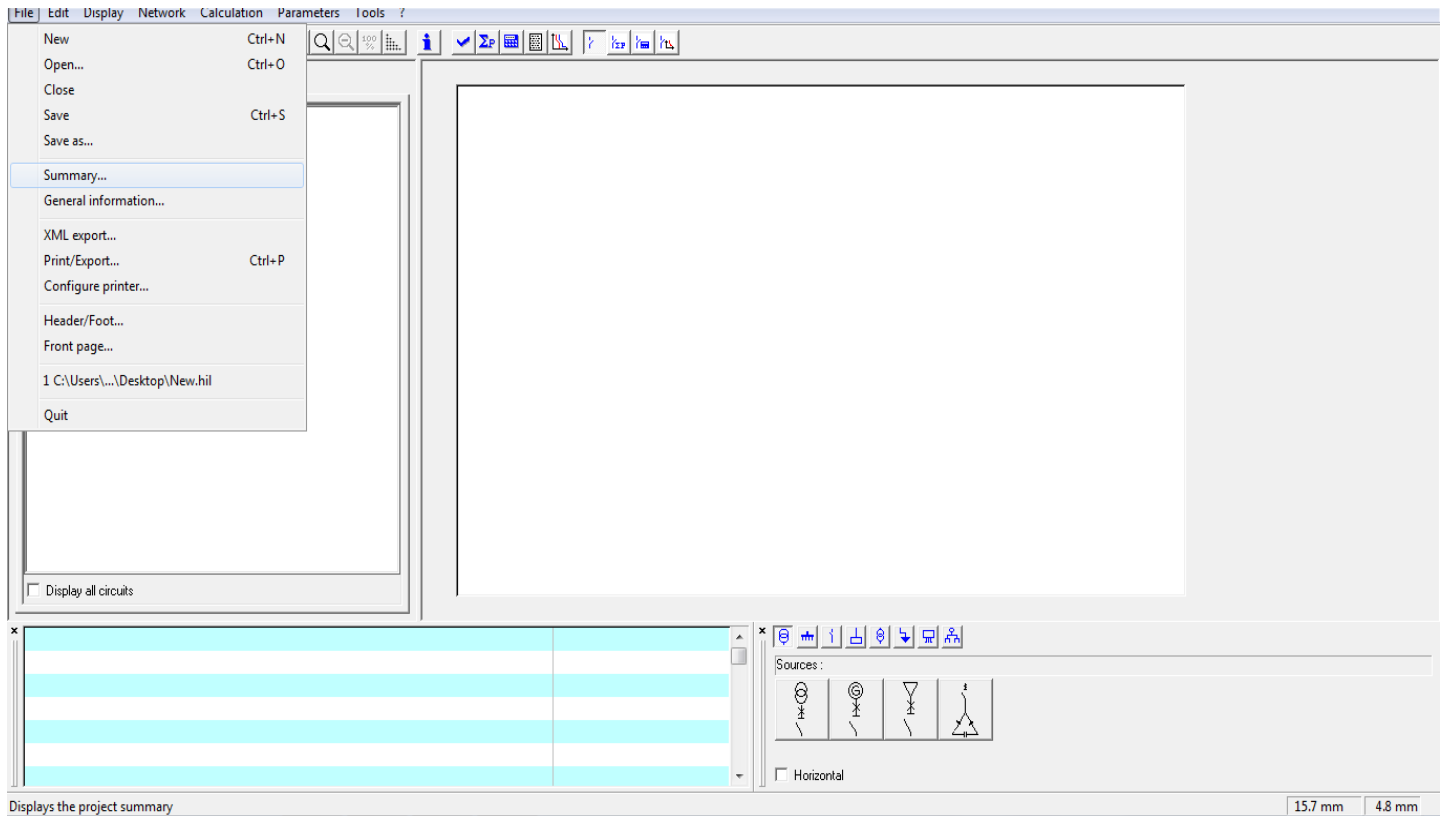
قم بإدخال البيانات الخاصة بالمشروع.



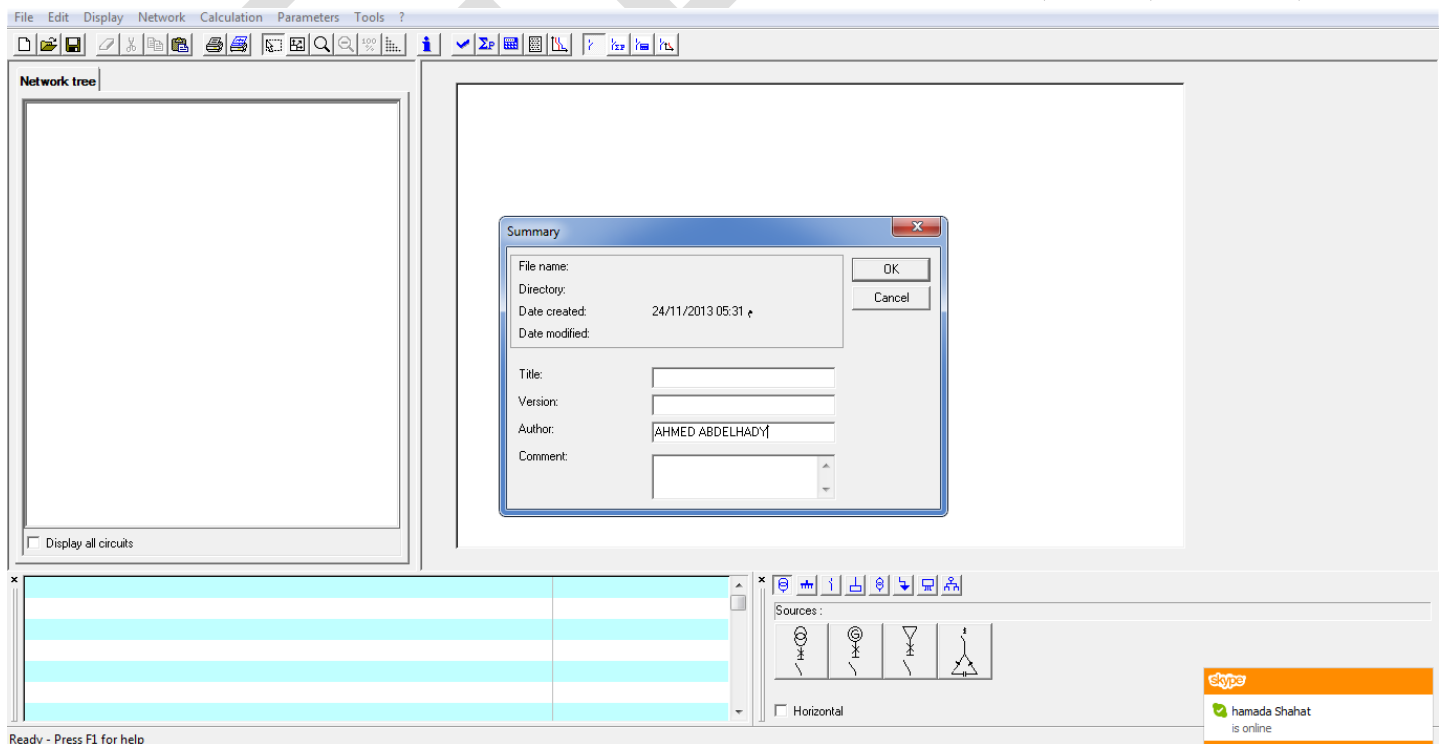
أختر By Default حتي يتم تسجيلها في البرنامج باستمرار.



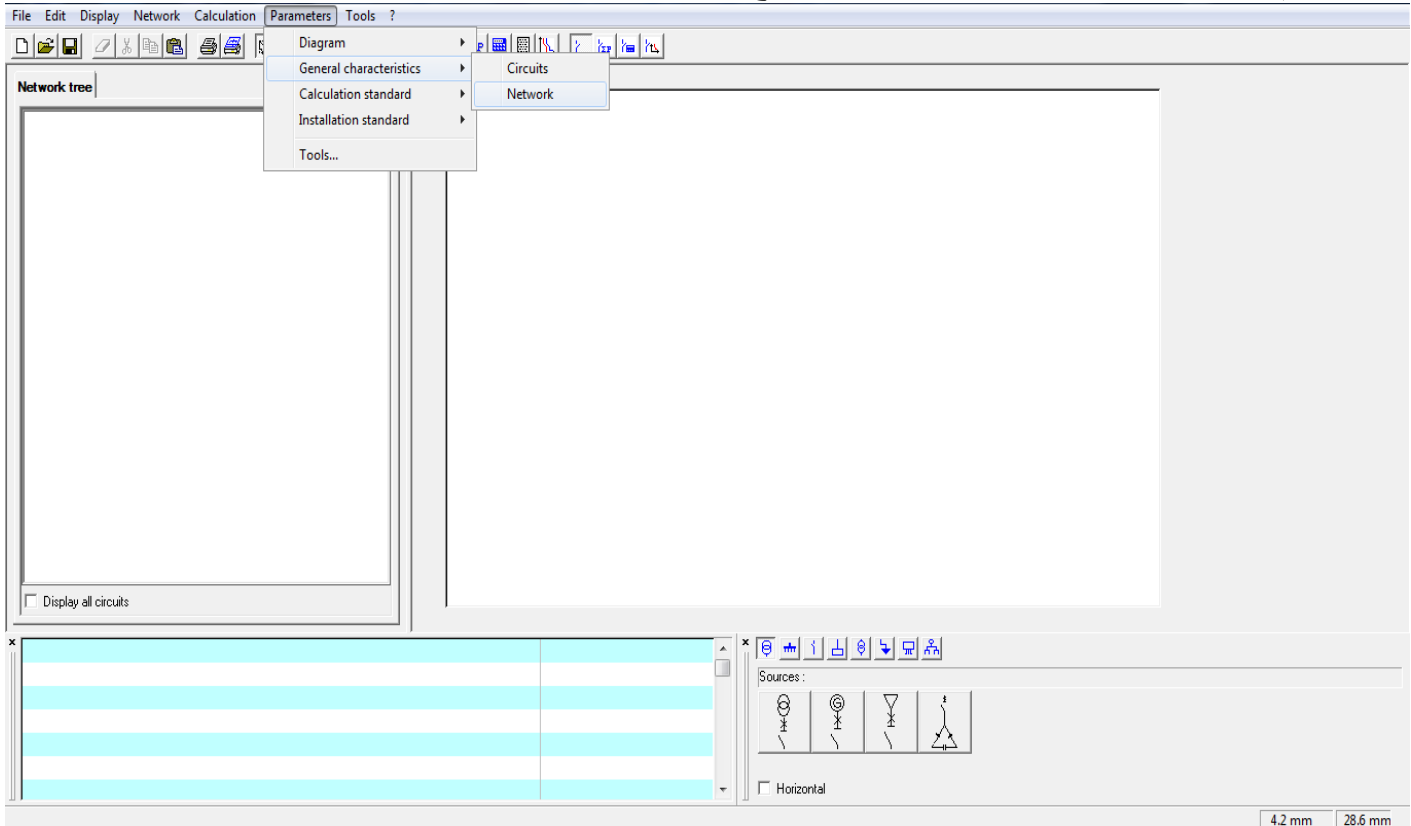
قم بإدخال أسم المصمم من خلال إختيار File ثم أختار Summary .



