

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

١١
الجزء الثاني



دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم العالي

الطاقة المتجددة التدريب العملي

المؤلفون:

م. هيثم القاضي

م. علي ريان

م. زياد القواسمه

أ. إبراهيم قدح (منسقاً)

م. معاذ أبو سليقة



قررت وزارة التربية والتعليم العالي في دولة فلسطين
تدريس هذا الكتاب في مدارسها بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٧ / ٢٠١٨ م

الإشراف العام

رئيس لجنة المناهج
نائب رئيس لجنة المناهج
رئيس مركز المناهج

د. صبري صيدم
د. بصري صالح
أ. ثروت زيد

التحرير اللغوي
متابعة المحافظات الجنوبية

د. سهير قاسم
د. سميرة النخالة

الطبعة التجريبية
٢٠١٨ م / ١٤٣٩ هـ

جميع حقوق الطبع محفوظة ©



mohe.ps | mohe.pna.ps | moehe.gov.ps

<https://www.facebook.com/Palestinian.MOEHE/>

هاتف +970-2-2983280 | فاكس +970-2-2983250

حي الماصيون، شارع المعاهد

ص. ب 719 - رام الله - فلسطين

pcdc.mohe@gmail.com | pcdc.edu.ps

يتصف الإصلاح التربوي بأنه المدخل العقلاني العلمي النابع من ضرورات الحالة، المستند إلى واقعية النشأة، الأمر الذي انعكس على الرؤية الوطنية المطورة للنظام التعليمي الفلسطيني في محاكاة الخصوصية الفلسطينية والاحتياجات الاجتماعية، والعمل على إرساء قيم تعزز مفهوم المواطنة والمشاركة في بناء دولة القانون، من خلال عقد اجتماعي قائم على الحقوق والواجبات، يتفاعل المواطن معها، ويعي تراكيبها وأدواتها، ويسهم في صياغة برنامج إصلاح يحقق الآمال، ويلامس الأماني، ويرنو لتحقيق الغايات والأهداف.

ولما كانت المناهج أداة التربية في تطوير المشهد التربوي، بوصفها علماً له قواعده ومفاهيمه، فقد جاءت ضمن خطة متكاملة عالجت أركان العملية التعليمية التعلمية بجميع جوانبها، بما يسهم في تجاوز تحديات النوعية بكل اقتدار، والإعداد لجيل قادر على مواجهة متطلبات عصر المعرفة، دون التورط بإشكالية التششت بين العولمة والبحث عن الأصالة والانتماء، والانتقال إلى المشاركة الفاعلة في عالم يكون العيش فيه أكثر إنسانية وعدالة، وينعم بالرفاهية في وطن نحمله ونعظمه.

ومن منطلق الحرص على تجاوز نمطية تلقّي المعرفة، وصولاً لما يجب أن يكون من إنتاجها، وباستحضار واعٍ لعدد المنطلقات التي تحكم رؤيتنا للطالب الذي نريد، وللبنية المعرفية والفكرية المتوخّاة، جاء تطوير المناهج الفلسطينية وفق رؤية محكمة بإطار قوامه الوصول إلى مجتمع فلسطيني ممتلك للقيم، والعلم، والثقافة، والتكنولوجيا، وتلبية المتطلبات الكفيلة بجعل تحقيق هذه الرؤية حقيقة واقعة، وهو ما كان له ليكون لولا التناغم بين الأهداف والغايات والمنطلقات والمرجعيات، فقد تألفت وتكاملت؛ ليكون النتاج تعبيراً عن توليفة تحقق المطلوب معرفياً وتربوياً وفكرياً.

ثمّة مرجعيات توطّر لهذا التطوير، بما يعزّز أخذ جزئية الكتب المقرّرة من المنهاج دورها المأمول في التأسيس؛ لتوازن إبداعي خلاق بين المطلوب معرفياً وفكرياً، ووطنياً، وفي هذا الإطار جاءت المرجعيات التي تم الاستناد إليها، وفي طلبعتها وثيقة الاستقلال والقانون الأساسي الفلسطيني، بالإضافة إلى وثيقة المنهاج الوطني الأوّل؛ لتوجّه الجهد، وتعكس ذاتها على مجمل المخرجات.

ومع إنجاز هذه المرحلة من الجهد، يغدو إزجاء الشكر للطواقم العاملة جميعها؛ من فرق التأليف والمراجعة، والتدقيق، والإشراف، والتصميم، وللجنة العليا أقل ما يمكن تقديمه، فقد تجاوزنا مرحلة الحديث عن التطوير، ونحن واثقون من تواصل هذه الحالة من العمل.

وزارة التربية والتعليم العالي

مركز المناهج الفلسطينية

كانون أول / ٢٠١٧

تسعى وزارة التربية والتعليم العالي بشكل مستمر إلى مواكبة التطور التكنولوجي الحديث، خاصة في مجال تطوير تخصصات تقنية ومهنية عصرية تؤسس لبناء جيل جديد يتسلح بأخر ما توصل إليه العلم من ابتكارات حديثة؛ للنهوض بالعملية التعليمية التعلمية، والإسهام في بناء مجتمع متقدم قادر على توفير فرص عمل تلبي احتياجات سوق العمل، وتطوير الموارد بأشكالها المتنوعة، من خلال تحديث المنهاج الفلسطيني بما يتلاءم مع التطور التكنولوجي الحاصل في فلسطين ومحيطها الإقليمي والدولي.

ويؤسس هذا الكتاب لتطبيق المفاهيم الأساسية النظرية وتكريسها، من خلال أنشطة وتمارين عملية، يمتلك من خلالها الطالب المهارات والكفايات الأساسية في مجال الكهرباء، وإعداد شبكات الكهرباء المنزلية.

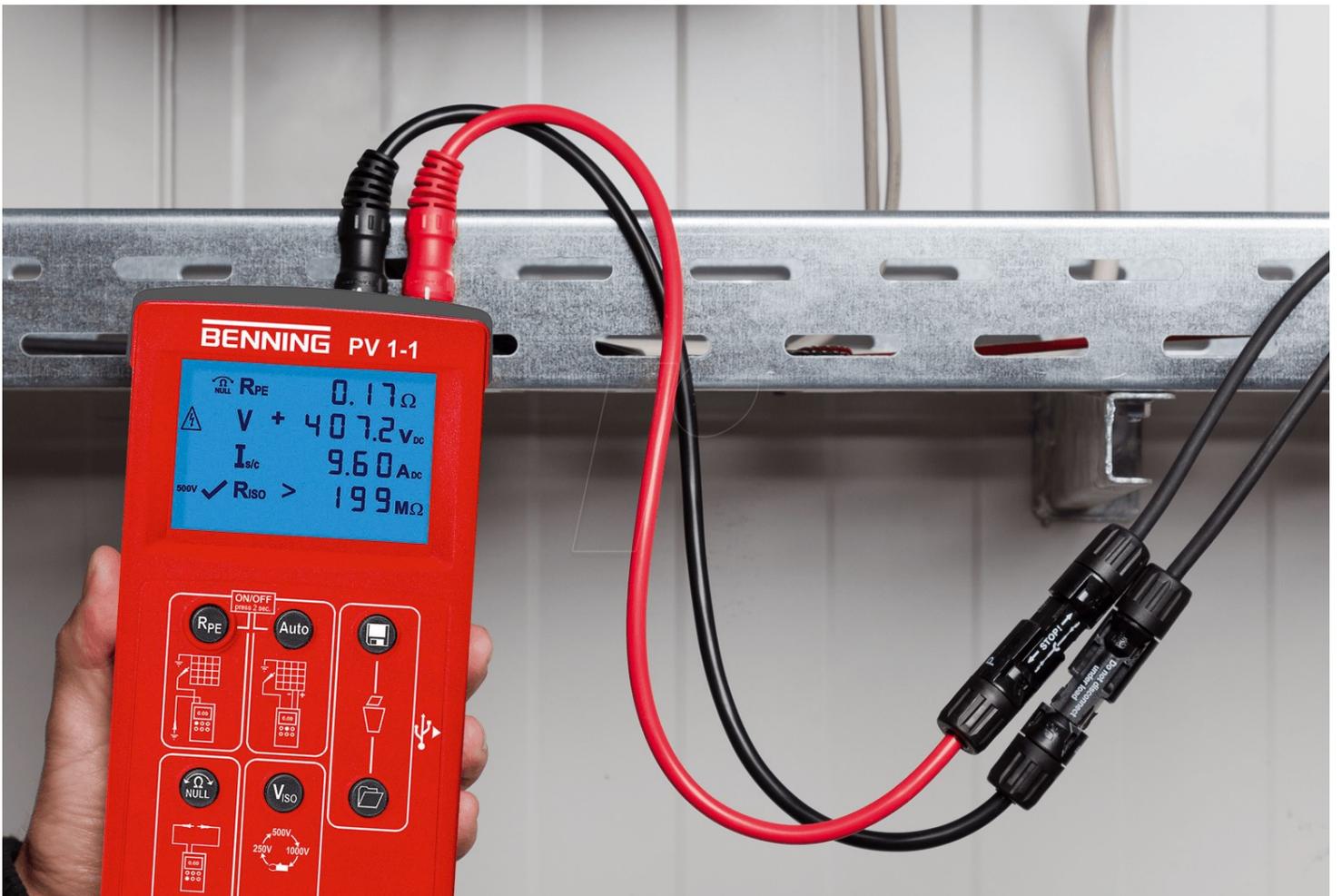
يحتوي هذا الكتاب على خمسة عشر تمريناً يمتلك من خلالها الطالب المهارات الأساسية لإعداد شبكة كهرباء منزلية كاملة متكاملة، ابتداء من مرحلة قراءة المخططات ثم التأسيس ومد البرايش وتثبيت العلب، إلى مرحلة سحب الأسلاك وتجميعها، وتجميع العلب والمفاتيح ووحدات الإنارة والأباريز، ثم تجميع اللوحة الرئيسة والقواطع، ويتم أيضاً من خلال هذه التمارين التطرق إلى موضوع مهم جداً في عالم الكهرباء، وهو موضوع التأريض، وفي نهاية إعداد شبكة الكهرباء المنزلية، هناك عدة فحوصات مهمة وضرورية يجب على الفني القيام بها باستخدام أجهزة متخصصة للتأكد من عمل نظام شبكة الكهرباء بالشكل الآمن والصحيح قبل أن تخضع للفحص من قبل فنيي شركة الكهرباء، وفي نهاية هذا الكتاب يوجد نشاطان تم التعرض من خلالهما إلى مفهوم طاقة الرياح، وتحديد الطاقة الكامنة فيها، بالإضافة إلى موضوع الطاقة الشمسية من حيث تصنيفها، وقياس الطاقة الخارجة من خلية شمسية، وتحديد العوامل المؤثرة في الأشعة الساقطة، وكمية الطاقة.

تم بحمد لله إنجاز هذا الكتاب بجهود دؤوبة من فريق عمل متمي؛ ليكون في العام الأول من إصداره نسخة تجريبية تحتاج إلى التنقيح والتعديل بناء على التغذية الراجعة البناءة الواردة من ذوي الخبرة والعطاء في الميدان التربوي، فكلنا ثقة بخبرات زملائنا المعلمين وأبنائنا الطلبة وإخواننا أولياء الأمور وذوي الخبرة جميعهم أن يرفدونا بملاحظاتهم ومقترحاتهم البناءة، وتزويدنا بها في الإدارة العامة للمباحث العلمية/ مركز المناهج؛ بما يسهم في تجويد العمل وإثرائه؛ لما فيه خدمة المصلحة العامة للطلبة، وبما يحقق التعلم النوعي المستدام.

المحتويات

3	قراءة المواصفات الفنية للقواطع الكهربائية	التمرين ١ :
6	تأسيس القنوات داخل العقد والجدران والأرضيات	التمرين ٢ :
11	سحب الأسلاك الكهربائية في المواسير للتديدات داخل الأسقف والجدران الجانبية	التمرين ٣ :
14	إنارة مصباح أو أكثر من مكان واحد (مفتاح مفرد/ مزدوج)	التمرين ٤ :
18	توصيل مخارج القوى (أباريز) أحادية الطور	التمرين ٥ :
23	إنارة مصباح أو أكثر من مكانين مختلفين (مفتاح درج)	التمرين ٦ :
26	إنارة مصباح كهربائي أو أكثر من ثلاثة أماكن (توصيلة مفتاح الصليب)	التمرين ٧ :
30	الإنارة باستخدام مصابيح الفلوريسنت التقليدية والحديثة (LED)	التمرين ٨ :
38	إنارة مصباح كهربائي أو أكثر بواسطة المؤقت الزمني (Timer Relay)	التمرين ٩ :
43	توصيل جهاز مرحل الخطوة (Step Relay)	التمرين ١٠ :
48	تجميع لوحة توزيع كهربائية منزلية (لوحة تابلو منزلية)	التمرين ١١ :
55	تنفيذ نظام تأريض لمبنى باستخدام لحام شبكة حديد الأساسات ونظام الإلكتروادات	التمرين ١٢ :
61	فحوصات التديدات الكهربائية المهمة	التمرين ١٣ :
74	طاقة الرياح	التمرين ١٤ :
77	الطاقة الشمسية	التمرين ١٥ :

التدريب العملي الطاقة المتجددة



قراءة المواصفات الفنية للقواطع الكهربائية

نوع التّمرين: فردي

أهداف التّمرين:

- يُتوقَّع بعد تطبيق هذا التّمرين أن يكون الطّالب قادراً على:
- قراءة المواصفات الفنية للقواطع الكهربائيّة بأنواعها.
- قراءة المواصفات الفنية للفيوزات.
- التّمييز بين قواطع التّيّار الثّابت والمتردد.

