التمديدات الكهربائية

السنة الثانية

المحاضرة الأولى

الدكتور المهندس

أحمد محمد رحال

٢٠٢٢-٢٠٢٣

اللوحات التنفيذية للمشروع الكهربائي:

يتضمن تنفيذ أي مشروع كهربائي إعداد اللوحات التنفيذية التالية:

١ – لوحة مسار المواسير بمختلف أنواعها وطرق تثبيتها.

٢ – لوحة مسار حاملات الكابلات وعددها و أبعادها.

٣ – لوحة المآخذ بمختلف أنواعها مع المفاتيح الكهربائية.

٤ – لوحة أماكن توزع اللوحات الفرعية والعمومية و أبعادها وطريقة تثبيتها ودخول وخروج الكابلات من والى اللوحات مع تسميتها وترقيمها.

٥ – لوحة توزع القواطع الكهربائية بعد معرفة (سعات القطع ، تيار القصر، القيم اسمية للجهد والتيار،.....)

٦ - لوحات توزع الانارة العادية وانارة الطوارئ.

٧ – لوحات توزع أماكن الصواعد وعددها وأقطارها والمسافات البينية وطريقة التثبيت.

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

التنسيق مع المهندس المعماري

١ – غرفة المحولات : مثالً اذا تجاوز حمل المبنى 500 KVA ويتغير تبعاً لكود الدولة المعمل به.

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

٢ - غرفة مولدات الديزل:

- تتوقف مساحتها على حجم أحمال الطوارئ بالمبنى.

- تتطلب جدران عازلة للصوت .

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

٣ -غرفة اللوحات العمومية:

- تحتوي على اللوحات الرئيسية لشبكة التوزيع الخاصة بالمبنى

التنسيق مع المهندس الانشائي

- من أجل تحديد أماكن المعدات الكهربائية ذات الأوزان الثقيلة التي ستوضع في الطوابق العليا لمراعاة سماكة البلاطة وأحمالها. حيث أنه في الأبراج العالية جداً توضع محطة لمحولات التوزيع في منتصف المبنى لتغذية النصف العلوي منه.

أخطاء شائعة :

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

التنسيق مع مهندس الميكانيك

- **عدم تعارض أماكن توضع المعدات الكهربائية مع المعدات الميكانيكية.**

أخطاء شائعة :

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

خطوات تصميم مشروع كهربائي

١ - تحديد المتطلبات العامة للتصاميم والتركيبات الكهربائية.

٢ - تقدير الأحمال الكهربائية Estimation Load بصورة مبدئية بناء على حساب المساحات وتشمل تقدير أحمال الإنارة ، المآخذ ، التكييف ، الصحية .. إلخ . وتشمل هذه المرحلة أيضاً حساب الحمل الكلي التقريبي باستخدام عوامل الطلب Factors Demand (يتعلق بنوع واحد من الأحمال) وعوامل التباين Factors Diversity (يتعلق بأنواع مختلفة من الأحمال) وعموماً فهذه الخطوة مهمة لبدء إجراءات الحصول على تراخيص البناء من الهيئات المعنية حيث تبدأ هذه الإجراءات في الغالب قبل الانتهاء من التصميمات النهائية. لاحظ أننا لو انتظرنا حتى تكتمل كافة المعلومات التفصيلية الخاصة بكافة عناصر المشروع فإن ذلك سيكلفنا تأخيراً زمنياً كبيراً، فالمعماري مثلاً لن يتمكن من

تحديد المساحات المطلوبة للأعمال الكهربائية وأماكنها ومساراتها، كما سيتأخر مهندس الإنشاءات الذى يحتاج لمعرفة أماكن المعدات الثقيلة المتعلقة بالكهرباء، وهكذا كافة التخصصات الأخرى، ومن هنا لم نكون قادرين على عمل تقدير مبدئي للأحمال إلى أن يتم مراجعة هذا التقدير خلال مراحل المشروع.

٣ - تصميم أعمال الإنارة ووضع رموز عناصر الإنارة، المصابيح والمفاتيح على المخطط ، وتحديد أماكن المخارج العامة (البرايز)، ووضع رموزها في أماكنها على المخطط .

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

٥ - البدء في حسابات الدوائر الفرعية Circuits Branch وتصميم دوائرها، وهذه الدوائر الفرعية هي الدوائر الكهربائية التي تنتهى بأحمال) لمبات، مخارج عامة ، مخارج قوى ، ...الخ).