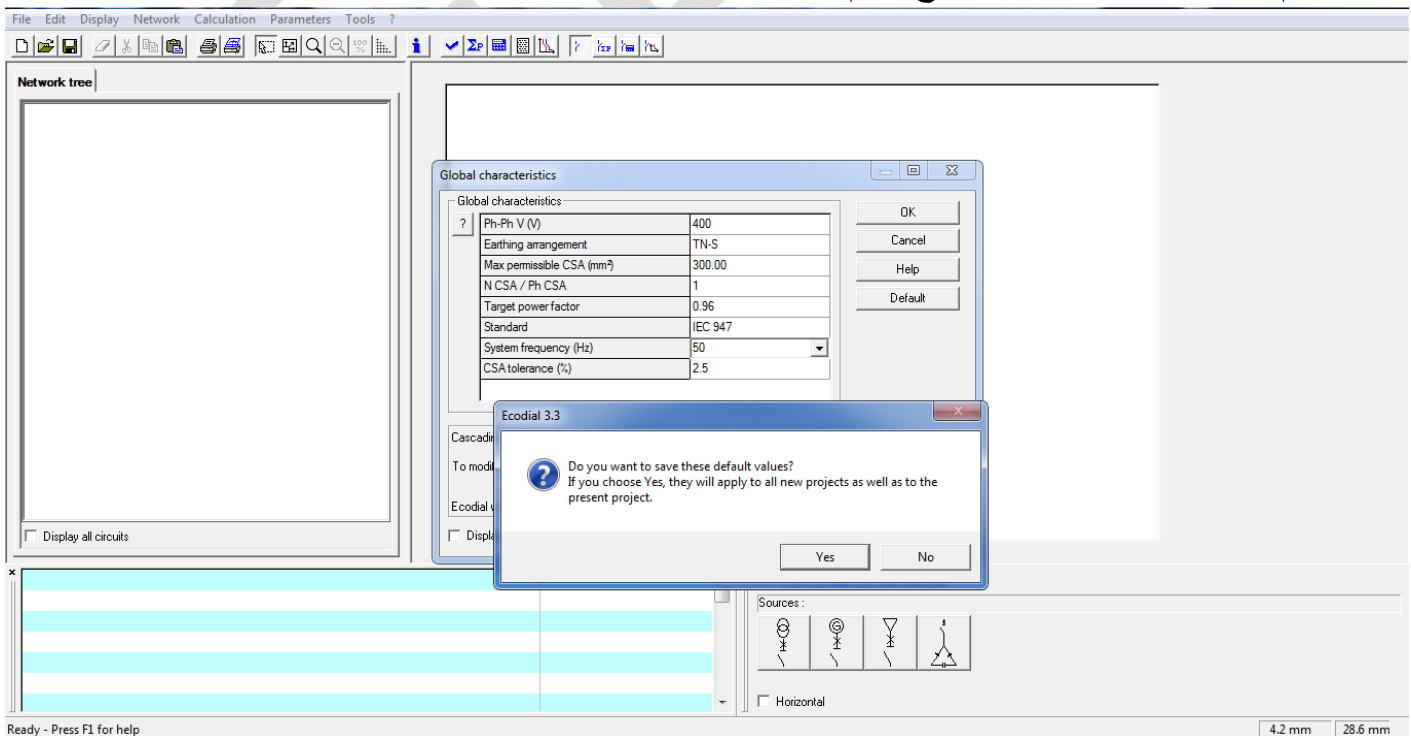
قم بإدخال أسم المصمم.



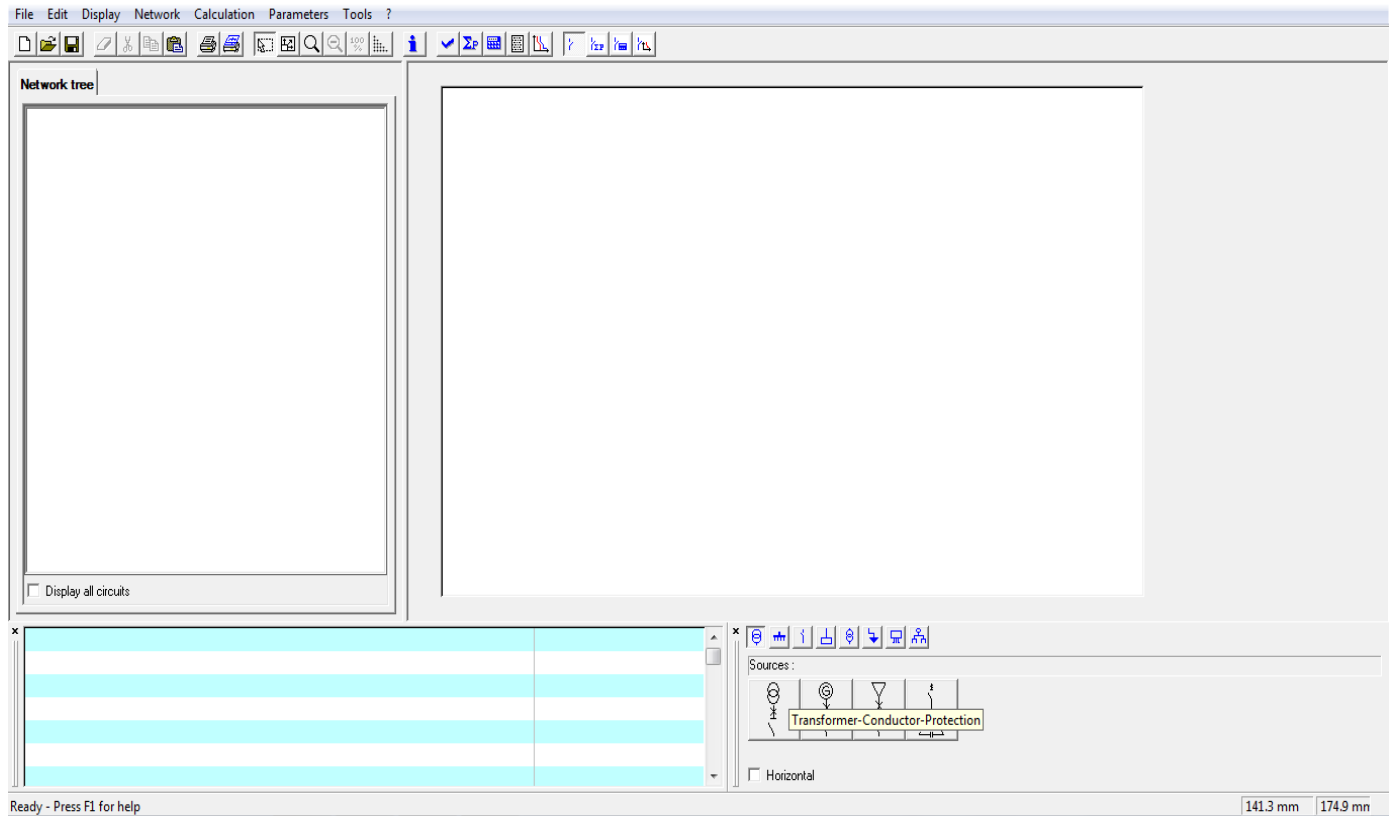
قم بإنشاء شبكة جهد منخفض كما هو موضح.



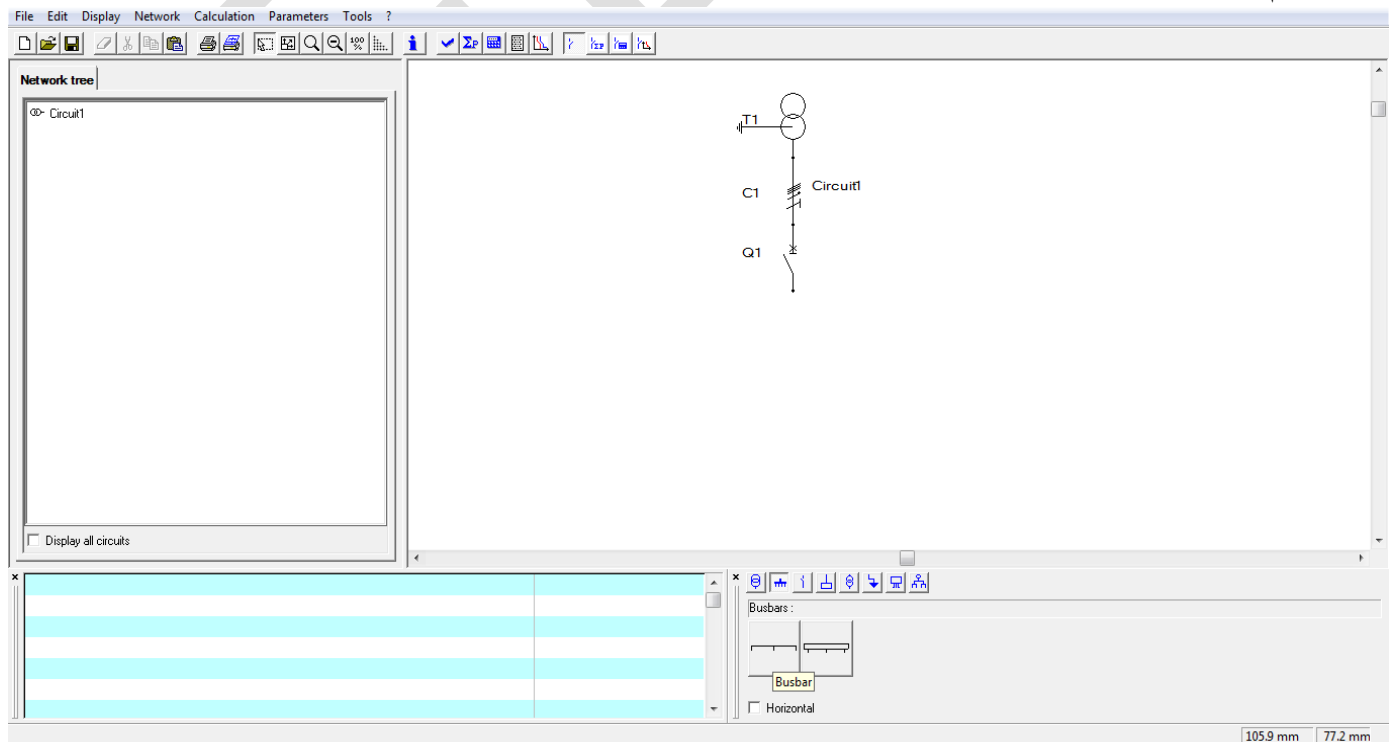
قم بإدخال الفولت والتردد ونوع نظام التاريض وأختر Default .