العدد والأدوات:

1- أجهزة حماية مختلفة (قواطع، فيوزات).

2- نشرات فنية أجهزة الحماية.

المعلومات الأساسيّة:

تتكوّن المنظومة الكهربائيّة من مكّونات عديدة، وتحتاج هذه المكّونات إلى عناصر تقوم بحمايتها، وتنقسم أجهزة الحماية إلى أقسام عديدة، فمنها ما يُستخدم للحد من التّيّارات المرتفعة لحماية الأجهزة، وأخرى تُستخدم لتجنب خطر الصّدمة الكهربائيّة للمحافظة على حياة الإنسان.



تعمل بعض أجهزة الحماية بشكل آلي عند حدوث العطل الكهربائيّ، وآخر يعمل يدوياً وذلك لإجراء عمليات الفحص والصّيانة، وباختلاف كلّ هذه التّفصيلات تعدّ الحماية أمراً مهماً للغاية يجب أخذه بالاعتبار في مرحلة التّصميم لأنظمة الكهربائيّة لتلافي حدوث أضرار جسيمة في المنظومة الكهربائيّة.

خطوات العمل:

1- اختيار قاطع آلي كما في الشكل.

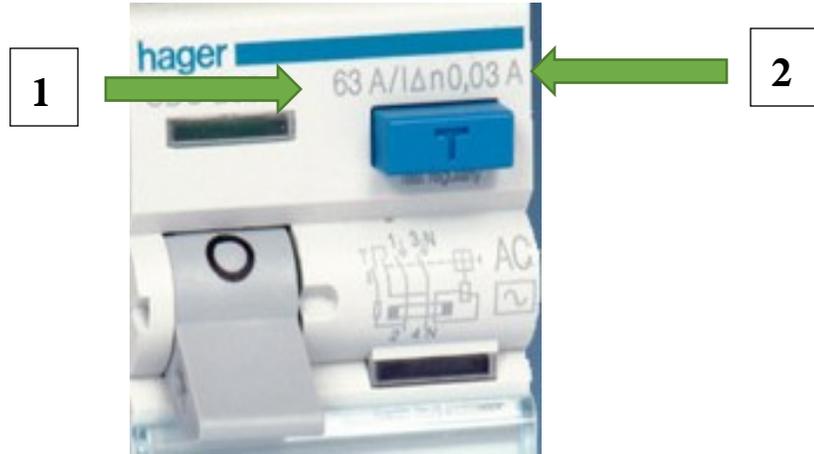


2- صنّف القواطع لديك إلى قواطع تيار ثابت وتيار متردد، يمكنك تمييز القواطع بالرجوع إلى الشكل أدناه.



3- اقرأ المواصفات الفنية الخاصة بالقواطع المختارة لديك، ولخصها في جدول.

- 4- كما في الشكل المجاور، يشير الرقم 1 إلى القيمة المعيارية لتيار القطع وهو 63A.
- 5- يشير الرقم 2 إلى قيمة حساسية القاطع للتيار (سرعة الاستجابة) الخاصة بهذا القاطع وهي 30 ملي أمبير.



سؤال: هل القاطع السابق لتيار ثابت أم لتيار متردد؟

6- انظر إلى الشكل المجاور الذي يبين (فيوزاً) خاصاً لأنظمة الطاقة الشمسية، وحدد مواصفاته الفنية.

سؤال: كيف يمكن تمييز فيوز الطاقة الشمسية عن غيرها.

الأسئلة:

[1] ما الفرق بين قاطع تسريب الأرضي (300mA) و(30mA) من حيث سرعة الاستجابة؟

[2] هل يمكن استخدام القواطع بدلاً من الفيوزات؟

تأسيس القنوات داخل العقد والجدران والأرضيات

نوع التمرين: جماعي 2-3 طلاب

أهداف التمرين:

يُتوقع بعد تطبيق هذا التمرين أن يكون الطالب قادراً على:

- تمديد (برابيش) داخل السقف.
- تأسيس (برابيش) داخل الجدران.
- تمديد (برابيش) داخل الأرضيات.

العدد والأدوات:

1- مواسير بلاستيكية صلبة بأقطار مختلفة.

2- علب تجميع دائرية.

3- مخططات كهربائية.

المعلومات الأساسية.

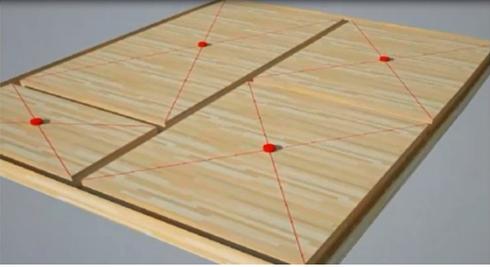
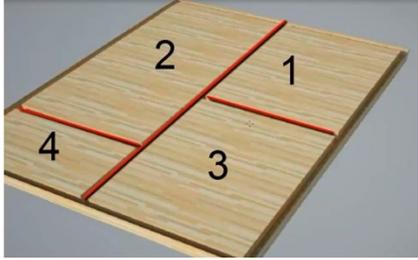
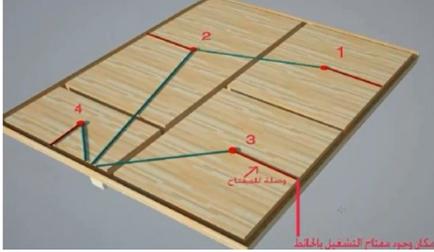
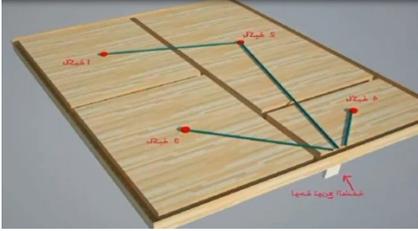
يتم وضع (البرابيش) البلاستيكية المرنة في الأسقف والجدران والأرضيات وذلك حسب المخطط الكهربائي الذي يوضح العناصر الكهربائية، ومساراتها، وطريقة توصيلها. ويحدد قطر (البرابيش) الذي يعطى بالإنش (كل 1 إنش يساوي 2.54 سم)، ويتم اختيار قطر (البرابيش) بالاعتماد على عدد ومساحة مقطع الأسلاك المراد وضعها في داخله مع مراعاة ألا يقل معامل الفراغ داخل الماسورة عن (40%)، وعادة ما تستخدم مواسير بلاستيكية مرنة ومثينة (4/3) إنش لهذا الغرض، كما في الشكل.



خطوات العمل:

تثبيت القنوات داخل الأسقف والعقد

1- تعيين موقع وحدات الإنارة في السقف في منتصف الغرفة حسب المخطط باستخدام المتر وقلم الشمع على سقف المبنى.

	
2- ترسيم وتعيين مواقع وحدات الإنارة وسط الغرفة	1- تحديد فواصل الغرف على العقدة
	
4- تحديد أماكن مفاتيح التحكم بالإنارة، وتمديد المواسير إليها	3- تمديد (البرابيش) على العقدة من وحدات الإنارة أو الجهد المنخفض إلى لوحة التوزيع
طريقة تمديد مواسير وحدات الإنارة والتحكم بها في العقدة	



2- تثبيت علبة تجميع خاصة بالسقف بواسطة مسامير على خشب الطوبار في المكان المحدد.



3- مد (برابيش) من مكان وجود اللوحة الرئيسية المحدد حسب المخطط المعتمد.



تثبيت القنوات داخل الجدران والأرضيات:

1. تعيين مواقع علب المفاتيح والأباريز وعلبة لوحة الأمانات (الداخلية) حسب المخطط المرفق لتمديدات الإنارة والأباريز.

2- حفر الجدران لمد (البرابيش) وبطريقة سليمة بقدر مناسب لحجم العلب وعدد (البرابيش).



2. تثبيت علب المفاتيح والأباريز حسب المخطط المرفق وعلى الارتفاع المحدد.



3. تمديد (البرابيش) على الجدران والأرضيات حسب موقع كلّ علبة والمخطط.

4. قصارة (البرابيش) بواسطة الإسمنت، كما في الشكل



ملاحظة مهمة: إغلاق أطراف المواسير بالشريط اللاصق منعاً لدخول مخلفات البناء بداخلها وبالتالي إغلاقها، وترتيبها بشكل جيد على الأرضيات، كما في الشكل.



الأسئلة:

[1] متى يتم البدء بتمديد المواسير الخاصة بالإضاءة على الأسقف (العقدات)؟

[2] بيّن كيف يتم تثبيت المواسير والعلب على خشب الطوبار؟

التمرين الثالث:

سحب الأسلاك الكهربائية في المواسير للتمديدات المخفية داخل الأسقف والجدران الجانبية

نوع التمرين: جماعي 2-3 طلاب

أهداف التمرين:

يُتوقع بعد تطبيق هذا التمرين أن يكون الطالب قادراً على:

1. استخدام زنبرك سحب الأسلاك الكهربائية بالطريقة الصحيحة.
2. سحب الأسلاك داخل (البرابيش) في الأسقف والجدران بواسطة زنبرك السحب.

الأجهزة/ الأدوات:



- 1- أسلاك مفردة بقياسات مختلفة.
- 2- زنبرك سحب مناسب.
- 3- كوابل ثلاثية الطور.

المعلومات الأساسية

يتم تمديد الأسلاك الكهربائية وسحبها بناء على المخططات الكهربائية المرفقة، إضافة لخبرات الفني. وتُستخدم الزنبركات في عمليات سحب الأسلاك والكابلات الكهربائية الخاصة بالتمديدات المنزلية أو الصناعية، وكذلك في عمليات سحب أسلاك شبكات الاتصالات والهاتف والإنذار والحريق.

خطوات العمل:

1. تنظيف أطراف (البرابيش) والزائد منها داخل علب التجميع باستخدام سكين أو إزميل مناسبين.
2. إدخال زنبرك السحب داخل (البرابيش) بالتدرج حتى خروجه من الطرف الآخر.



3. ربط الأسلاك بعد تعريتها بمقدار 5 سم في فتحة الزنبرك الخاصة.



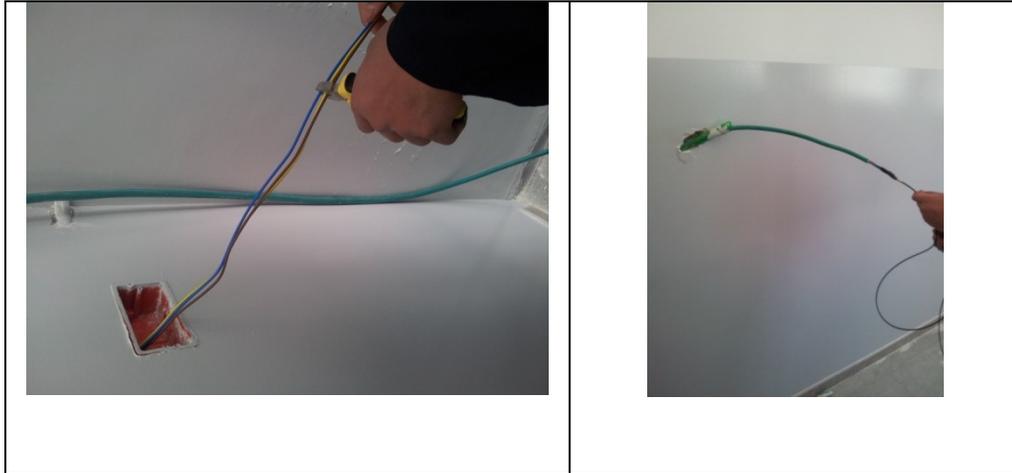
4. سحب سلك السحب بالتدريج، وبوجود شخصين، كل منهما في كل طرف من طرفي الماسورة، وذلك بالتنسيق فيما بينهما أثناء عملية الدفع والسحب.

5. مراعاة ألا تزيد مسافات السحب عن 30 سم لكل سحبة.