٦ - تصنيف الأحمال تبعا لطبيعتها (إنارة، أحمال قوى، أحمال هامة، حرجة، طوارئ، إلخ).

٧ - تجميع الدوائر الفرعية في لوحات توزيع فرعية طبقاً لطبيعة الحمل و تصنيفه بحيث يتم تجميع دوائر انارة مثلا بأنواعها المختلفة في لوحات منفصلة مع انشاء جداول حسابات لهذه اللوحات يأخذ فيها بعين الاعتبار قواعد التصميم الأساسية.

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

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

١٠ - عمل المراجعات الضرورية للتصميم.

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

هل يتم التغذية من مصدر واحد أو من مصدرين ؟؟ وما حجم مولد الطوارئ ان وجد؟ وكيف سيتم توصيله؟ ... وهكذا مع رسم Single Diagram Line مبدئي للشبكة. كما يتم تصميم منظومة الأرضي الخاصة بالمشروع.

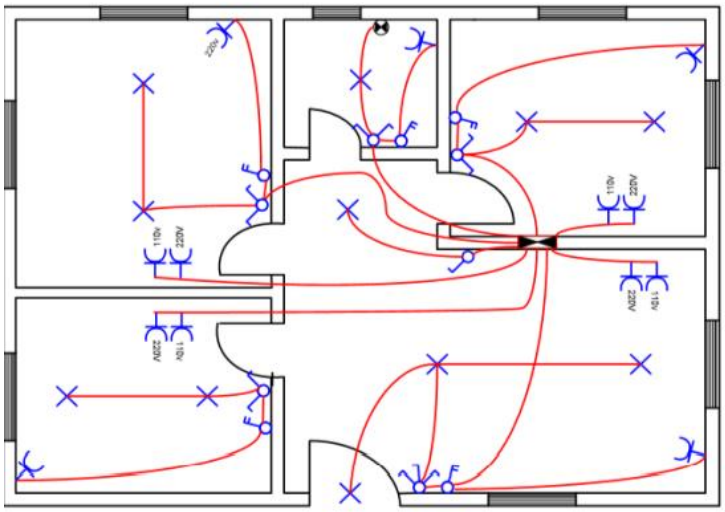
١٢ - ثم يتم تصميم دوائر تغذية الأنظمة المساعدة Systems Auxiliary أو أنظمة التيار الضعيف

وهي أنظمة عديدة مثل:

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

١٣ - كتابة دفتر الشروط والمواصفات وعمل جداول الكميات .

مثال لتوزيع المآخذ والمفاتيح الكهربائية



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

١ – المتطلبات العامة للتصميمات الكهربية :

المقصود بالمتطلبات العامة للتصميمات الكهربائية هي مجموعة المعلومات الخاصة بالمبني المراد تصميم شبكة كهربائية له، والتي يحتاجها مهندس الكهرباء قبل بدء العمل من اجل الوصول لتصميم ذي كفاءة عالية، وهذه المتطلبات تنقسم الى عدة اقسام :

أ – متطلبات معمارية.

ب – متطلبات ميكانيكية.

ج – متطلبات كهربية.

١– ١ المتطلبات المعمارية

أ – طبيعة المبنى:

أولى المعلومات الاولية التي يحتاجها المصمم هي طبيعة استخدام المبنى، حيث ان شبكة التوزيع الكهربية تختلف من مبنى الى آخر، فالشبكة الكهربية لمدرسة تختلف عن الشبكة الكهربية في مجمع تجاري او مستشفى او سكن خاص او مصنع وهكذا ولذلك يحتاج المصمم للشبكة الكهربية الى كم من المعلومات المرتبطة بطبيعة المبني من اهمها :

١ – معلومات تفصيلية عن طبيعة استخدام كل مساحة من مساحات المبني .

٢ – اماكن المعدات التي ستستخدم بالمبنى، حيث يحتاج المصمم الكهربي الي التنسيق مع المهندس المعماري (واحيانا مع مهندس الميكانيك ايضا) من اجل تحديد اماكن هذه المعدات لان ذلك سيؤثر على اختيارات مهندس الكهرباء .