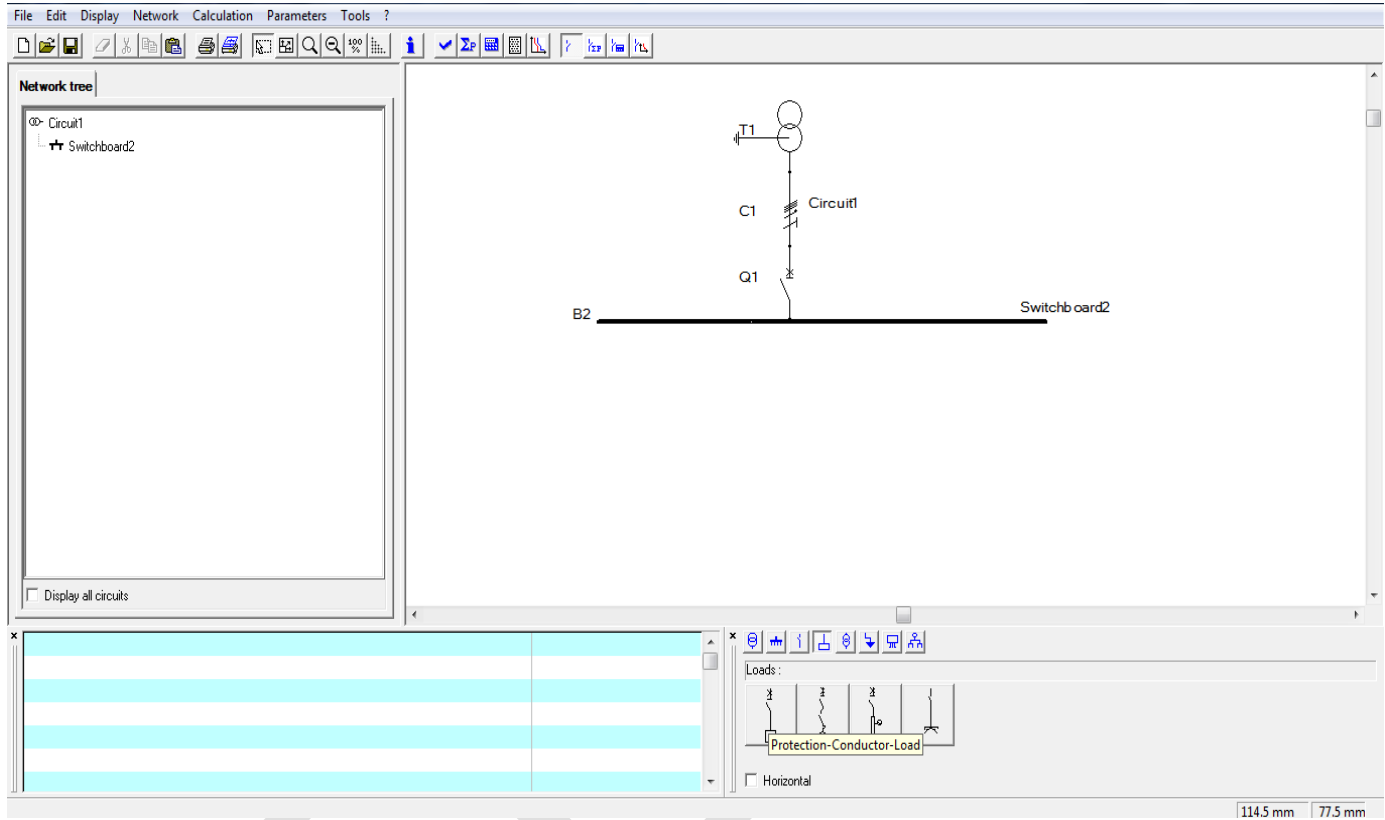
قم بإدخال المحول من الايقونة الخاصة بمصدر التغذية.



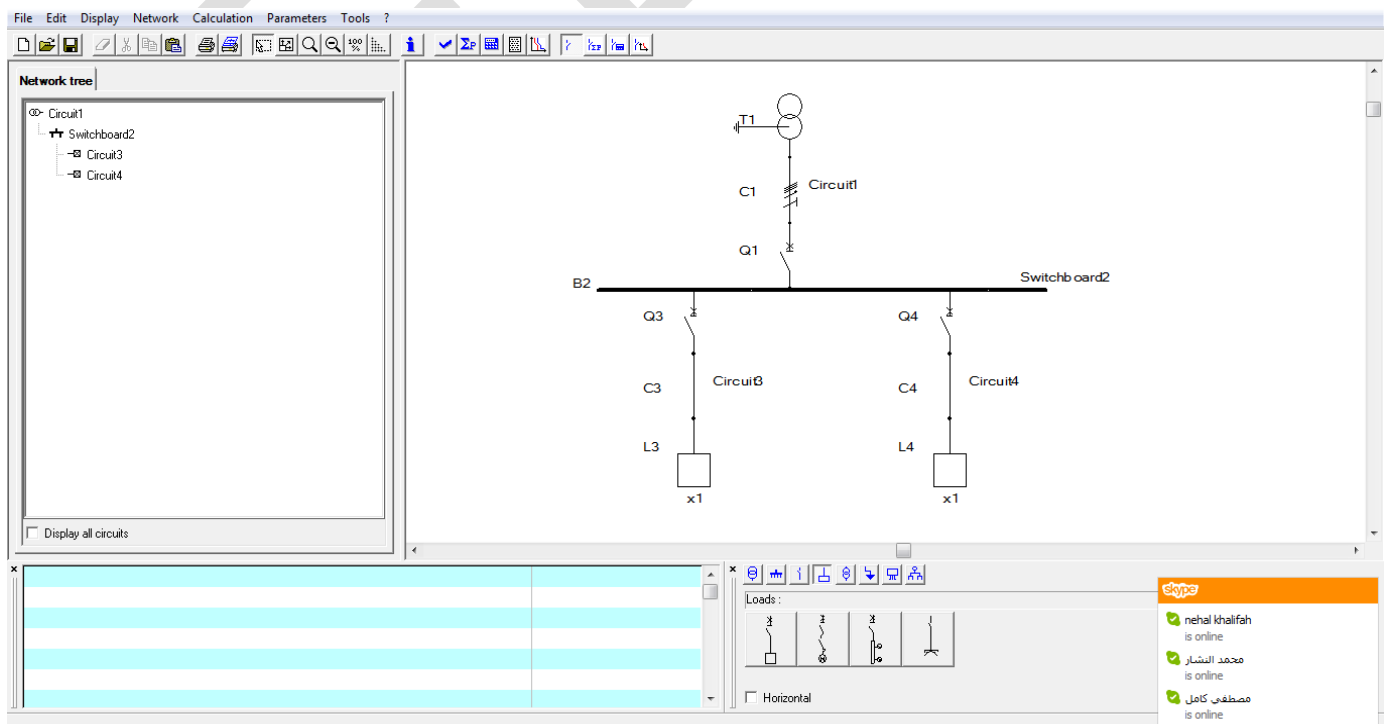
قم بإختيار ال Bus Bar ووضعه بعد المحول.



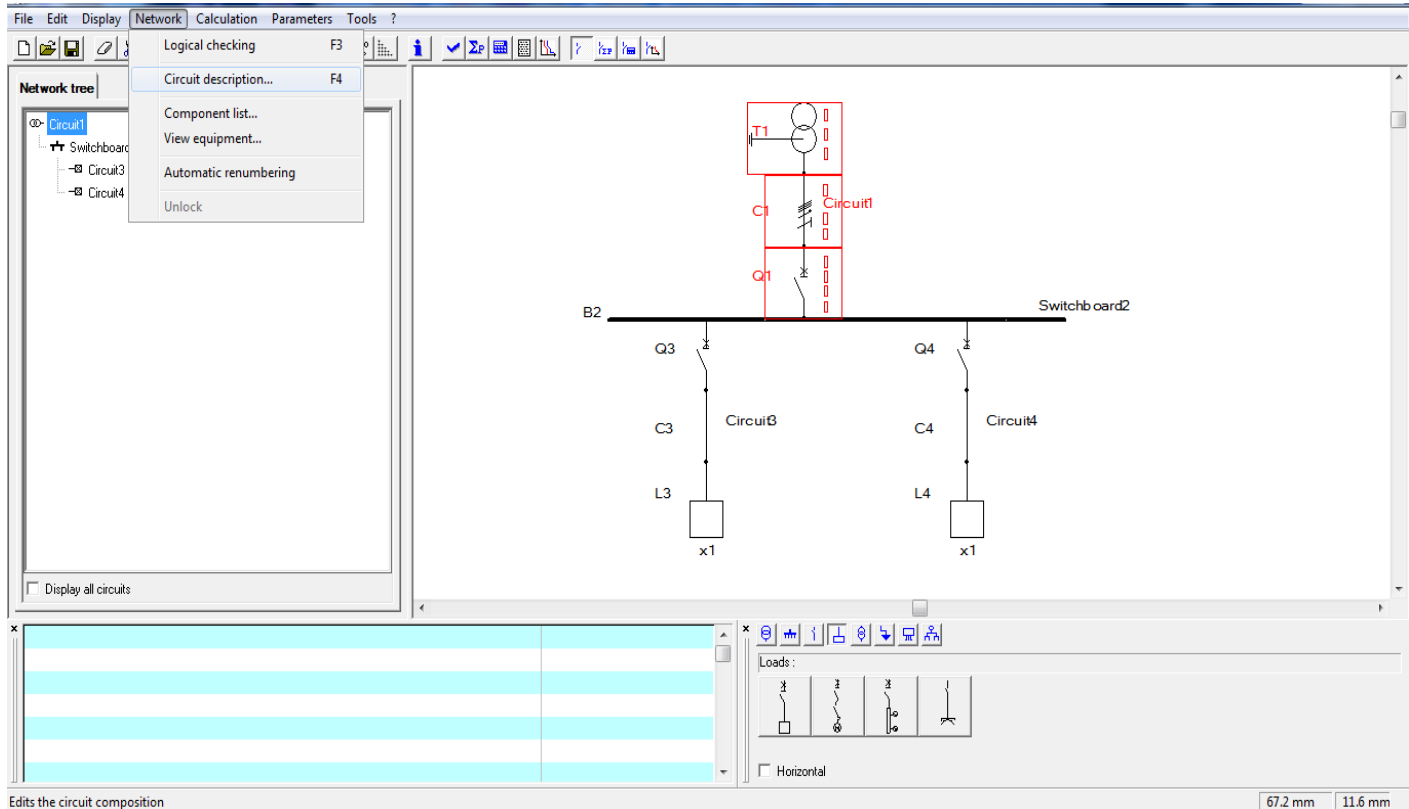
قم بإضافة حمل Load .