6. الانتهاء من عملية السحب بخروج أطراف الأسلاك من الجهة الأخرى، كما في الشكل:



7. قص الأسلاك أو الكابلات باستعمال قطاعة أسلاك أو الكابلات، كما هو مبين في الشكل:



8. اتبع الخطوات السابقة نفسها أثناء عمليات سحب أسلاك الجهد المنخفض - (إنتركم) / تلفاز / تلفون



الأسئلة:

- [1] ما أهمية التأكد من نظافة مواسير التمديدات قبل البدء في عملية سحب الأسلاك؟
- [2] هل يلزم سحب خيط مقوى بداخل الماسورة الرئيسية لكابل التغذية الرئيسي أثناء تمديد المواسير أم لا؟ لماذا؟
- [3] ما المسافة التي يجب أن تترك زيادة لأطوال الأسلاك قبل عملية قصها عند خروجها من الجهة الأخرى لعملية السحب؟

التمرين الرابع:

إنارة مصباح أو أكثر من مكان واحد (مفتاح مفرد / مزدوج)

نوع التمرين: جماعي 2-3 طلاب

الأهداف:

يُتوقع بعد تطبيق هذا التمرين أن يكون الطالب قادراً على:

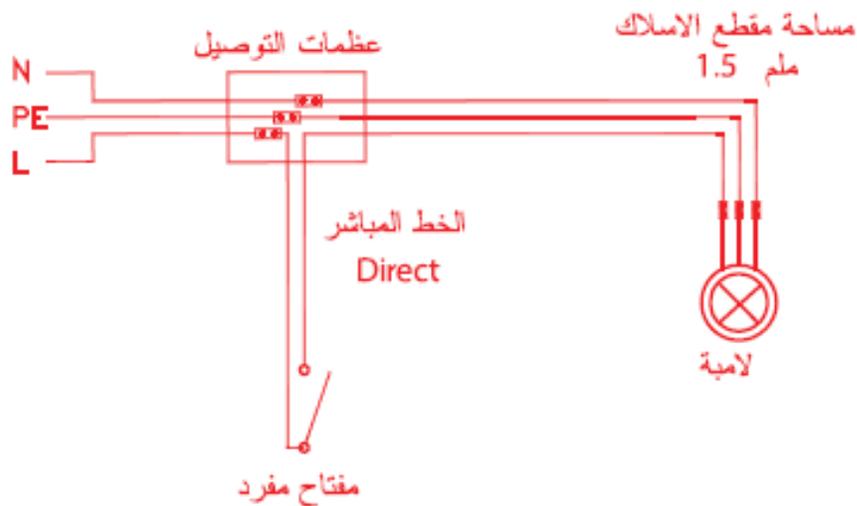
1. إنارة مصباح كهربائي أو أكثر بواسطة مفتاح مفرد.
2. إنارة مصباحين أو أكثر باستخدام مفتاحين أو أكثر في العلبة نفسها.

الأجهزة / الأدوات:

1. مفاتيح مفرد ومزدوج.
2. مصباح مع قاعدة.
3. أسلاك توصيل مفردة بألوان مختلفة وذات مساحة مقطع (1.5 ملم²).
4. عدد يدوية مناسبة.

المعلومات الأساسية

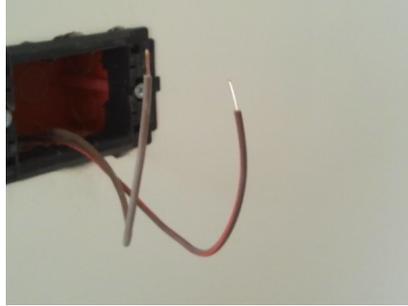
تعدّ دارات تشغيل المصابيح باستخدام مفتاح مفرد من أكثر الدارات استخداماً في التمديدات الكهربائية، حيث يمكننا من إنارة مصباح أو مصابيح عديدة بواسطة مفتاح واحد من مكان واحد، ويكثر وجود هذه الحالة في الغرف الصغيرة والحمامات. ويبين الشكل الآتي طريقة توصيل المفتاح والمصباح معاً.



خطوات العمل:

أ- إنارة مصباح باستخدام مفتاح مفرد.

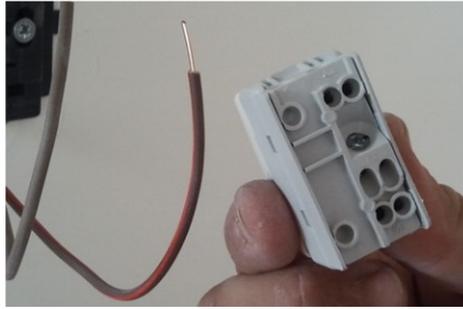
1. معاينة العلب والتّمديدات في الموقع مع المخطط الكهربائي وتعريّة الأطراف.



2. مطابقة المفاتيح وأنواعها المستخدمة مع وحدات الإنارة حسب المخطط.



3. تركيب المفتاح المفرد في مكانه وتغطيته.



4. تركيب المفتاح على الجسر، ثم تثبيته داخل العلبه.

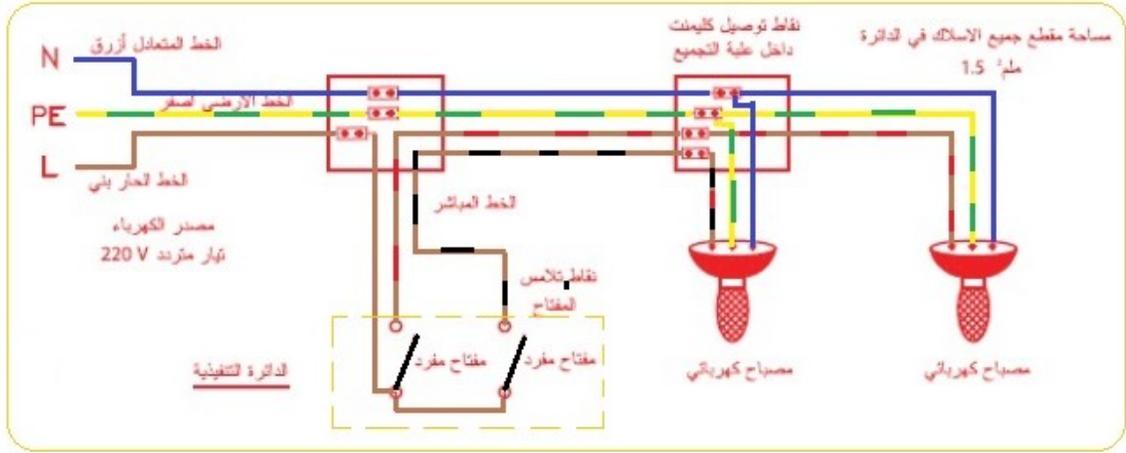




5. تثبيت غطاء العلبه والمفتاح.

ب- إنارة مصباحين أو أكثر باستخدام مفاتيح أو أكثر في العلبه نفسها.

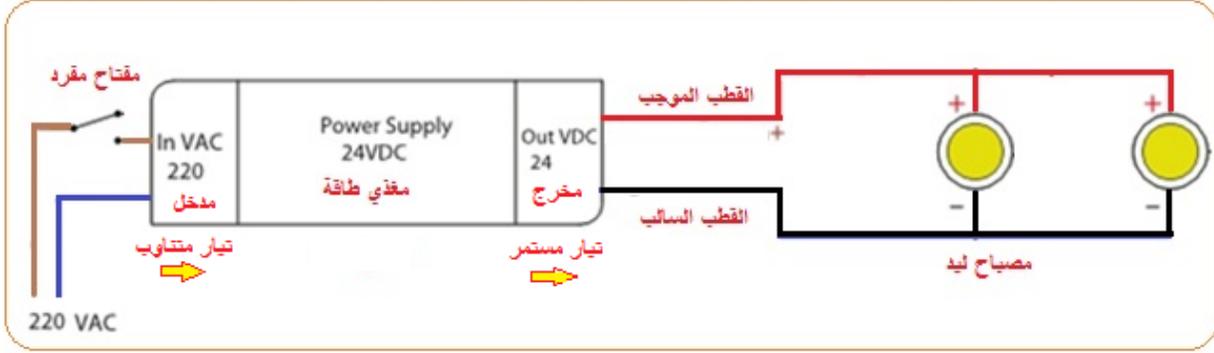
1. قراءة مخطط توصيل الدارة التنفيذية المبينة في الشّكل.



2. تعرية أطراف أسلاك التّوصيل، وتوصيلها في مكانها في المفاتيح، فالمدخل الأول(خط الغاز/اللون البني)، ومنه تم توصيل وصلة(جسر) بين المفاتيح، أما الخطان الآخران فيتم توصيلهما مع وحدات الإنارة، كما في الشّكل.



ابحث باستخدام (الإنترنت) عن دوائر توصيل المصابيح الثنائية (الليد)، ودارات التغذية وقارنها مع الدارة الآتية.



المناقشة:

[1] بعض مصابيح الإنارة لا يتم توصيل خط الإرض لها.

الأسئلة:

- [1] ارسم المخطط الرمزي لإنارة مصباحين على التوازي بواسطة مفترق مفرد.
- [2] ما عدد أطراف توصيل المفترق المفرد؟ وما نوع الأسلاك التي توصل به؟

التمرين الخامس:

توصيل مخارج القوى (أباريز) أحادية الطور

نوع التمرين: جماعي 2-3 طلاب

الأهداف:

يُتوقع بعد تطبيق هذا التمرين أن يكون الطالب قادراً على:

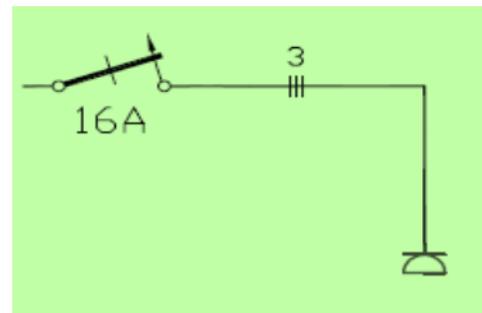
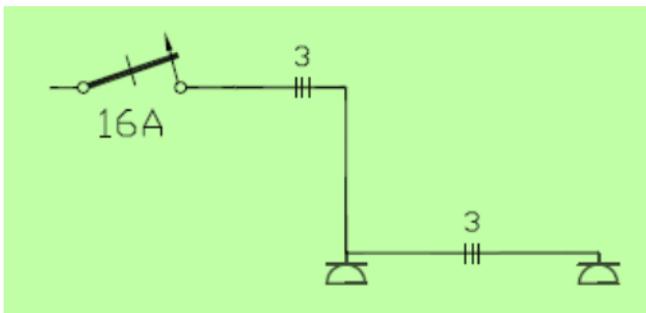
1. تمييز أنواع مخارج القوى العادية والمطرية ورموزها حسب المخطط.
2. توصيل مخارج القوى مع بعضها بعضاً ومع لوحة التوزيع الكهربائية.
3. تحديد نوع وسيلة الحماية الخاصة بالأباريز ومقررها الأمبيري، وتوصيلها حسب الأصول.

الأجهزة/ الأدوات:

1. أسلاك توصيل مفردة - ثلاثة ألوان بمساحة مقطع (2.5 ملم²).
2. إبريز عادي/ مطري كامل مع جسر تثبيت وغطاء عادي أو مطري.
3. قاطع آلي (16 A).
4. عدد يدوية مناسبة.

المعلومات الأساسية

توصل الأباريز في التمديدات الكهربائية بواسطة ثلاثة أسلاك مفردة، ويتم سحب الأسلاك داخل المواسير بألوان محددة على النحو الآتي: اللون البني للفاز (L)، والأزرق للخطّ النيوترال (N)، والأصفر المموج بالأخضر للخطّ الأرضي (E) من لوحة التوزيع الكهربائية إلى أحد الأباريز لكلّ دائرة، وتكون مخارج القدرة هذه لكلّ دائرة محمية عادة بقاطع آلي بقيمة تيار (16A)، ويبين الشكل الآتي المخطط الرمزي لدائرة توصيل الأباريز.

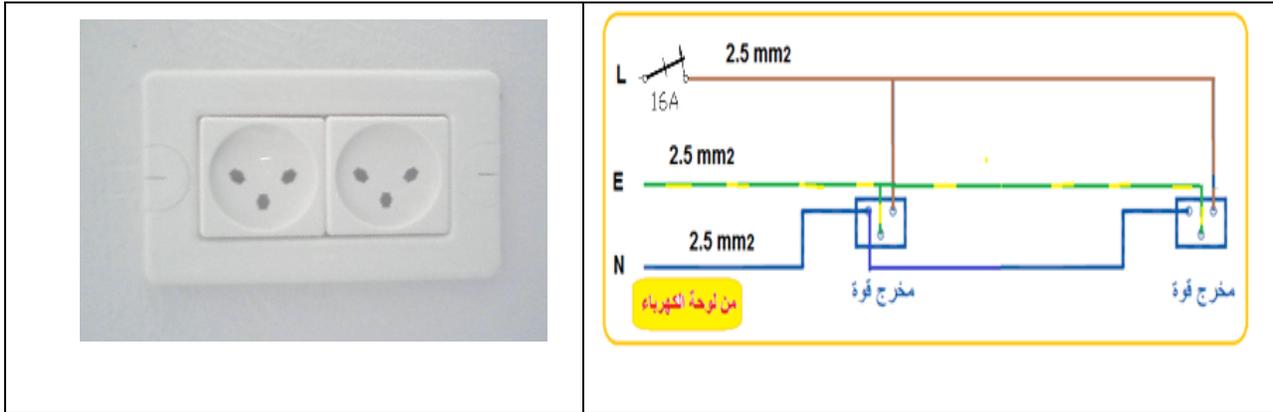


خطوات العمل:

1. تحضير التجهيزات الخاصة بمخطط توصيل الأباريز (سواء المفرد أو المزدوج) كما في الشكل

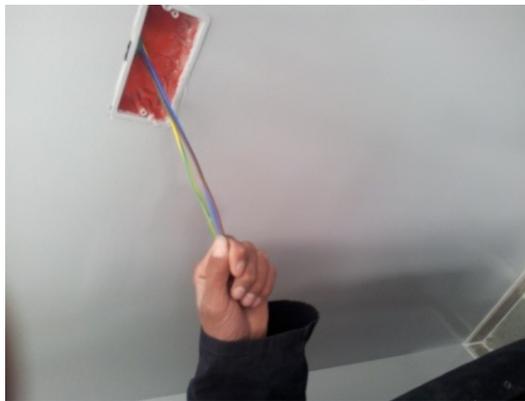


2. قراءة المخطط التفصيلي لتوصيل مخارج القدرة الكهربائية (المقابس الكهربائية)، كما في الشكل.