٣ – من المهم ايضا تحديد طبيعة بيئة المبني Building Environment ، وهل المبني مكيف او لا وهل توجد تدفئة في الشتاء او لا.

٤ – طبيعة التشطيب ، وهل هو مبني فاخر ام متوسط مثلا، حيث سيؤثر هذا الخيار على العديد من اختيارات المصمم الكهربائي .

٥ – تحديد شدة الاضاءة في كل مساحة، وعدد نقاط الانارة، والمخارج العامة الخ .

٦ – تحديد التوقعات المستقبلية لأي توسعات بالمبني سواء من ناحية المباني او المعدات، حيث يساعد كل ذلك في تحديد الاحمال ويمكن القول بان المهندس الكهربائي هو اكثر المهندسين احتياجا للمعلومات الخاصة بالتوسعات المستقبلية خاصة اذا اخذنا في الاعتبار ان عمر اي مبنى قد يصل الي ١٠٠ سنة بينما الاعمال الكهربائية تتجدد بالمبني ربما ٢٠ : ٣٠ سنة وبصفة عامة فالمصمم يضع في اعتباره نسبة توسع لا تقل عن ٢٥ %.

بمعني آخر فان التحديد الدقيق لطبيعة استخدام المبنى سيؤثر على كافة اعمال التصميمات الكهربائية.

ب – المخططات المعمارية :

ويحتاج المصمم بعد ذلك الى الحصول على المخططات المعمارية للمبنى المراد تصميم شبكة كهربية له، فمن خلال هذه المخططات تتوفر الكثير من المعلومات من اجل تحديد هيكلية الشبكة الكهربية، فمن خلال هذه المخططات المعمارية يمكن تحديد مسار الكابلات واماكن المعدات الكهربية المختلفة، وتحديد اماكن لوحات التوزيع الرئيسية والفرعية في المبنى الخ .

وغالبا يحتاج المصمم الى مجموعة كاملة من لوحات المساقط الافقية (Plans)، والمساقط الجانبية (Side Views)، والواجهات (Elevations) الخاصة بالمبنى، وان كانت لوحات المساقط الافقية هي اكثر اللوحات استخدامات بالنسبة لمهندس الكهرباء، لكنه في الواقع سيحتاج الي الانواع الاخرى من اللوحات لاسيما في اعمال انارة الواجهات، وتصميم المصاعد كما سيحتاجها المقاول لعمل المخططات التنفيذية (Drawings shop).

١ ــ ٢ المتطلبات الميكانيكية

١ ــ تحديد الأحمال الميكانيكية :

الاجهزة الميكانيكية هي الاجهزة التي تتضمن محركات مثل المصاعد والسلالم المتحركة والمضخات المائية في المبنى ومضخات مكافحة الحريق وغيرها من الاجهزة الخاصة، وما ينطبق على الاجهزة الكهربية ينطبق على الميكانيكية ، فالمصمم بحاجة الى معلومات تفصيلية عن هذه الاجهزة حتى يمكنه تصميم الشبكة المناسبة لتغذية هذه الأحمال.

٢ ــ تحديد أحمال التبريد والتهوية :

يحتاج المصمم الى معلومات تفصيلية ودقيقة عن اماكن تركيب اجهزة التدفئة والتهوية والتبريد Heating – Ventilation and (HVAC) Air Condition حتى يوفر نقاط التغذية في المكان المناسب لها، كما يحتاج المصمم لتحديد أحمالها الكهربية ليتمكن من تصميم الدوائر المناسبة لها، وتحديد الحمل الكلي للمبني لاسيما ان هذه الأحمال بالذات تعتبر الاعلى ضمن كافة انواع الاحمال .

١ – ٣ المتطلبات الكهربية

A – الأحمال الكهربية :

من المتطلبات اللازمة ايضا لعمل مخططات تصميمية كهربائية معرفة الاحمال الكهربية المستخدمة في المبنى، مثل احمال الانارة والمخارج العامة ونوعية الاجهزة التي تتصل بها، وكذلك المعدات الخاصة بالمطابخ او الاجهزة الكهربية في العيادات الطبية او المعدات في ورشة صناعية وغيرها كما سبق ان ذكرنا.