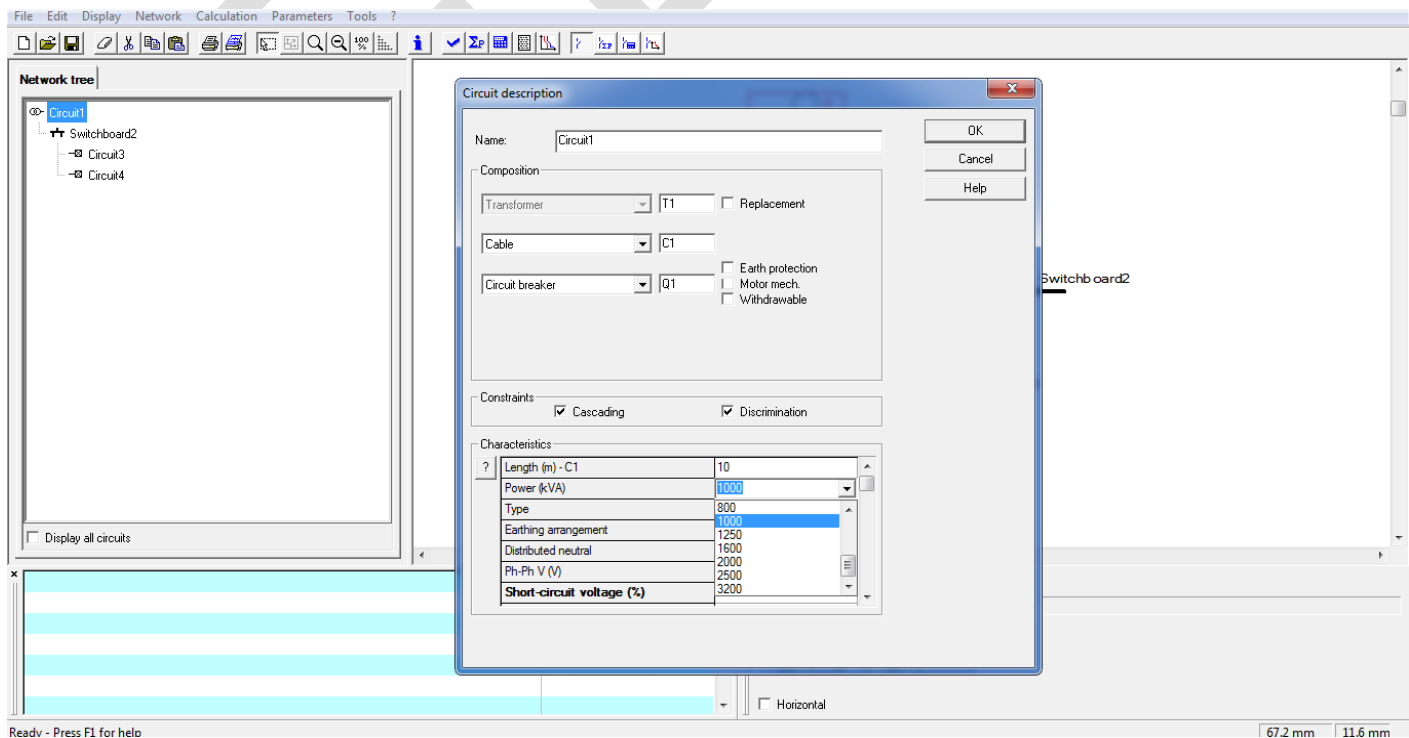
قم بإضافة حمل Load آخر.



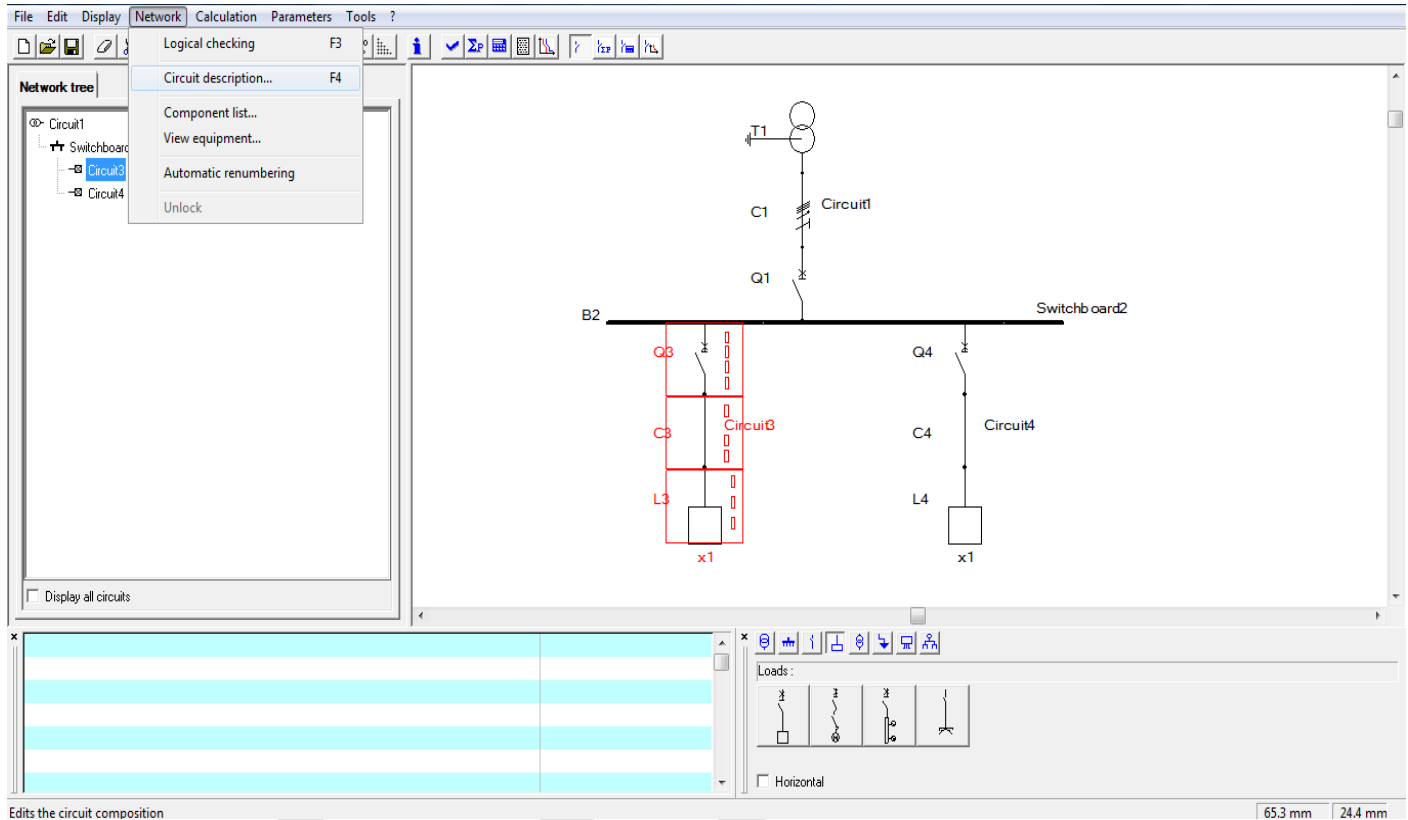
إضغط علي المحول وقم بإضافة البيانات الخاصه به.



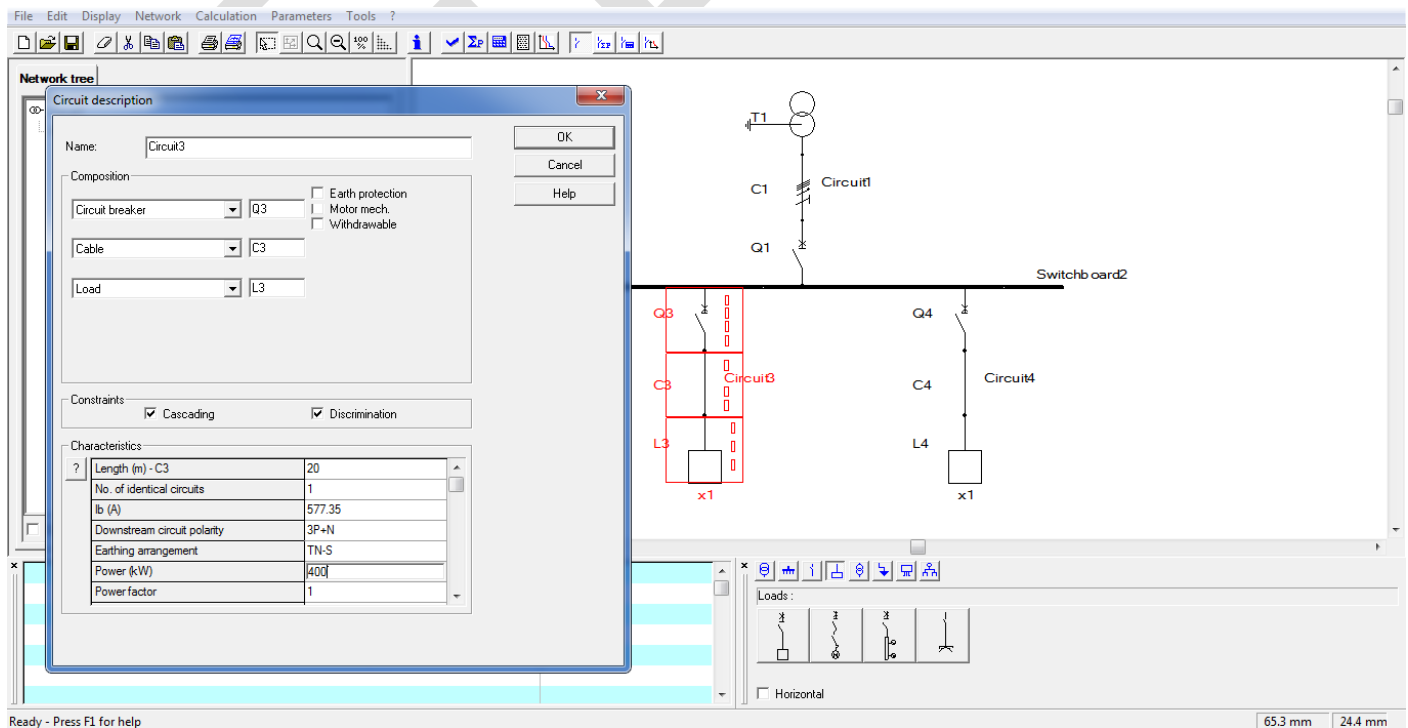
قم بإضافة طول الكابل و سعة المحول.