3. تحديد طريقة اتصال الأباريز الخاصة بكل دارة مع بعضها بعضاً حسب مخطط القدرة للمنزل المبين في الشكل السابق.

4. تعرية الأسلاك وتجهيز أطراف أسلاك الإبريز، حيث يكون الخطّ البني إلى اليمين، والخطّ الأزرق إلى اليسار، وخط الإرت الأرضي الأصفر المموج بالأخضر إلى الأسفل عند النظر إليه من الأمام، كما في الشكل.



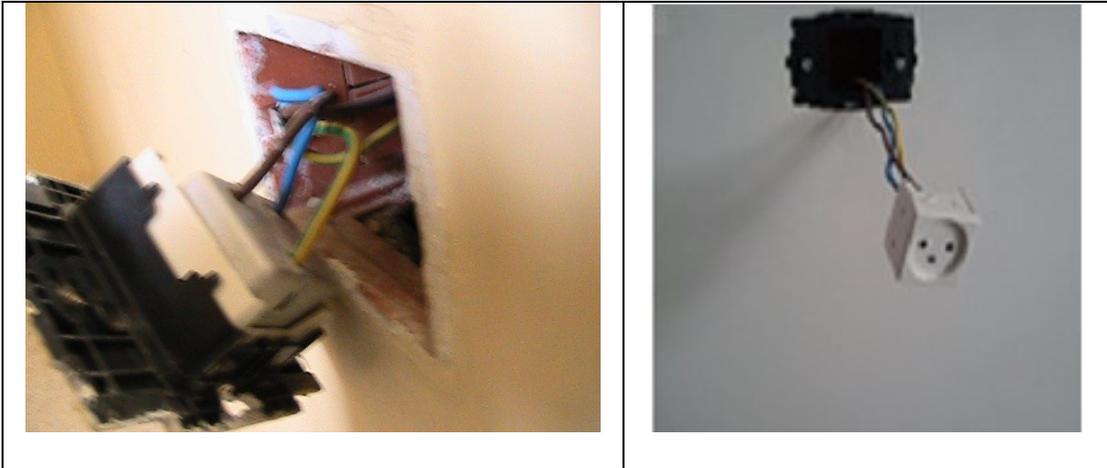
5. تثبيت قاعدة (جسر) الإبريز في علبة الإبريز الداخلية بواسطة مفك البطارية.



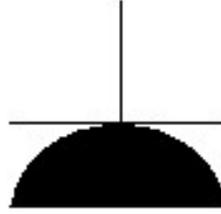
6. تثبيت الإطار البلاستيكي الحامل للمخرج مع علبة التجميع مع تثبيت الأسلاك في الإبريز.



7. تجميع الإبريز وتوصيل أطراف الأسلاك، كما في الشكل.



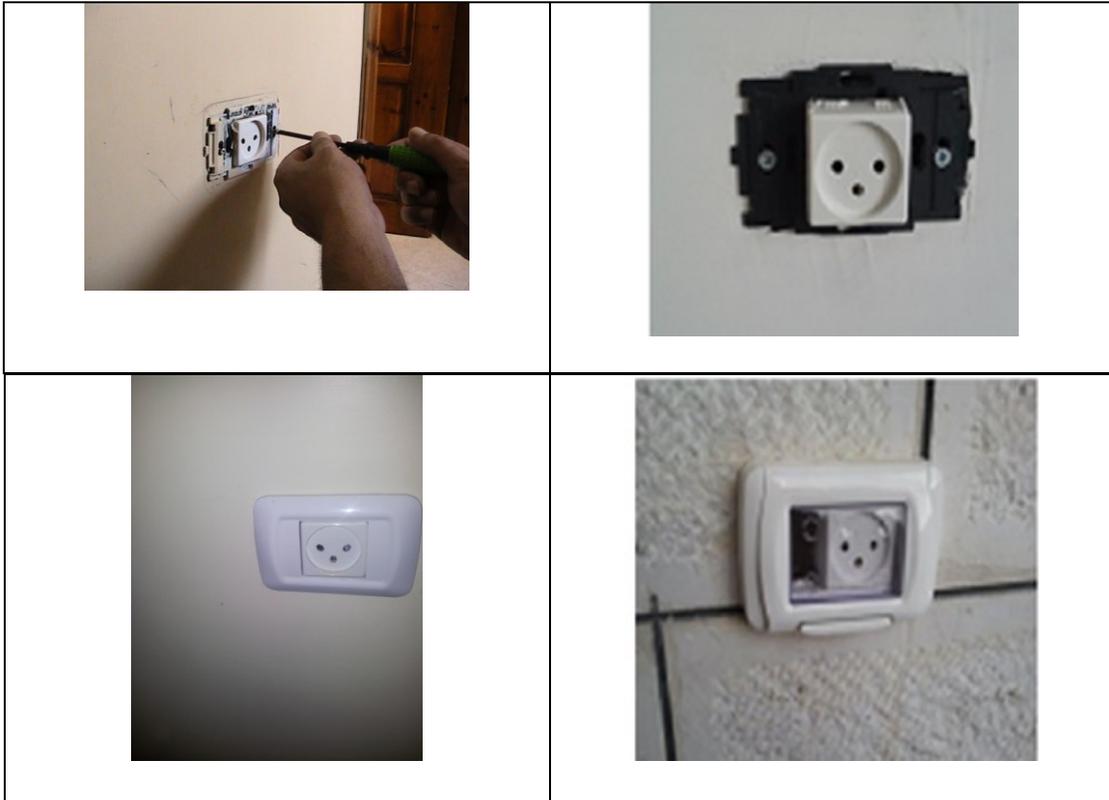
8. تركيب إطار الإبريز من النوع المطري (waterproof) لمنع تسرب المياه إلى داخل الإبريز في التمديدات الخارجية (أو في الحمامات والمطابخ - بالقرب من مصادر المياه عموماً).



إبريز مطري ورمزه الكهربائي

9. الانتهاء من تثبيت الإبريز العادي بواسطة البراغي في مكانه، وتركيب الإطار المطري للإبريز وتجهيزه،

الشكل





طريقة توصيل نقاط مخرج قدرة ثلاثي الطور



نقاط توصيل مخرج قدرة ثلاثي الطور متحرك

أسئلة:

- [1] هل يجوز توصيل دارة مخارج أبريز القوى مع دارات الإنارة؟ لماذا؟
- [2] ما الحمل الأقصى للتيار لمخرج الإبريز العادي؟ وكيف يتم تحديد حمله الابتدائي؟
- [3] ارسم الرمز الكهربائي لمخرج قوى (إبريز) عادي وآخر مطري.
- [4] ماذا يحدث إذا تعدت قيمة التيار المسحوب من المخارج الحد المسموح به والذي يمكن تحمله من قبل هذه المخارج؟

التمرين السادس:

إنارة مصباح أو أكثر من مكانين مختلفين (مفتاح درج)

نوع التمرين: جماعي 2-3 طالب

الأهداف:

يُتوقع بعد تطبيق هذا التمرين أن يكون الطالب قادراً على:

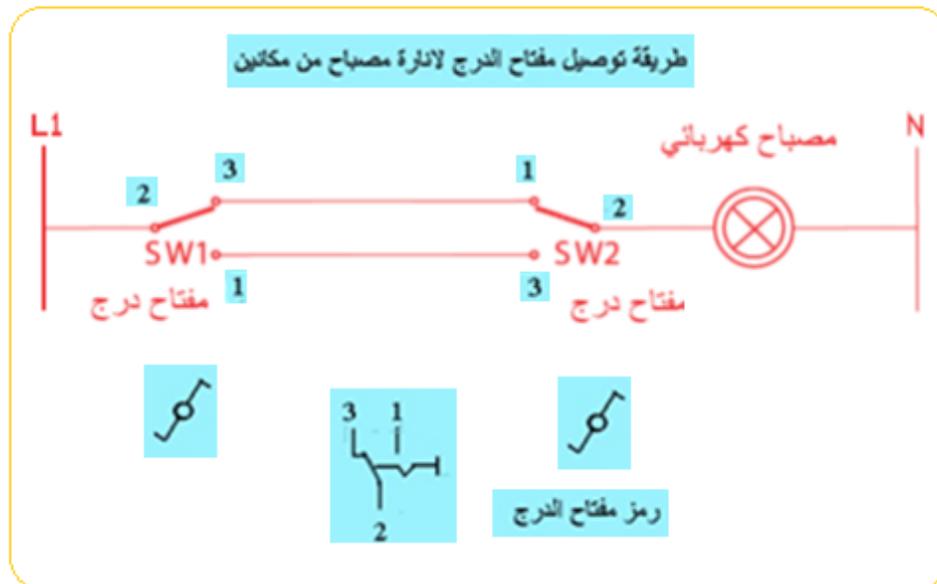
1. تحدد مكونات دائرة إنارة مصباح كهربائي أو أكثر من مكانين.
2. تنفيذ مخطط إنارة مصباح كهربائي أو أكثر من مكانين وإنارته.

الأجهزة / الأدوات:

- 1- مفتاح درج.
- 2- عدد يدوية مناسبة.
- 3- قواعد مصابيح مناسبة.
- 4- مصابيح كهربائية.

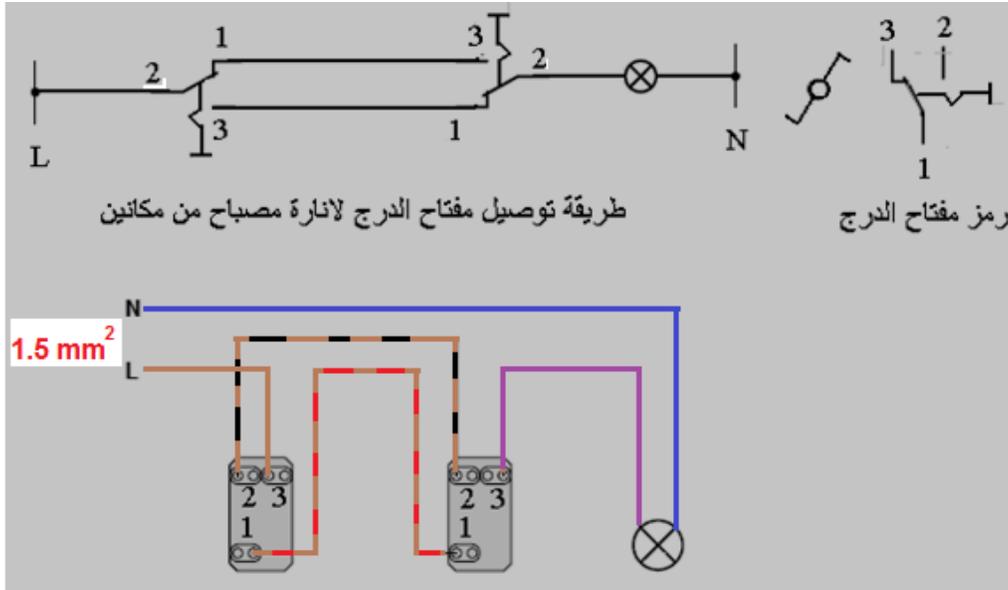
المعلومات الأساسية

يستخدم هذا النوع من المفاتيح في إنارة مصباح كهربائي أو أكثر من مكانين مختلفين كالأدراج أو الممرات الطويلة بوضع مفتاح درج في بداية الممر، ومفتاح درج آخر في نهاية الممر للتحكم في تشغيل المصابيح وإطفائها. ويتكوّن مفتاح الدرّج من ثلاث نقاط توصيل، حيث يتصل القطب الرئيسي مع أحد القطبين الآخرين وينفصل عن الآخر في أحد أوضاعه، بينما ينعكس الإتّصال في الوضع الآخر للمفتاح، كما هو مبين في الشكل.



خطوات العمل:

1. اختيار أسلاك مفردة (بمساحة مقطع 1.5 ملم²)، والألوان حسب المخطط التفصيلي المبين في الشكل.



2. تجهيز المواد (المصباح, مفتاحي درج)، وقراءة المواصفات الفنية للمفاتيح والمصباح المستخدم.
3. فحص أوضاع المفتاح باستخدام ساعة الفحص DMM والتعرف إلى أطرافه.