B – الأنظمة المساعدة:

هناك بعض الأنظمة يشترك في القيام بتنفيذها وبتصميماتها مهندس الكهرباء مع مهندسين آخرين مثل أنظمة الانذار والاطفاء ونظم الاستدعاء الالي والتلفونات وشبكة الانترنت وساعات الحائط وغيرها، وهذه المنظومات وان كانت لا تؤثر كثيرا على الحمل الكهربي الكلي للمبني (باستثناء منظومة الاطفاء التي قد تحتاج لمضخة حريق لها قدرة كهربية عالية) الا انه من المهم ان يأخذها مهندس الكهرباء في اعتباره عند تصميم اللوحات الكهربية على الاقل وذلك ان لم يكن بالفعل سيشارك في التصميم بنفسه والمهندس المعماري – بحكم انه المنسق بين كافة التخصصات العاملة بالمبني – هو الاقدر على اعطاء مهندس الكهرباء ما يحتاجه من معلومات بشان هذه الانظمة، وبالطبع سيرجع مهندس الكهرباء الى مصممي هذه الانظمة ايضا.

C – تحديد نظام التغذية الرئيسي في المبني:

تعتبر معرفة موقع نقطة التغذية الرئيسية في المبني هي المدخل لتحديد مسار الكابل الرئيسي، وتحديد مسار خطوط التغذية الرئيسية في المبنى وباختصار فان تحديد هذه الموقع يساعد على تحديد الخطوط العريضة للمخطط الكهربي .

ونظام التغذية قد يكون Single – Phase كما في المباني الصغيرة (غالبا في المباني الاقل من 12KW ، او يكون Three – Phase في المباني ذات الاحمال الاكبر من ذلك وفي بعض البلاد مثل مصر لا يوضع اشتراطات معينة سوى فرق التكلفة.

واذا كان المبنى كبيرا كمصنع او مستشفى او مدرسة او مجمع تجاري فتكون نقطة التغذية هي المحول الكهربائي الخاص بالمبني وهذا المحول يكون في الغالب مربوطا بالشبكة الحلقية Ring System الخاصة بالمدينة ، وقد يحتاج المبنى اذا كان هاما الى نقطتين للتغذية Two in – Takes مربوطتين بالشبكة العامة .

أما المنشآت ذات الاحمال الكبيرة جدا (المصانع الكبيرة مثلا) فتكون التغذية غير مرتبطة بشبكة المدينة (Ring System) بل ترتبط مباشرة بشبكة ال ٦٦ / ١١ او ١٣٢ / ١١ كيلو فولت المغذية للمدينة.

D – تحديد المتطلبات الفنية التفصيلية:

١ – نوع لمبات الإنارة:

من المعلوم ان انواع لمبات الانارة كثيرة حتى تتناسب مع نوع استخدام الغرف واذواق الناس، فلمبات المنازل تختلف عن الكشافات المستخدمة في الورش الصناعية وهكذا، ولذلك فلابد من تحديد نوع اللمبات بالتنسيق مع المهندس المعماري ومهندس الديكور الداخلي وذلك حسب مستوى التشطيب المراد (فاخر ، متوسط ، الخ).

٢ – شدة الإضاءة:

ومن خلال تحديد نوع اللمبات وطبيعة استخدام الغرف والمساحات في المبنى، يمكن تحديد شدة الاضاءة، وعليه يمكن تحديد عدد اللمبات المطلوبة وطريقة توزيعها في الغرفة، كما سيتضح بعد ذلك في موضوع حسابات الاضاءة.

٣ – تحديد أماكن ونوعية المخارج العامة:

في العادة تكون البرايز (Sockets) (وتسمي أيضا المخارج العامة) بقدرة ١٣ أمبير ، وبعضها ١٥ أمبير أو ٢٠ أمبير، ولكن بعض الاجهزة قد تتطلب برايز بقدرة ٤٠ أمبير أو ٣٠ أمبير مثل المطابخ الكهربية وفي هذه الحالة سيوضع Double pole switch . Dpsw في المكان المطلوب، كما ان بعض الاجهزة تتطلب تغذية (Three Phase) مثل بعض الافران وغيرها، ولذلك يحتاج

المصمم ان يعرف نوع الاجهزة المستخدمة في كل مكان ليحدد اماكن نوعية ال Sockets المناسبة وبالطبع فان المصمم يحتاج الى تحديد الاحمال الكهربية لهذه الاجهزة الخاصة ليمكنه تقدير الحمل الكلي للمشروع .