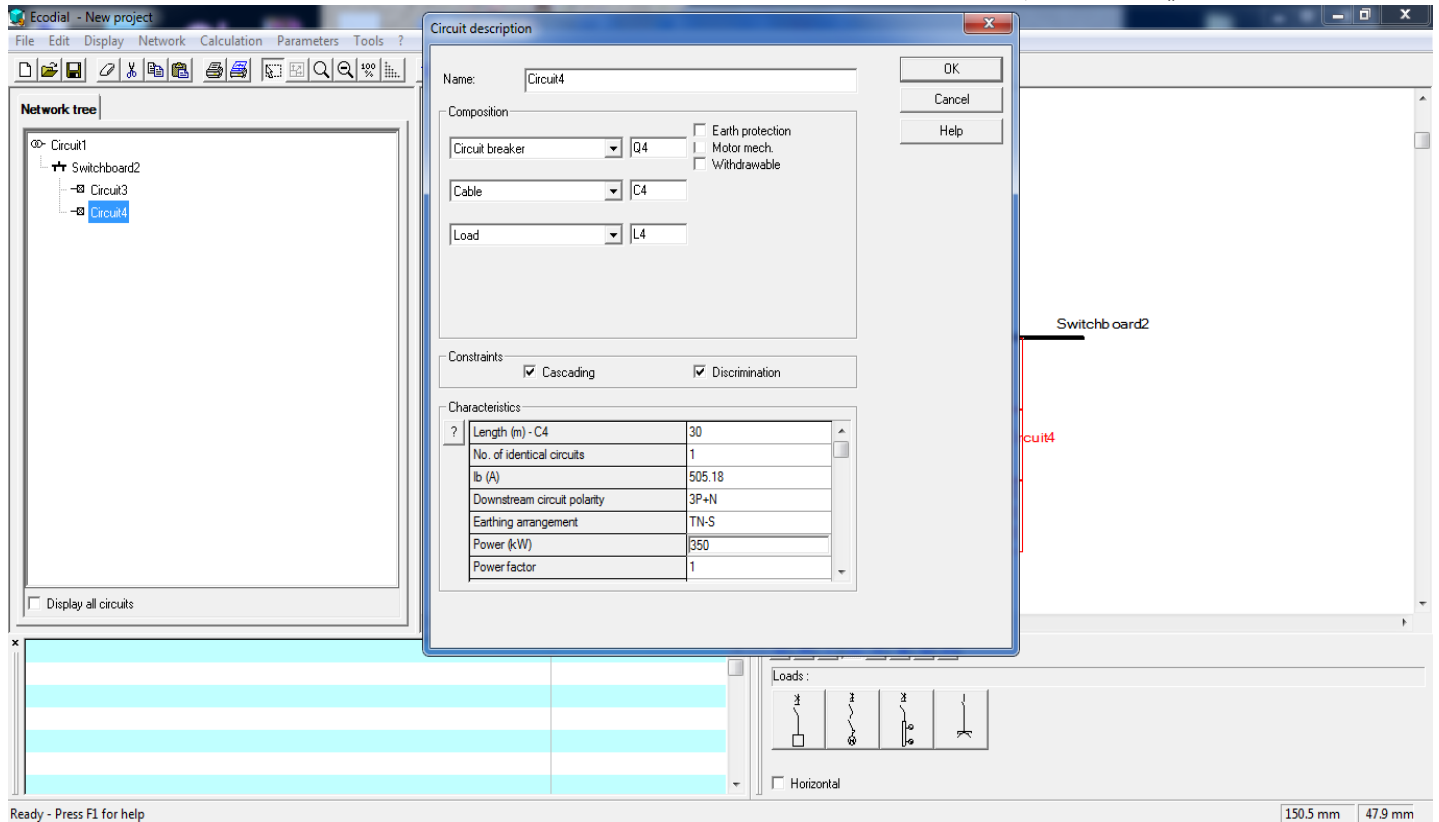
إضغط علي الحمل وقم بإضافة البيانات الخاصه به.



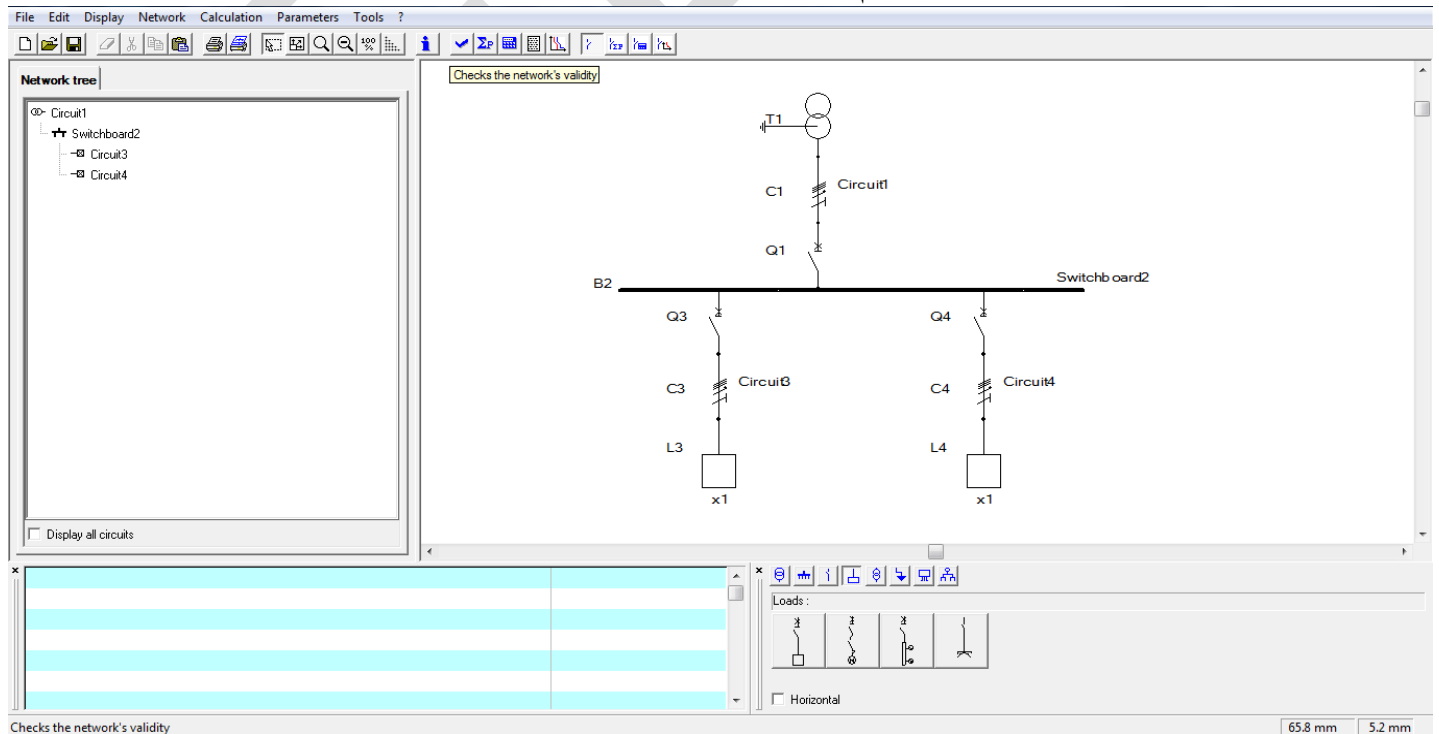
قم بإضافة طول الكابل و الحمل بالوات أو الفولت امبير.



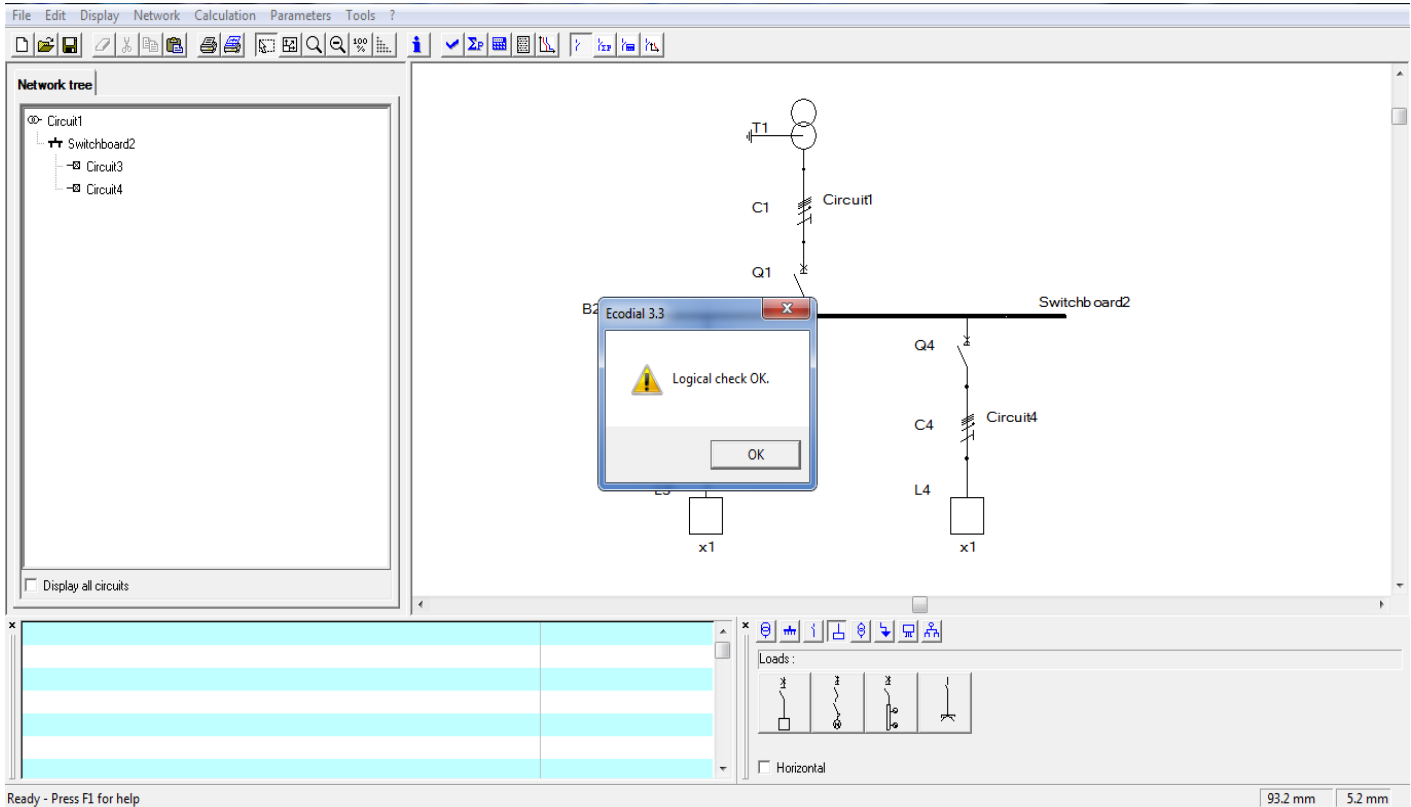
إضغط علي الحمل وقم بإضافة البيانات الخاصة به.