4. معاينة الأسلاك الخارجة من علبة المفتاح الأول (لون بني، بني مخطط أسود، بني مخطط أحمر)، وللمفتاح الثاني لون (بنفسجي، بني مخطط أسود، بني مخطط أحمر)، وللمصباح (بنفسجي، أزرق) بالطول المناسب وتعريتها.
5. توصيل الأسلاك مع أطرف المفتاح الأول والثاني حسب المخطط السابق.
6. توصيل الأسلاك باللون الأزرق والبنفسجي بطرفي قاعدة المصباح.
7. تشغيل الدارة، والتأكد من عملها.

أسئلة:

- [1] أين تُستخدم وصلة إنارة مصباح من أكثر من مكان؟
- [2] ما مساحة مقطع الأسلاك المستخدمة في توصيلة مفتاح الدرج، وما الألوان؟
- [3] هل يمكن استخدام مفتاح الدرج بدلاً من المفتاح المفرد؟ بيّن ذلك بالرسم؟
- [4] هل يمكن استخدام هذه التوصيلة لإنارة مبنى مكون من طابقين؟ بيّن ذلك مع الرسم؟
- [5] ما الذي نحتاج إضافته لإنارة بيت درج مكون من ثلاثة طوابق؟

التمرين السابع:

إنارة مصباح كهربائي أو أكثر من ثلاثة أماكن (توصيلة مفتاح الصليب)

نوع التمرين: جماعي 2-3 طلاب

الأهداف:

يُتوقع بعد تطبيق هذا التمرين أن يكون الطالب قادراً على:

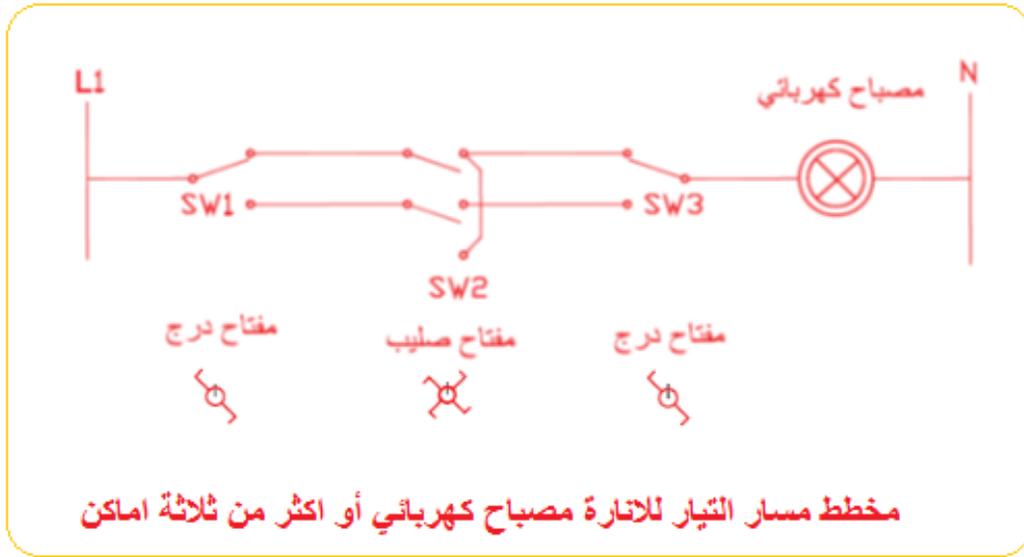
1. قراءة مخطط توصيل مصباح كهربائي أو أكثر من ثلاثة أماكن.
2. تنفيذ مخطط إنارة مصباح كهربائي أو أكثر من ثلاثة أماكن وتشغيله.

الأجهزة/ الأدوات:

1. مصدر جهد متردد أحادي الطور.
2. مفتاحي درج.
3. مفتاح صليب.
4. مفك بطارية.
5. مصابيح إنارة.
6. عدد يدوية مناسبة.

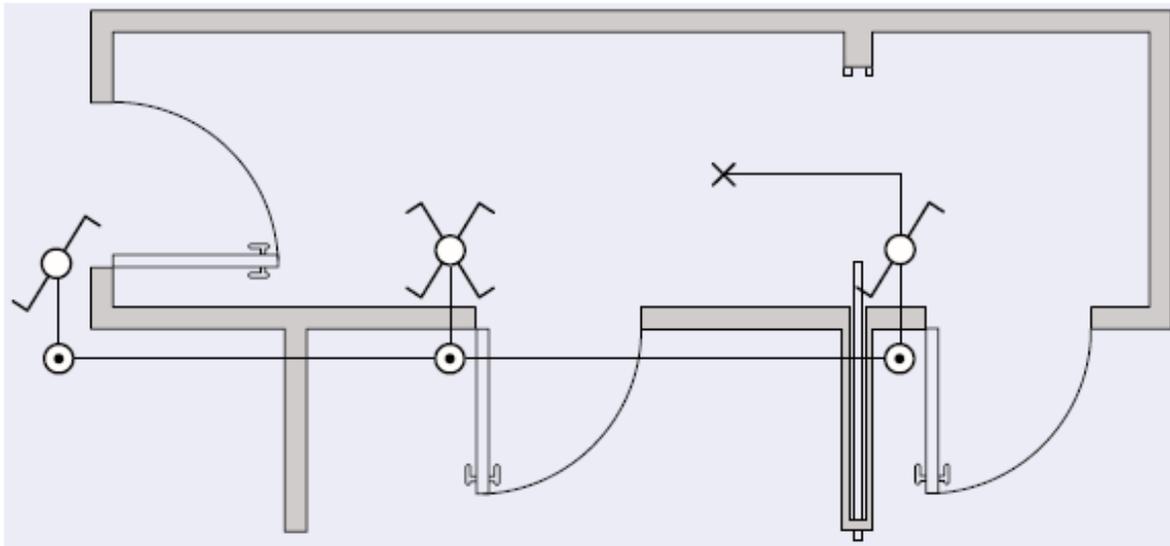
المعلومات الأساسية

يستخدم المفتاح التّصالي عند التحكم بإنارة مصباح أو مجموعة من المصابيح من أكثر من مكانين، كالممرات الطويلة أو الأدراج متعددة الطوابق، حيث يتوسط المفتاح التّصالي مفتاحي الدرج للإنارة والإطفاء من الأماكن الثلاثة. ويتكوّن المفتاح التّصالي من أربعة أقطاب، وفي كلّ تشغيل له يتم عكس التّوصيل بين الأقطاب الأربعة. والمفتاح التّصالي عبارة عن مفتاحي درج في المفتاح نفسه، والشّكل التّالي يبيّن طريقة مخطط مسار النّيار لإنارة مصباح من ثلاثة أماكن.

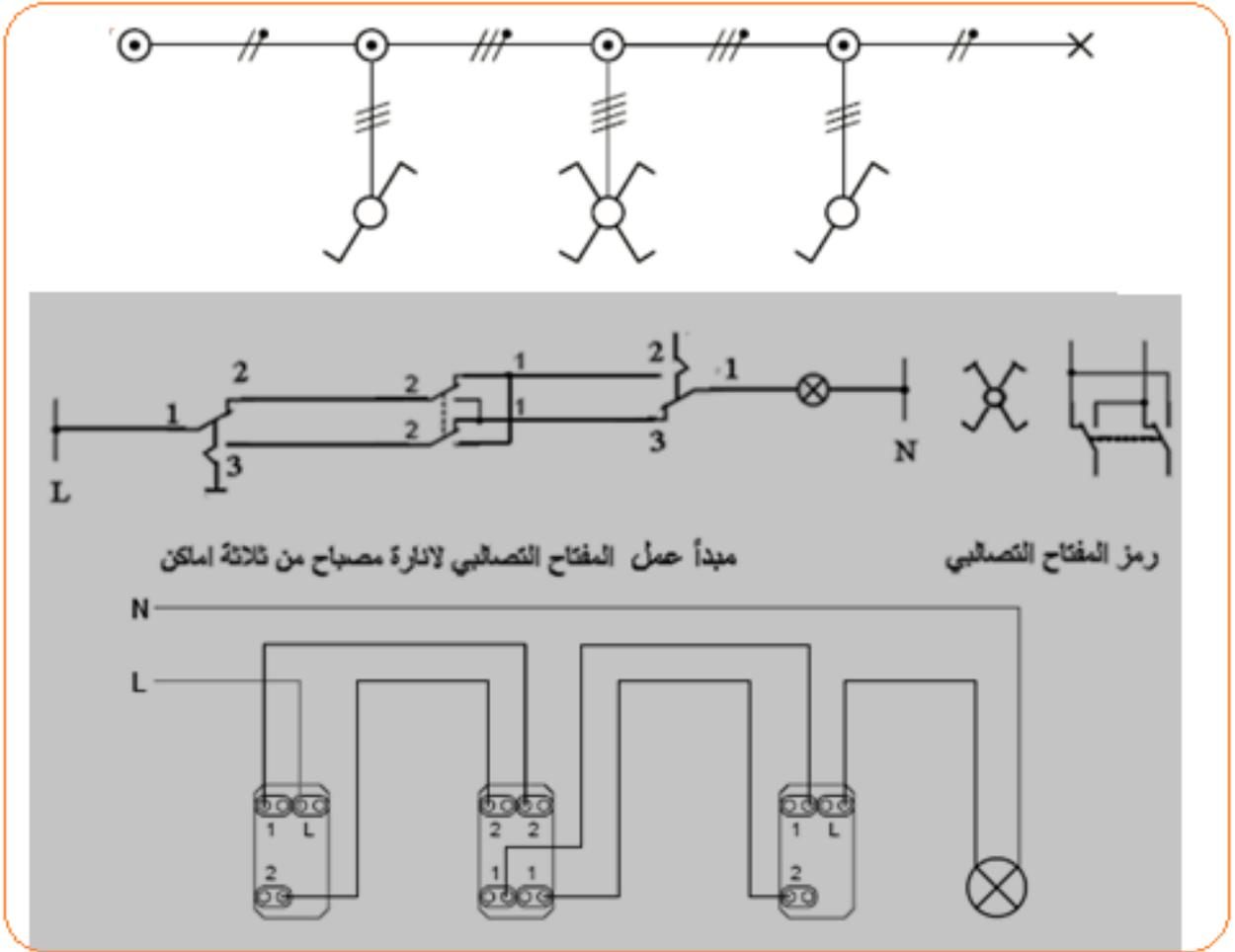


خطوات العمل:

1. قراءة المخطط المعماري لدارة إنارة مصباح من ثلاثة أماكن، كما في الشكل.



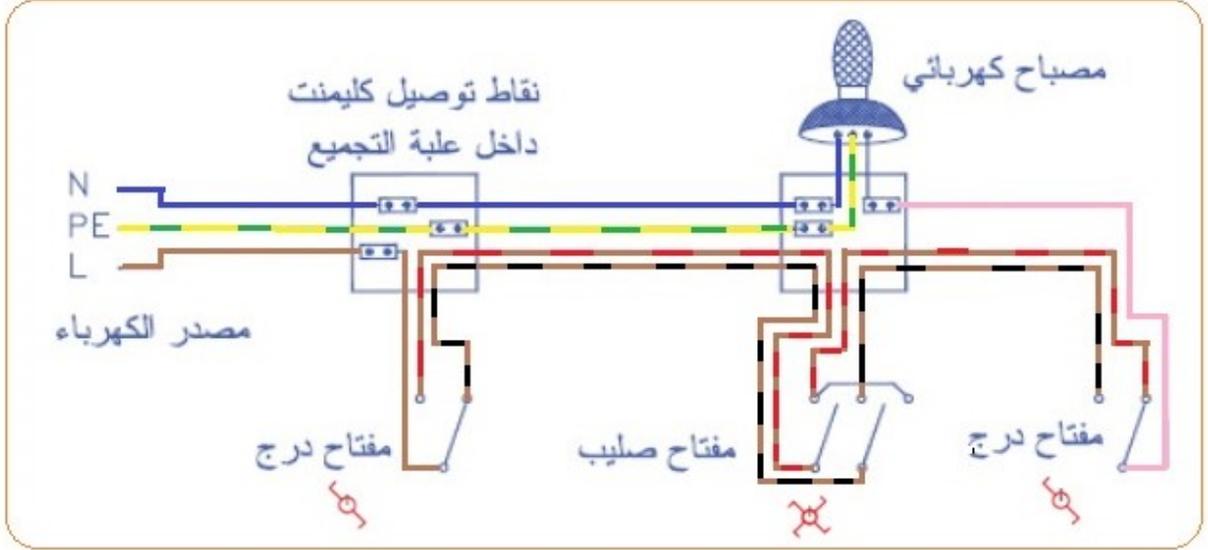
2. رسم المخططات (الرمزي ومسار التيار والتفصيلي)، كما في الشكل.



3. تجهيز المواد (مصباح، مفتاحي درج، مفتاح تصالبي)، وقراءة المواصفات الفنية للمفاتيح والمصباح المستخدم.