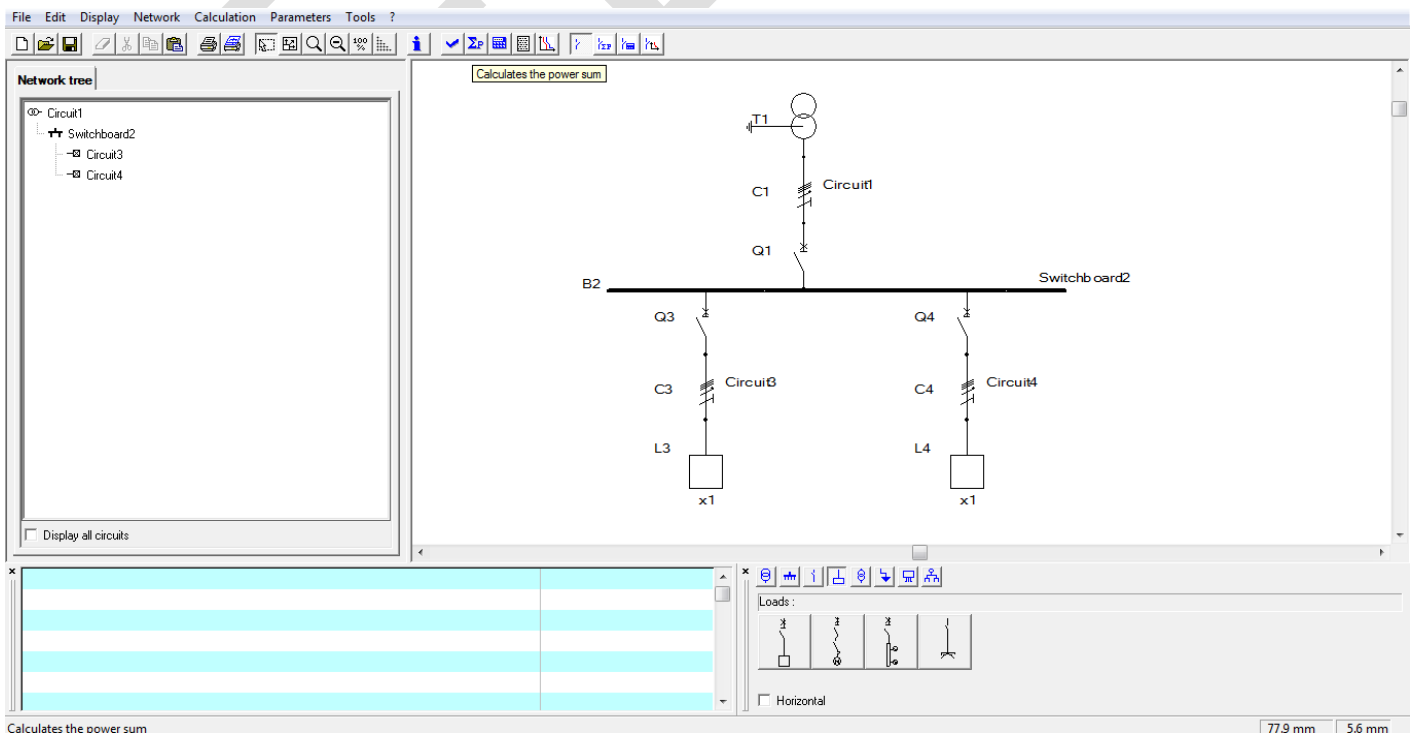
يجب التأكد من التوصيلات قبل القيام بالحسابات.



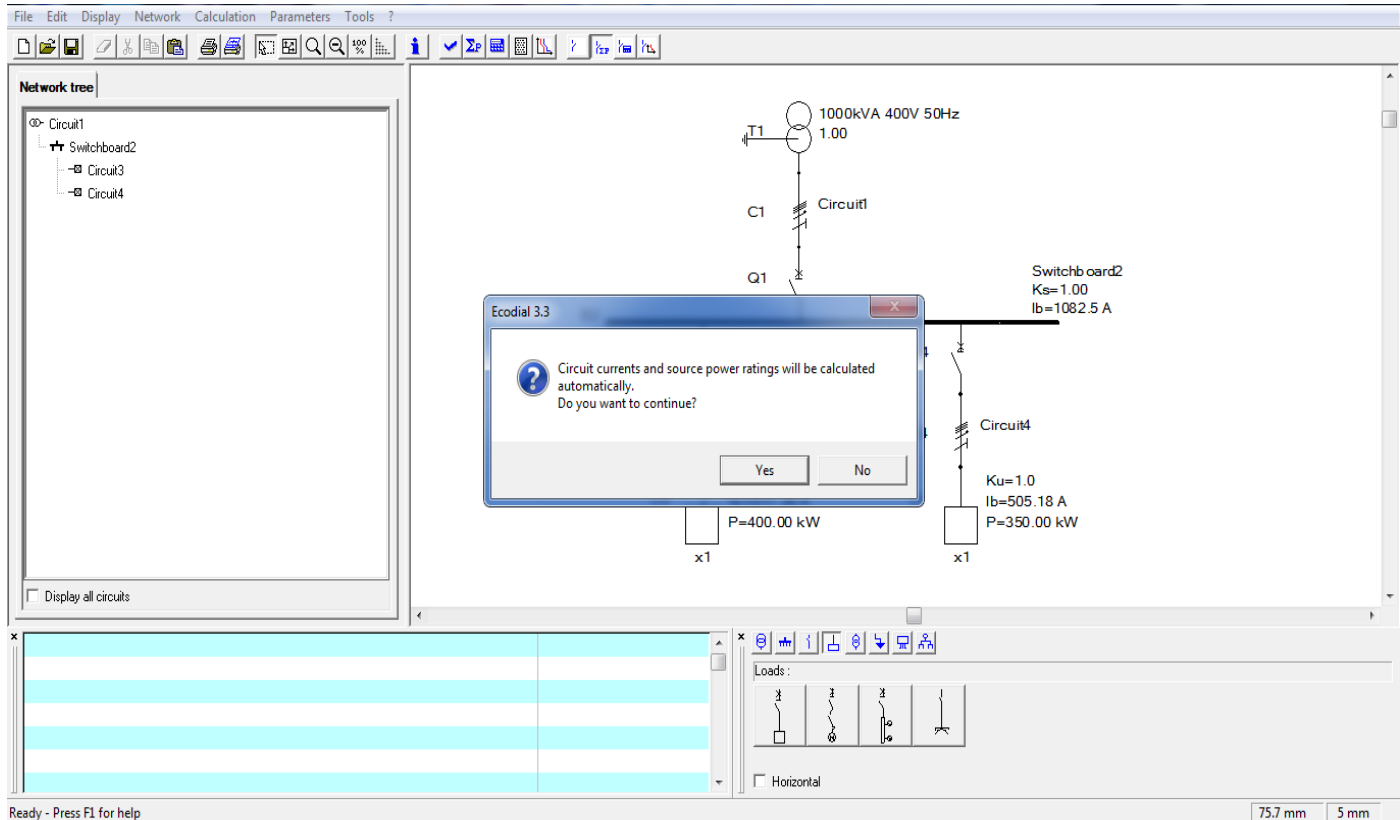
تم التأكد من التوصيلات.



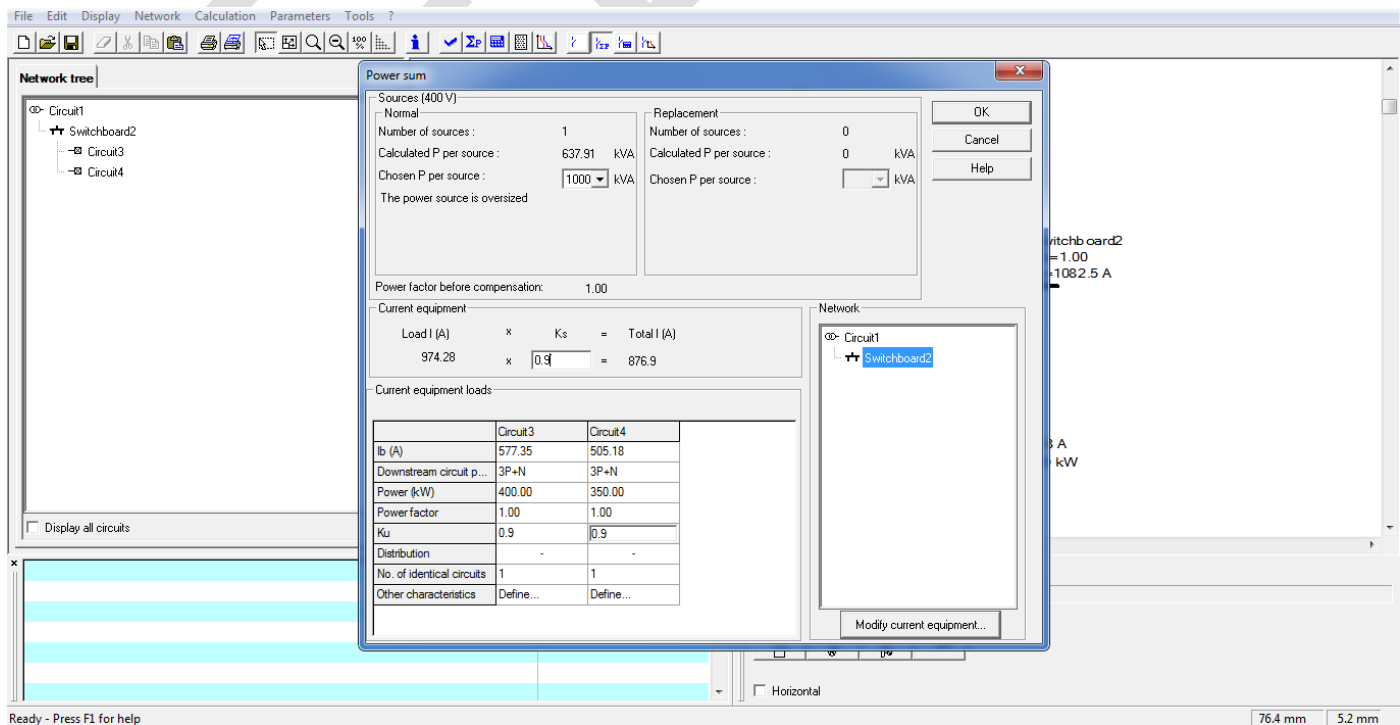
أختر . Calculate the Power Sum



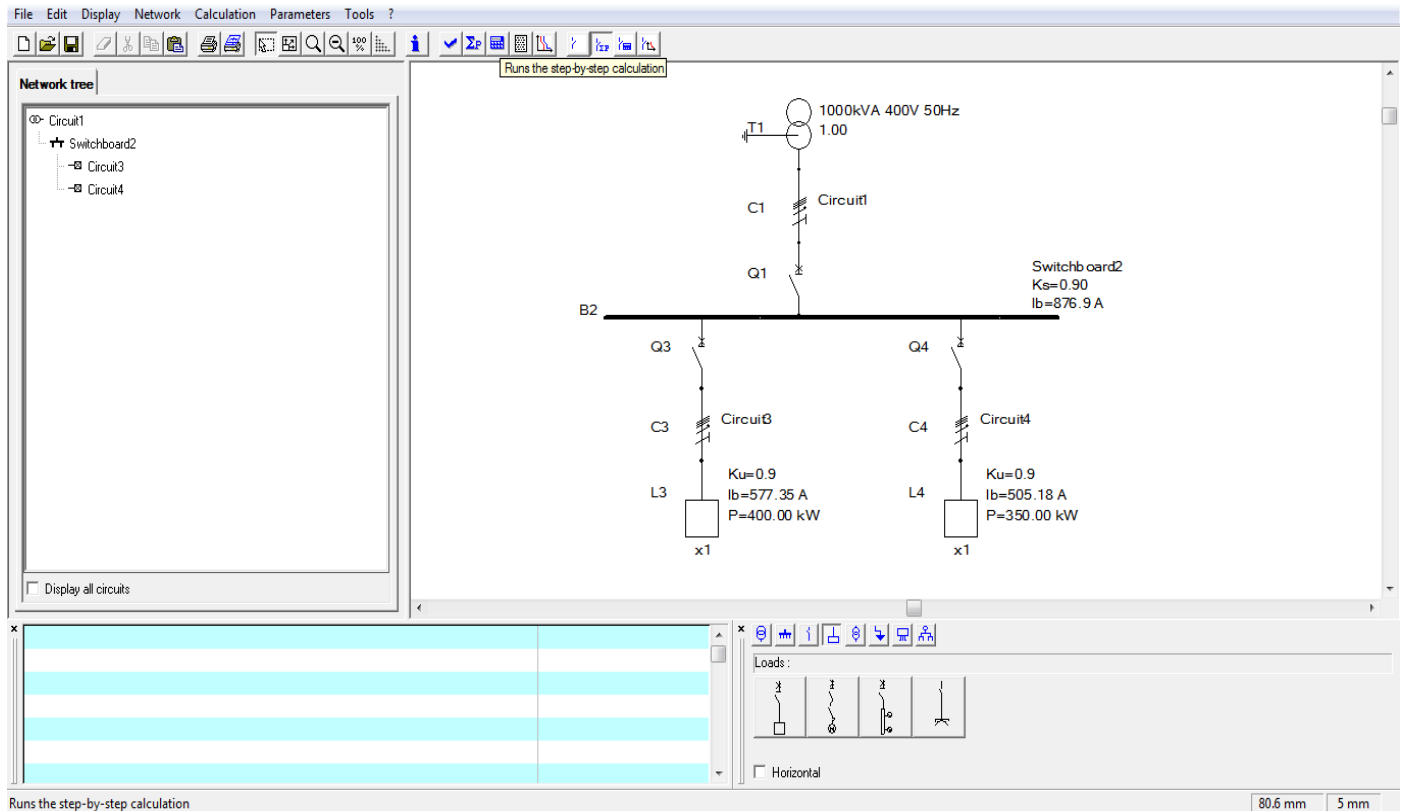
أضبط علي ok.



قم بإدخال معامل الطلب و معامل الاختلاف.



قم بالضغط علي حسابات الشبكة.



قم بتعديل طريقة التمديد ونوع العزل.

The screenshot shows the EDC software interface with the 'Components' panel on the left and the 'Circuit1' configuration panel on the right. The 'Components' panel has three sections: Transformer (T1), Cable (C1), and Circuit breaker (Q1). The 'Circuit1' panel shows a tree structure: Circuit1, Switchboard2, Circuit3, and Circuit4. The 'Summary' section on the right shows calculation results for various parameters.

Parameter	Value
Summary	
CSA Ph :	Not calculated
CSA N :	Not calculated
CSA PE :	Not calculated
Circuit-breaker :	Not calculated
Discrimination :	Not calculated
Reinforced break. cap. :	Not calculated

The 'Details' section shows 'Alarms' and 'Results' tabs, with 'Results' currently selected. The 'Results' section shows 'Not calculated'.

قم بإختيار طريقة تمديد الكابلات لكل من الكابلات الرئيسية و الفرعية.

Components

? Transformer T1 Manual

Power (kVA)

Type

Earthing arrangement

Distributed neutral

Ph-Ph V (V)

Short-circuit voltage (%)

HV Psc (MVA)

? Cable

Length (m)

Installation method

Insulation

Conductor type

THDI (%)

PE type

No. of addit. touching circuits

Designation

No. of Ph conductors

? Circuit breaker

Range

Designation

Trip unit/Curve

No. of protected poles

Earth-leakage prot.

Thermal setting I (A)

Magnetic setting I (A)

Frame rating (A)

Trip unit rating (A)

0.00

☐ All characteristics

Guide

Criteria :

insulated conductors

Multi-core cables

Single-core cables

Criteria :

in ducts

directly

directly buried

on unperforated shelves

on perforated horizontal shelves

on perforated vertical shelves

on brackets or wire meshes

in troughs

spacing on the partition > 0.3D

on cable ladders

suspended from a suspension cab

in profile ducts

Installation method :

E-circuits touching

E-circuits spaced out

E-alone

OK

Cancel

insulated conductors

☒ Display associated diagram

$\geq 0.3D_e$

calculated

calculated

calculated

calculated

calculated

calculated

calculated

Next >>

قم بتغيير نوع العزل للكابلات الرئيسية و الفرعية.

Components

? Circuit breaker Q4 Manual

Range

Designation

Trip unit/Curve

No. of protected poles

Prot. against fire

Earth-leakage prot.

Thermal setting I (A)

Magnetic setting I (A)

Frame rating (A)

? Cable C4 Manual

Length (m)

Installation method

Insulation

Conductor type

THDI (%)

PE type

No. of addit. touching circuits

Designation

No. of Ph conductors

? Load L4

No. of identical circuits

Ib (A)

Downstream circuit polarity

Earthing arrangement

Power (kW)

Power factor

Circuit

☐ All characteristics

Circuit1

Switchboard2

Circuit3

Circuit4

Calculate

Calculate all

Close

<< Previous

Next >>

Summary

Circuit-breaker :

Discrimination :

Reinforced break. cap. :

CSA Ph :

CSA N :

CSA PE :

Not calculated

Not calculated

Not calculated

Not calculated

Not calculated

Not calculated

Details

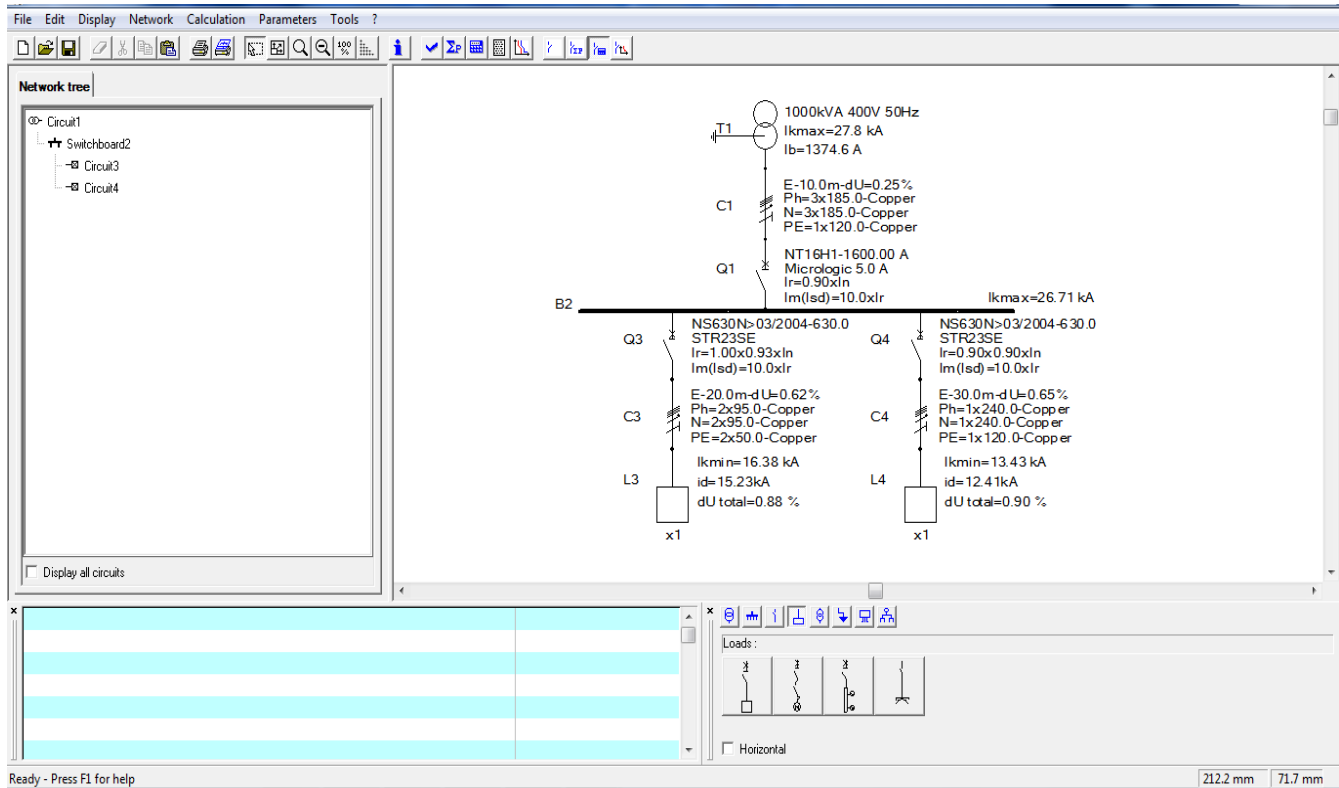
Alarms

Results

Details

Not calculated

قم بالتأكد من حسابات الكابلات والفقد في الجهد وحساب القواطع وحساب تيار القص.



الباب السابع

تصميم نظام الحماية من الصواعق ونظام التأريض

مقدمة

أهمية نظام الحماية من الصواعق

- الحماية من التيارات الكبيرة التي تسببها الصاعقة.
- حماية الأشخاص و المعدات و المباني.
- حماية خطوط النقل.
- حماية أبراج الإتصالات.

أهمية نظام التأريض

- يحمي الأفراد من خطر الصعق الكهربائي الناتج عن قصور العزل و إنهياره.
- يقي من خطر التفريغ الكهربائي الناتج من الصواعق.
- يحمي المعدات من أضرار التغيرات المفاجئة و الكبيرة في جهة التغذية.
- يؤمن تشغيلاً مناسباً للمعدات و المنظومات الكهربائية.
- يحافظ علي بقاء جهد المتعادل ثابتاً.

7- نظام الحماية من الصواعق

1-7 تعريف الصاعقة :-



الصواعق هي تفريغ كهربائي بين الغيوم أو بين الغيوم و الأرض وهي تفريغ مرئي للكهرباء الساكنة المتجمعة علي السحب والمتكونة نتيجة الأحوال الجوية. ويحدد التفريغ علي شكل جريان أو سيل من التيار عادةً يكون كبير بالمقدار وذو زمن صغير جداً، مكونه ضرر كبير في البنايات نتيجة الحرارة المتولدة و القوي الميكانيكية الناتجة بواسطة مرور تيار خلال مقاومة صغيرة في مسار التفريغ.

2-7 أسس تصميم الحماية من الصواعق :-

يعتمد تصميم نظام الحماية من الصواعق علي الأمور التالية:

- شدة العاصفة الرعدية.
- طبيعة البناء.
- أهمية البناء.
- مكان البناء.

ولمعرفة هل المبني محتاج للحماية من الصواعق يجب حساب إحتمالية الصواعق في هذا المكان خلال العام من المعادلة التالية:

$$P = A_c \times N_g \times W \times 10^{-6}$$

$$A_c = L W + 2 L H + 2 W H + \pi H^2$$

$$W = A \times B \times C \times D \times E$$

وفي حالة زيادة الإحتمالية عن 10^{-5} فإن المبني في حاجة إلي الحماية من الصواعق.