4. معاينة الأسلاك الخارجة من علبة المفتاح الأول (لون بني، بني مخطط أسود، بني مخطط أحمر).
وللمفتاح الثاني لون (بني مخطط أسود، بني مخطط أحمر، بني مخطط أسود، بني مخطط أحمر)،
والمفتاح الثالث (بني مخطط أسود، بني مخطط أحمر، بنفسي)، وللمصباح (بنفسي، أزرق،
أصفر مع أخضر) بالطول المناسب وتعريتها.



5. توصيل المفاتيح حسب المخطط، كما في الشكل.
6. توصيل طرفي المصباح باستخدام اللون الأزرق والبنفسي مع قاعدة المصباح.
7. تشغيل الدارة، والتأكد من عملها بالصورة الصحيحة.

الأسئلة:

- [1] أين تستخدم مثل هذه التوصيلة؟
[2] ما مساحة مقطع الأسلاك المستخدمة في توصيلة مفتاح الدرج، وما هي الألوان؟
[3] كيف يمكن تعديل المخطط لإنارة أربعة مصابيح من أربعة أماكن؟ بين من الرسم مخطط مسار التيار؟

التّمرين الثّامن:

الإنارة باستخدام مصابيح الفلوريسنت التقليدية والحديثة (LED)

نوع التّمرين: جماعي 2-3 طالب

الأهداف:

يُتوقع بعد تطبيق هذا التّمرين أن يكون الطّالب قادراً على:

1. التّعرف إلى أنواع مصابيح الفلوريسنت المستخدمة في الإنارة.
2. قراءة مخططات توصيل مصابيح الفلوريسنت التقليدية والحديثة.
3. تمييز الفرق ما بين أنواع مصابيح الفلوريسنت التقليدية والحديثة.
4. توصيل مصابيح فلوريسنت مختلفة حسب نوعها وتشغيلها.

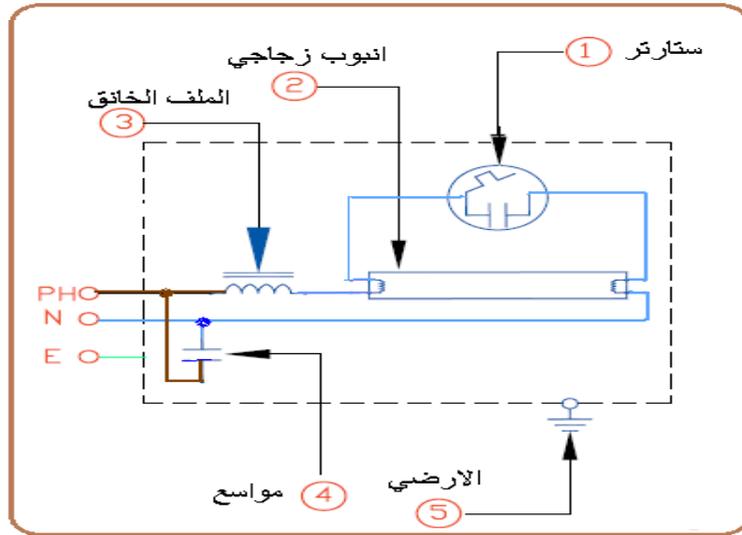
الأجهزة/ الأدوات:

1. مصدر جهد متردد أحادي الطور.
2. مقدح كهربائي (درل).
3. مفك بطارية.
4. صندوق عدة كامل.
5. مصباح فلوريسنت تقليدي كامل بملف خانق وستارتر.
6. وحدات إنارة فلوريسنت من نوع LED كاملة (20 وات).
7. مفتاح مفرد.

المعلومات الأساسية:

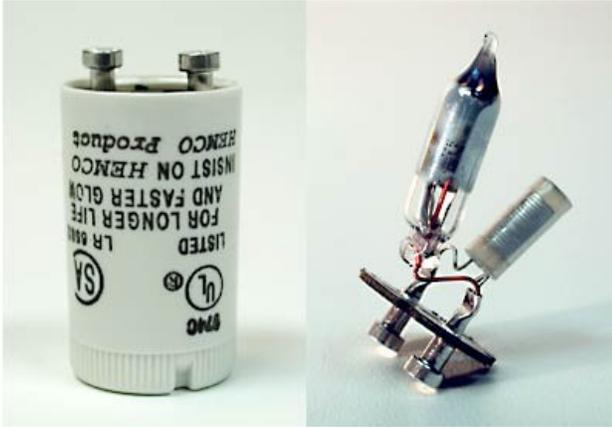
تعمل مصابيح الفلوريسنت بمبدأ أن بخار الزئبق عندما يمرّ به تيار كهربائي يطلق أشعة فوق بنفسجية تصطدم بالمادة الفلورية التي تغطي السطح الداخلي للمصباح فيضيء، وتستخدم مصابيح الفلوريسنت حوالي ربع كمية الطّاقة التي يستخدمها مصباح التنجستون لإنتاج كمية الإضاءة نفسها، وتمتاز مصابيح الفلوريسنت أيضاً أن عمرها التشغيلي عالي، ويقارب 8000 ساعة عمل.





مخطط توصيل مصباح الفلورسنت التقليدي

ملاحظة: يضاف مواسع يوصل على التوازي مع مصدر التغذية داخل مصباح الفلورسنت التقليدي وذلك من أجل تحسين معامل القدرة لمصباح الفلورسنت التقليدي.

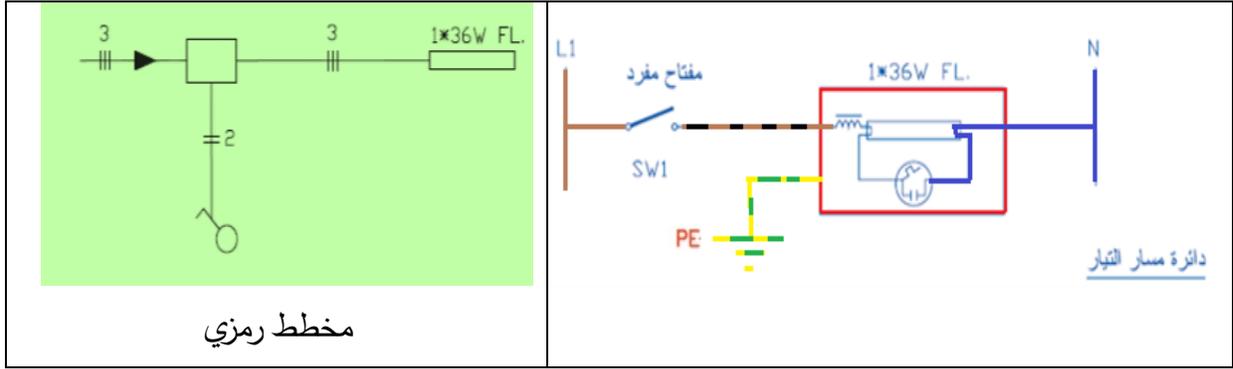


يحتاج مصباح الفلورسنت إلى البادئ (ستارتر)، حيث يحدث بين طرفي سلك الستارتر تفريغ كهربائي ينتج عنه بريق ضوئي يعمل على تسخين طرفي مزدوجة حرارية موجودة فيه، فيتلامس طرفاها مما ينتج عنه سريان التيار الكهربائي في الدارة. ويستمر مرور التيار في الستارتر إلى أن يتأين غاز الأرجون الموجود داخل مستودع خاص في البادئ، ويقف مرور التيار الكهربائي فيه، فينفصل طرفي المزدوجة الحرارية.

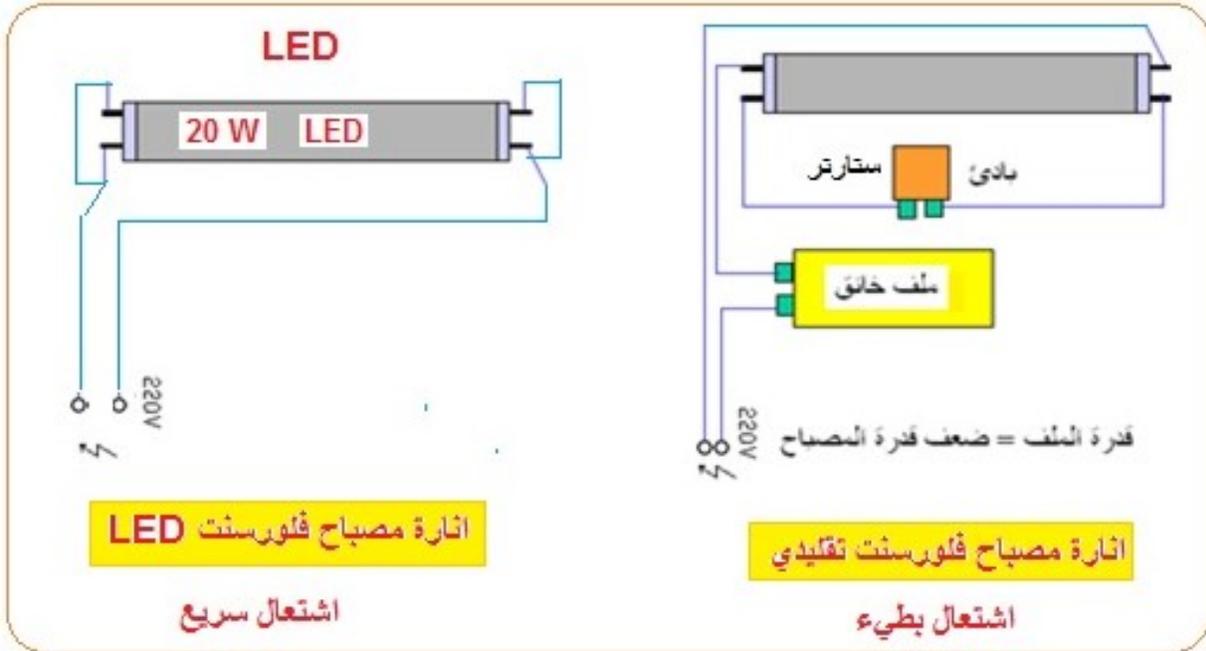


إضافة لذلك يحتوي مصباح الفلورسنت على ملف خانق، وهو عبارة عن ملف له طرفان يعمل على رفع الجهد عند بدء تشغيل المصباح وعلى الحد من التيار المسحوب بعد التشغيل، ويتصل هذا الملف على التوالي مع المصباح، كما في الشكل.

يظهر الشكل التالي، مخطط مسار التيار والمخطط الرمزي لتوصيل مصباح فلورسنت تقليدي.



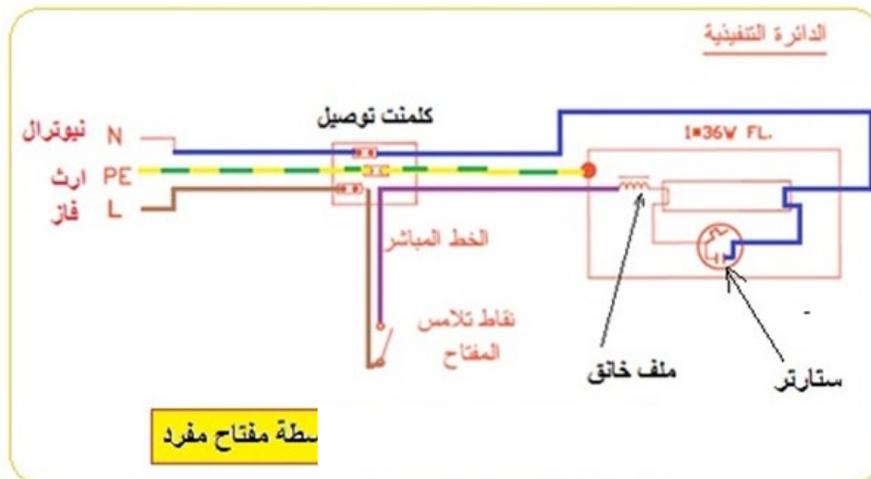
وكذلك يبيّن الشكل مقارنة ما بين طريقة توصيل مصباح فلورسنت وآخر من نوع LED.



خطوات تنفيذ التمرين:

أ- تركيب مصابيح فلوريسنت تقليدية (تحتوي على بادئ وملف خائق):

1. قراءة المخطط التفصيلي لتوصيل مصباح فلوريسنت.



2. تحديد مكان تركيب وحدة إنارة الفلوريسنت في المكان المراد تركيبه، وتعليم مكان التثبيت ومدخل الكابل بقلم الرصاص بشكل أفقي، كما يبيّن الشكل.



3. حفر السقف بواسطة المقدح الكهربائي (Drill)، في مكان تثبيت وحدة الإنارة الذي تم تحديده في الخطوة رقم (2).



4. تثبيت وحدة الإنارة بواسطة البراغي باستخدام المفك (أو مفك البطارية)، كما يبيّن الشكل.



5. تجهيز الموصلات وتعريتها، وتثبيت موصل الفاز في المكان المناسب للوحدة، وتثبيت خط النيوترل في المكان المناسب، وتثبيت سلك الأرضي بالجسم المعدني للوحة، كما يبيّن الشكل.



6. تغطية الجزء الداخلي من وحدة الإنارة بإحكام، كما يبيّن الشكل.