L : طول المبني بالمتر.

W : عرض المبني بالمتر.

H : إرتفاع المبني.

Ng: عدد الصواعق لكل كيلو متر2 في السنة ويتم تحديدها من الجداول التالية مع الخريطة المرفقة التي توضح عدد الصواعق الرعدية خلال السنة.

Relationship between thunderstorms days per year and lightning per km2 per year	
Thunderstorms days per	Ng : Flashes per km2 per year
5	0.2
10	0.5
20	1.1
30	1.9
40	2.8
50	3.7
60	4.7
80	6.9
100	9.2

W: حاصل ضرب المعاملات التي تعتمد علي طبيعة المبني و إستخدامة و يتم تحديدها من الجداول التالية.

Weighting factor A (use of structural)	
Use of structural	Value of factor A
Houses and other buildings of comparable size.	0.3
Houses and other building of comparable size with outside aerial.	0.7
Factories, workshops & laboratories.	1.0
Office blocks & hotels.	1.2
Places of assembly.	1.3
Schools & hospitals.	1.7

Weighting factor B (type of construction)	
Type of construction	Value of factor B
Steel framed with roof other than metal.	0.2
Reinforced concrete with roof other than metal.	0.4
Steel framed or Reinforced concrete with metal roof.	0.8
Plain concrete with roof other than metal.	1.0
Timber framed with roof other than metal.	1.4
Timber framed or Plain concrete with metal roof.	1.7
Building with thatched roof	2.0

Weighting factor C (contentets or consequential effects)	
Contentets or consequential effects	Value of factor C
Not contaning consequential effects.	0.3
Industrial contains susceptible contains.	0.8
Power stations, radio station & telephone exchange.	1.0
Assembly buildings.	1.3
Schools & hospitals.	1.7

Weighting factor D (degree of isolation)	
Degree of isolation	Value of factor D
Located in a large area of structures with the same height	0.4
Located in an area with few other structures with the same height	1.0
Completely isolated or its height exceed twice the height of surrounding structres.	2.0

Weighting factor E (type of terrain)	
Type of terrain	Value of factor E
Flat country at any level	0.3
Hill country	1.0
Mountain country between 300m and 900m	1.3
Mountain country above 900m	1.7

مثال :

مطلوب معرفة إحتياج مستشفى لنظام الحماية من الصواعق، المستشفى إرتفاعها 30 متر ومساحتها 200 x 100 متر تقع في منطقة عدد الصواعق الرعدية بها خلال السنة 10 أيام وطبيعة المبني خرسانة مسلحة ويحيط بالمبني مستشفيات بنفس الإرتفاع وطبيعة المدينة ليس بها تلال ولا جبال.

الحل :

من الجدول رقم 1 نستنتج أن $N_g : \text{Flashes per km}^2 \text{ per year} = 0.5$
والمعاملات من الجدول هي: $A=1.7, B=0.4, C=1.7, D=0.4, E=0.3$
 $W = A \times B \times C \times D \times E = 0.14$

$$AC = LW + 2LH + 2WH + \pi H^2$$

$$= 100 \times 200 + 2 \times 200 \times 30 + 2 \times 100 \times 30 + 3.14 \times 30^2 = 40826 \text{ m}^2$$

$$P = Ac \times N_g \times W \times 10^{-6}$$

$$= 40826 \times 0.5 \times 0.14 \times 10^{-6} = 2.8 \times 10^{-3}$$

مما سبق نستنتج ان إحتمالية الصواعق أكبر من 10^{-5} وبالتالي فإن المبني في حاجة إلي الحماية من الصواعق.

3-7 مكونات نظام الحماية من الصواعق:-



Copper Tape

يتكون نظام الحماية من الصواعق من التالي:
- لواقط هوائية وفائدتها جذب الصاعقة وتكون هوائيات أفقية أو رأسية حسب الكود المستخدم وطبيعة المكان .
بالنسبة للهوائيات الافقية تكون غالبا عبارة عن شريط نحاس مقاس 3 X 25 مم.

يتم توزيعها علي السطح علي شكل شبكة بأبعاد 10 X 20 متر أو 15 X 15 متر، ويتم تثبيتها علي السطح كل 1.5 متر بواسطة ال Tape Clamp ، وفي حالة التقاطعات يتم إستخدام Square Clamp.

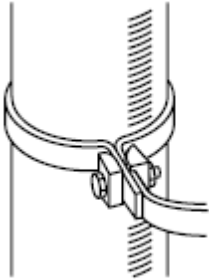


Tape clamp

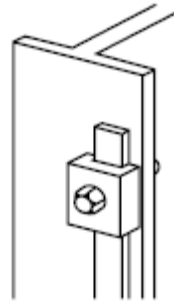


Square clamp

- الوصلات و القيود، وبها يتم ربط جميع الأجسام المعدنية الغير حاملة للتيار علي الأسطح بشبكة التاريض مثل السلالم المعدنية وأجسام المكيفات الخارجية... الخ



Bond to steel pipe



Bond to steel parts



- النوازل، ومهمتها تأمين طريق للصاعقة بين اللواقط والأرض، ويكون عبارة عن شريط نحاس مثل اللواقط الهوائية وتكون النوازل كل 20 متر طولي ويتم تثبيتها علي واجهات المبني أو مدفونة في مواسير.

- الإتصال بشبكة الأرضي كما سيتم التعرف عليها لاحقاً.

1-8 تعريف نظام التأريض:-

التأريض هو عبارة عن توصيل الأجزاء المعدنية الغير حاملة للتيار بالأرض وأيضاً توصيل شبكة الحماية من الصواعق بالأرض وبالتالي فإنها تحمي الأشخاص والمعدات.

ويتم تأريض جميع الأجزاء المعدنية الغير حاملة للتيار داخل المبني شاملاً وحدات الإنارة و مخارج القوي و جميع اللوحات الرئيسية و الفرعية و حوامل الكابلات و الأبواب المعدنية و أجسام المحولات و المولدات ونقطة التعادل في المحول...الخ.

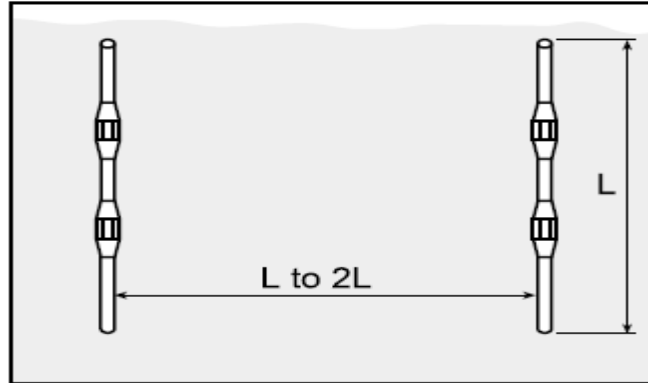
وتم التعرف علي تحديد مساحة مقطع كابل الأرضي في الجزء الخاص بحسابات الكابلات، ويكون مثل مساحة مقطع الوجه (الفاز) حتي مساحة مقطع 10مم² وبعدها يكون نصف قيمة الوجه.

2-8 تصميم شبكة الأرضي:-

يتم تمديد شبكة من كابل نحاس مجدول بمساحة مقطع لا تقل عن 70مم² و غير معزول حول المبني ويبعد عن حدود المبني تقريبا متر ويكون أقل عمق دفن حوالي 60 سم أسفل سطح الأرض، ويتم إضافة أوتاد تاريض كل 16 متر تقريبا وبطول 3 متر حتي تصل إلي باطن الأرض حتي تقلل من المقاومة مما يزيد من كفاءة النظام.

ويتم زيادة عدد الأوتاد في الموقع أثناء التنفيذ حتي نصل الي قيمة المقاومة المطلوبة (تقريبا 5 أوم) وبحيث لا تقل المسافة بين أي وتد و المجاور له عن ضعف إرتفاع الوتد.

ويتم إضافة غرف لقياس مقاومة الأرضي بمسافات لا تقل عن 50 متر، ويتم أيضاً ربط شبكة التأريض بشبكة الحماية من الصواعق بمسافات لا تزيد عن 20 متر كما تم التعرف عليها سابقاً.



3-8 مكونات شبكة الأرضي:-



Bare copper conductor

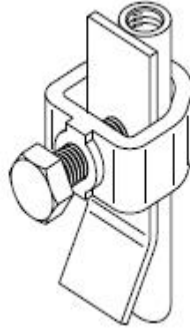
تتكون شبكة الأرضي من التالي:-

- كابلات النحاس المجدولة الغير معزولة ويتم دفنها في الأرض كما تم ذكره سابقا.

- أوتاد التأريض، وتكون طولها 3 متر ويتم دفنها في الأرض علي عمق 60 سم من سطح الأرض علي الأقل ويتم ربطها بكابلات النحاس الغير معزولة كما هو موضح بالشكل التالي.



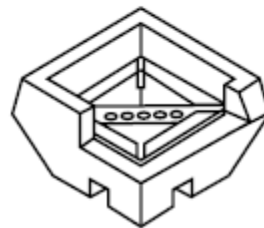
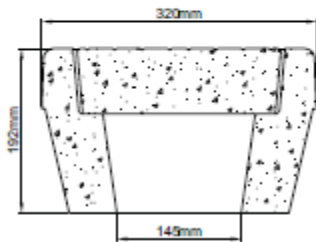
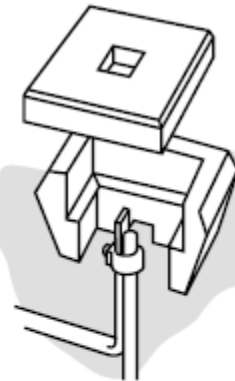
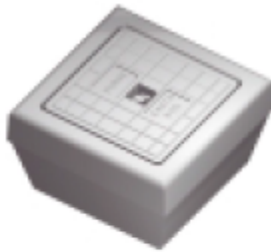
Earth rod



Rod to tape clamp



- غرف الفحص، وتستخدم لقياس مقاومة شبكة التأريض بمسافات لا تقل عن 50 متر كما هو موضح بالشكل التالي.



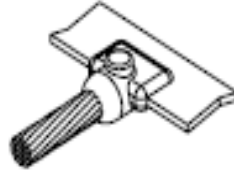
Earth pit

- شريط ربط لنظام التأريض، ويستخدم لتأريض الأجزاء المعدنية الغير حاملة للتيار ويتم تثبيتها غالباً في غرف الكهرباء.



Earth bar

- الربط مع شريط حماية الصواعق، ويستخدم للربط بين كابل التأريض مع النزلات الخاصة بحماية الصواعق.



Conductor to tape clamp

4-8 تطبيق عملي باستخدام الأوتوكاد:-

- قم بفتح برنامج الأوتوكاد من الأيقونة الموجودة علي سطح المكتب.
- قم بتحميل ملف الاكس رف للدور الارضي و السطح.
- تابع التوضيح مع المحاضر لتتعلم كيفية تصميم نظام التأريض و الحماية من الصواعق.