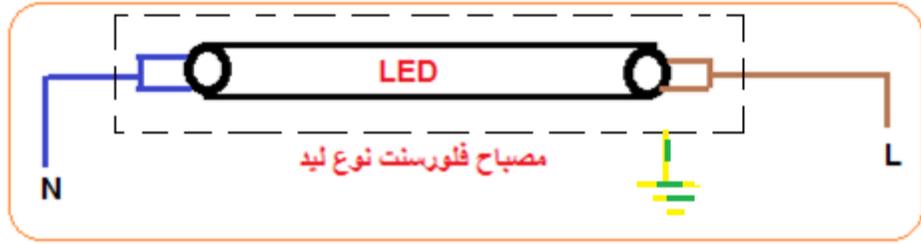


7. تثبيت الأنبوب الزجاجي من الأطراف بشكل محكم، ووضعه في المكان المناسب، كما يبيّن الشكل، ثم تشغيل الدارة للتأكد من عملها.

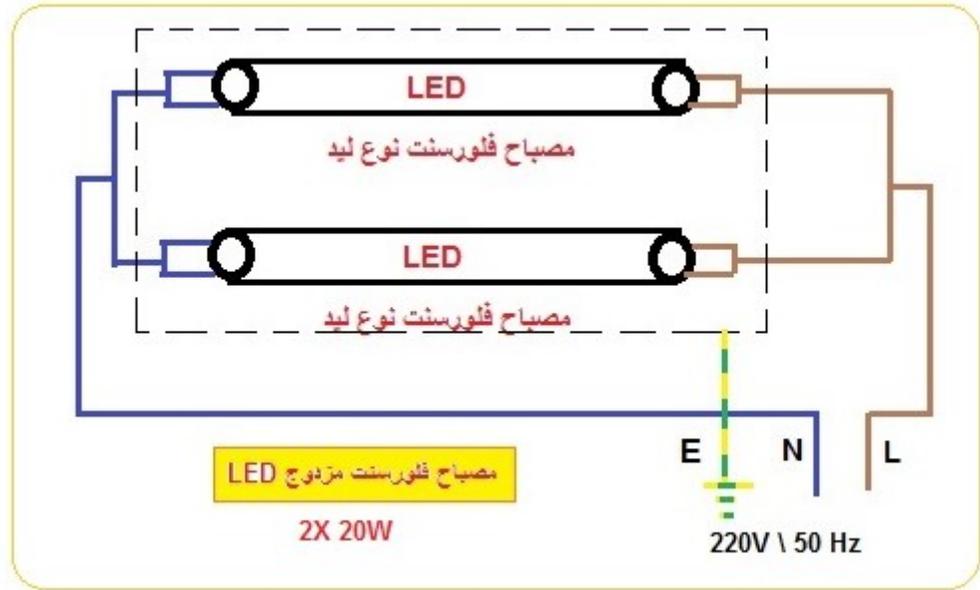


ب- تركيب مصابيح حديثة من نوع (LED):

1- قراءة مخطط توصيل مصباح مفرد نوع ليد، وكذلك مخطط توصيل مصباحين من نوع ليد.

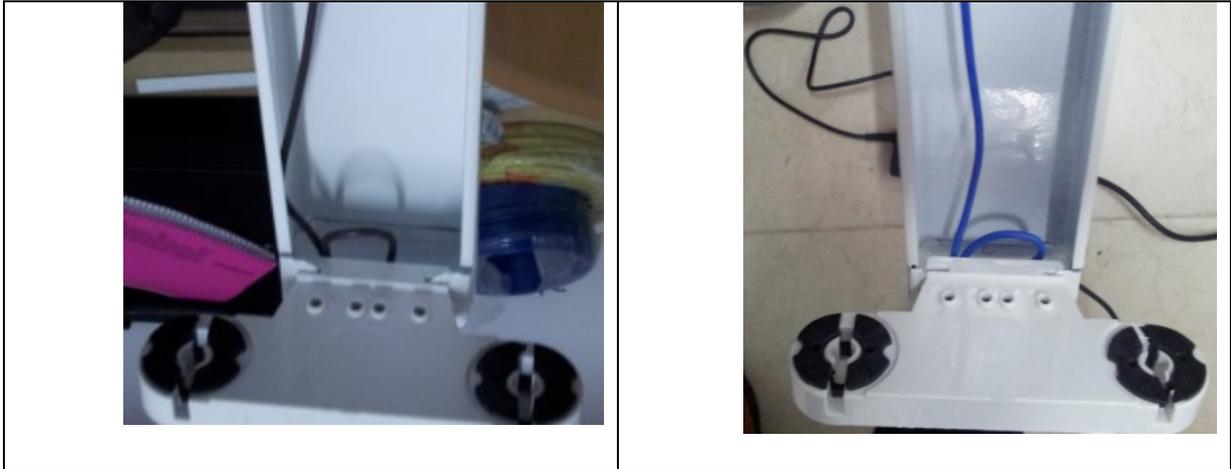


مخطط توصيل مصباح فلورسنت مفرد (دون ملف خائق/ بادئ)



مخطط توصيل مصباح فلورسنت مزدوج من نوع LED

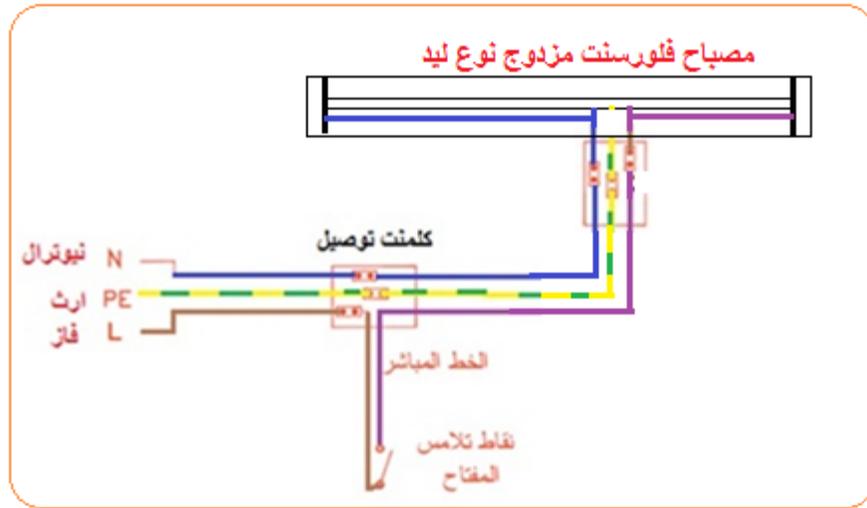
2- توصيل طرفي كل مصباح كما في المخطط السابق.



3- تحديد أطراف توصيل كلٍّ من الخط المباشر (الديركت)، والخط المتعادل (النيوترال)، والخط الأرضي، كما في الشكل.



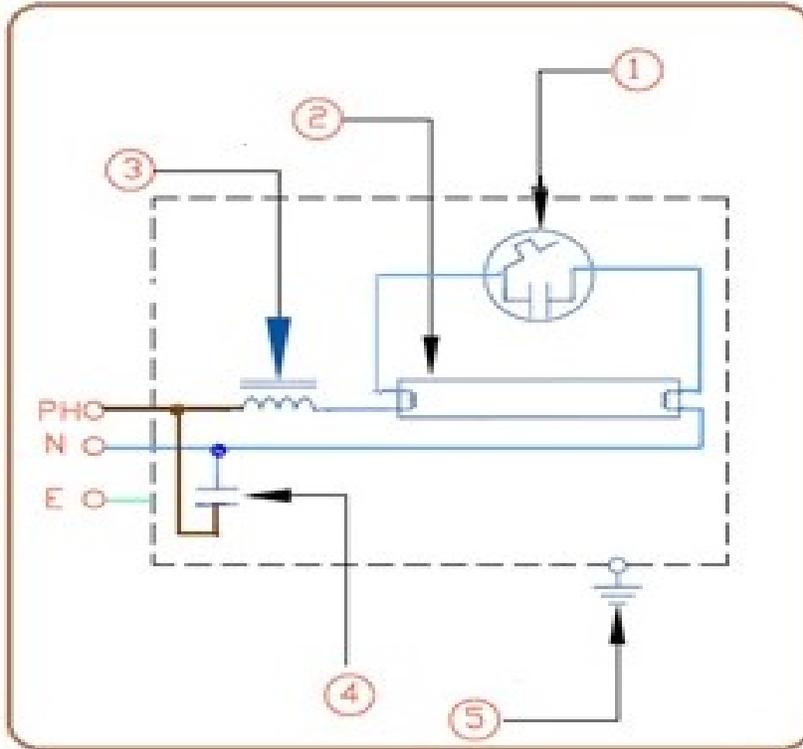
4- توصيل أطراف مصدر الجهد مع المصباحين حسب المخطط أدناه، مع مراعاة توصيل خط الأرضي مع الهيكل المعدني للمصباح، وتشغيل الدارة.



الأسئلة:

- [1] ما الفرق الأساسي بين توصيل مصباح فلورسنت تقليدي وآخر نوع ليد؟
- [2] هل يحتاج مصباح الفلورسنت الحديث من نوع ليد إلى خط الإرض؟ لماذا؟
- [3] ما وظيفة كلٍّ من البادئ والملف الخائق في مصباح فلورسنت تقليدي؟ وما وظيفة المواسع الإضافي فيه؟

[4] اكتب أسماء الأجزاء المُشار إليها بأرقام في مكوّنات مصباح فلورسنت تقليدي، كما في الشّكل.



التمرين التاسع:

إنارة مصباح كهربائي أو أكثر بواسطة المؤقت الزمني (Timer Relay) (إنارة بيت الدرج)

نوع التمرين: جماعي 2-3 طالب

الأهداف:

يُتوقع بعد تطبيق هذا التمرين أن يكون الطالب قادراً على:

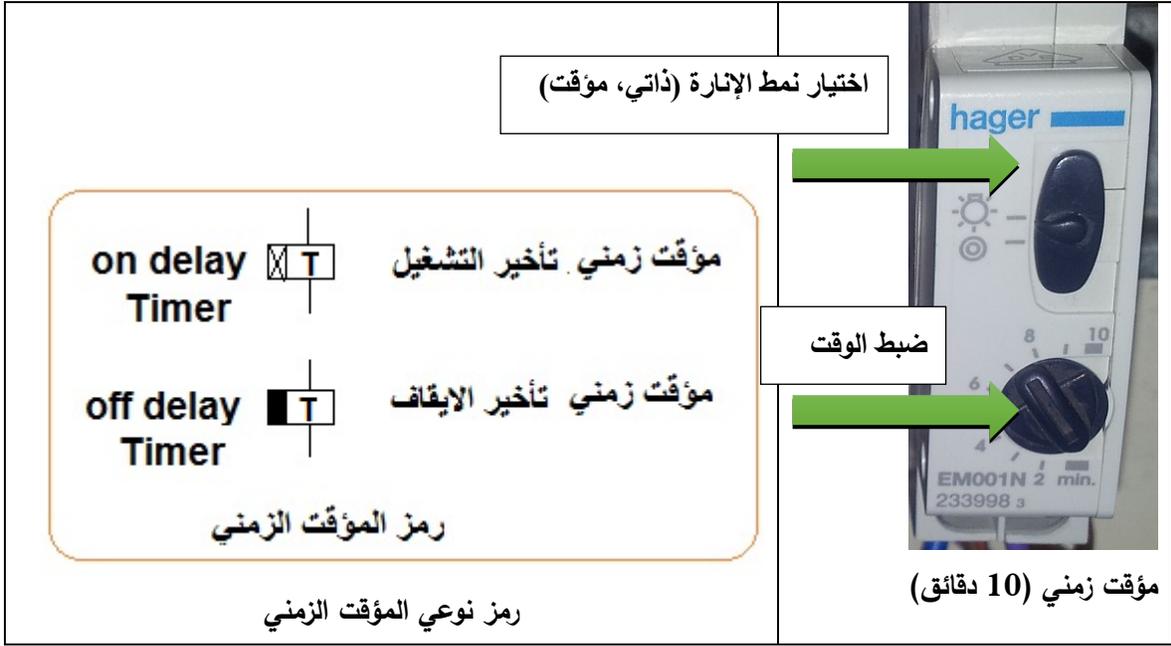
1. تحليل طريقة عمل المؤقت الزمني.
2. تنفيذ دارة المؤقت الزمني لإنارة مصابيح عديدة.

الأجهزة/ الأدوات:

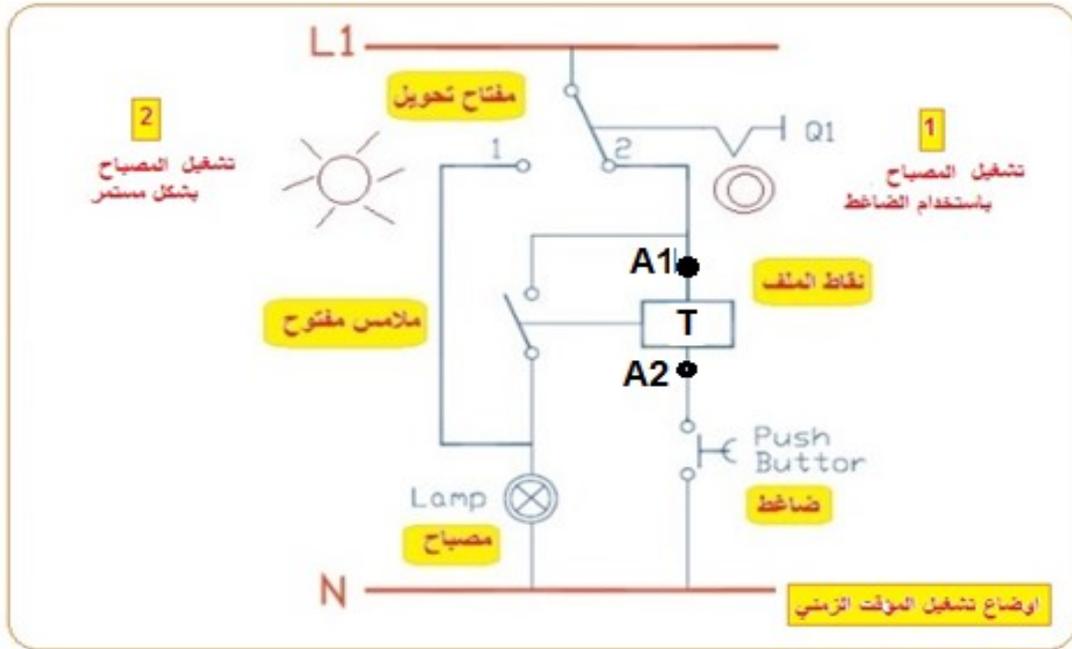
1. جسر أوميغا مركب في لوحة توزيع كهربائية.
2. مرحل خطوة.
3. قاطع آلي (10A).
4. مفتاح ضاغط (درج).
5. مصابيح إنارة.
6. أسلاك كهربائية.
7. عدد يدوية مناسبة.

المعلومات الأساسية

يعمل المؤقت الزمني (Timer) على إيصال التيار الكهربائي إلى مصباح (أو مصابيح عديدة متصلة على التوازي) لفترة زمنية محددة تضبط حسب متطلبات المبنى، ويعمل ملف المؤقت (المرحل) الزمني باستخدام أحد مفاتيح الدرج (المتصلة على التوازي أيضاً) والموجودة في مداخل الطوابق، فعند الضغط على أي من مفاتيح الدرج المتصلة بالمؤقت الزمني يتفعل ملفه أولاً، ثم يعمل ملامس المرحل على تغيير وضعه (الإغلاق)، وبالتالي على توصيل التيار الكهربائي للمصابيح المتصلة جميعها، وذلك لفترة زمنية محددة حسب مقدار الضبط، ثم يفصل آلياً بعد مرور الوقت الذي تم ضبطه عليه. ويتكوّن المؤقت الزمني المبين في الشكل الآتي، من ملف يعمل بجهد (220 V)، حيث يعمل على إغلاق الملامس المفتوح (Normally Open-NO) لفترة زمنية محددة مسبقاً يتم ضبطها حسب الوقت المطلوب والذي قد يحدد بالدقائق أو بالساعات (حسب نوع المؤقت الزمني المستخدم).

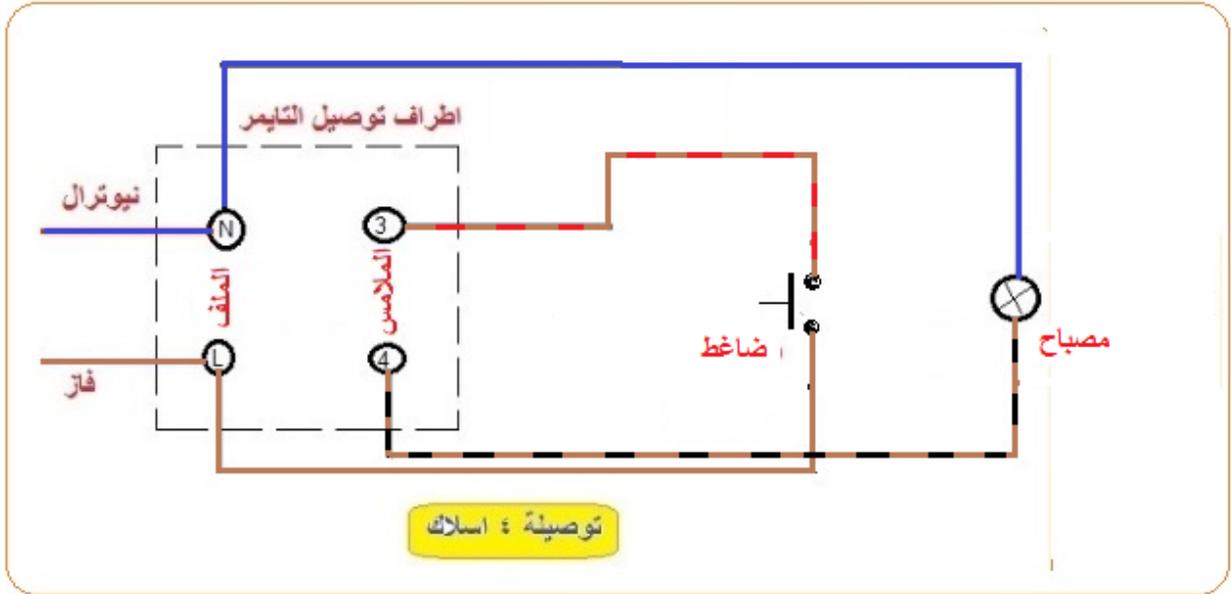


ويتم عادة تركيب المؤقت في اللوحة الرئيسية في داخل العمارة (بيت الدرج)، ويتم حمايته بواسطة قاطع آلي (10 أمبير)، كما يتم سحب أسلاك التوصيل مع الضواغط حسب مكان توزيعها في كلّ مدخل شقة موجودة في العمارة مع مراعاة اختيار ألوان الأسلاك المستخدمة، حيث تسهل عملية التوصيل. ويبين الشكل مخطط تفصيلي يبين طريقة توصيل نقاط المؤقت وإنارة مصباح كهربائي واحد (مع إمكانية إضافة عدد أكثر حسب المطلوب)، لاحظ أيضاً أن المؤقت يحتوي على مفتاح لاختيار وضعية الإنارة (دائمة أو مؤقتة).



خطوات العمل:

1. قراءة مخطط توصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل.



2. تحضير التجهيزات المطلوبة لتنفيذ التمرين.



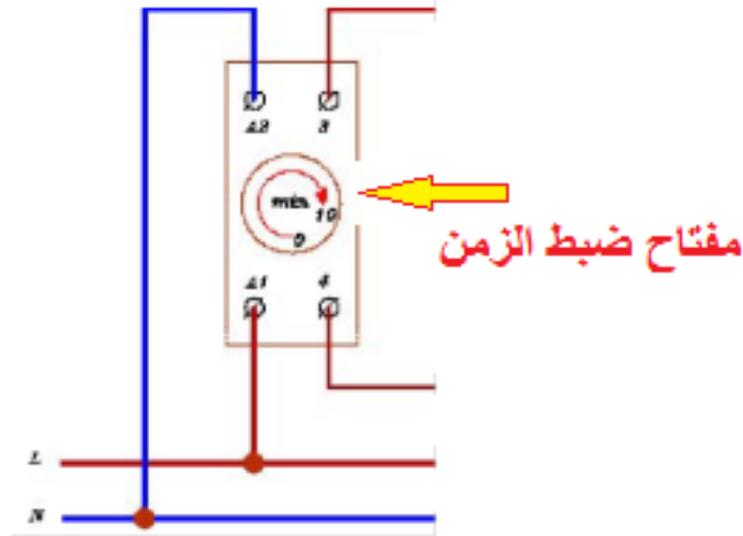
3. تثبيت المؤقت بواسطة التعليق بمفك على جسر أوميغا داخل لوحة التوزيع، لتجهيزه للتوصيل.

4. توصيل الخط المتعادل ذي اللون الأزرق مع النقطة (N) للملف الداخلي للمؤقت الزمني، وكذلك مع أحد طرفي المصباح أيضاً، وذلك حسب المخطط.

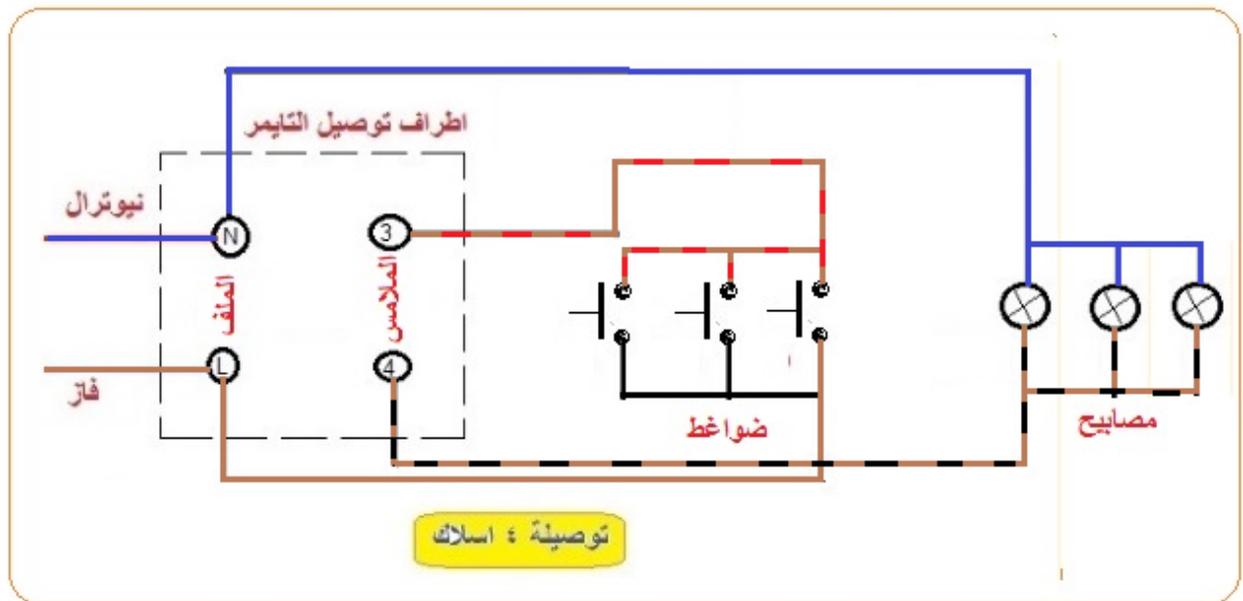
5. توصيل خط الفاز البني مع النقطة (L) للملف الداخلي للمؤقت، وكذلك مع أحد طرفي الضاحظ، حسب المخطط.

6. توصيل النقطة (3) في المخطط والتي تمثل أحد طرفي الملامس المفتوح للمؤقت مع الطرف الآخر للمضاحظ (اللون البني المخطط بالأحمر)، وذلك حسب المخطط في الشكل.

7. توصيل النقطة رقم (4) والتي تمثل الطرف الآخر للملامس المفتوح للمؤقت مع الطرف الآخر للمصباح، أي اللون البني المخطط بالأسود.
8. ضبط الوقت للمؤقت الزمني حسب الوقت اللازم للعمل بواسطة مفتاح ضبط المؤقت الزمني، كما في الشكل.



9. تشغيل المؤقت الزمني بالضغط على ضاغط التشغيل، والانتظار لفصل التيار عن المصباح بعد مرور الوقت المحدد.
10. إعادة توصيل دارة المؤقت الزمني حسب المخطط المبين في الشكل لتشغيل الضاغط من أكثر من مكان، وكذلك باستخدام ثلاثة مصابيح إنارة.



الأسئلة:

- [1] أين يمكن أن تستخدم توصيلة إنارة المصابيح باستخدام المؤقت؟
- [2] أيهما أفضل استخدام توصيلة المؤقت لإنارة مصباح من ثلاثة أماكن أم توصيلة الصليب؟ ولماذا؟
- [3] ارسم مخططاً تفصيلياً لإنارة بيت درج لعمارة مكونة من ثلاثة طوابق باستخدام المؤقت؟
- [4] بيّن كيف يمكن معايرة الزمن الخاص بالمؤقت الذي استخدمته؟
- [5] هل المؤقت الزمني المستخدم في إنارة بيت الدرج يعتبر مؤقت تأخير زمن الوصل أم الفصل؟

توصيل جهاز مرحل الخطوة (Step Relay)

نوع التمرين: جماعي 2-3 طلاب

الأهداف:

يُتوقع بعد تطبيق هذا التمرين أن يكون الطالب قادراً على:

1. تحليل طريقة عمل مرحل الخطوة.
2. تنفيذ دارة مرحل الخطوة لإنارة مصابيح عديدة.

الأجهزة/ الأدوات:

1. جسر أوميغا مركب في لوحة توزيع كهربائية.
2. مرحل خطوة.
3. قاطع آلي (10A).
4. مفتاح ضاغط (ضواغط).
5. مصابيح إنارة.
6. أسلاك كهربائية.
7. عدد يدوية مناسبة.



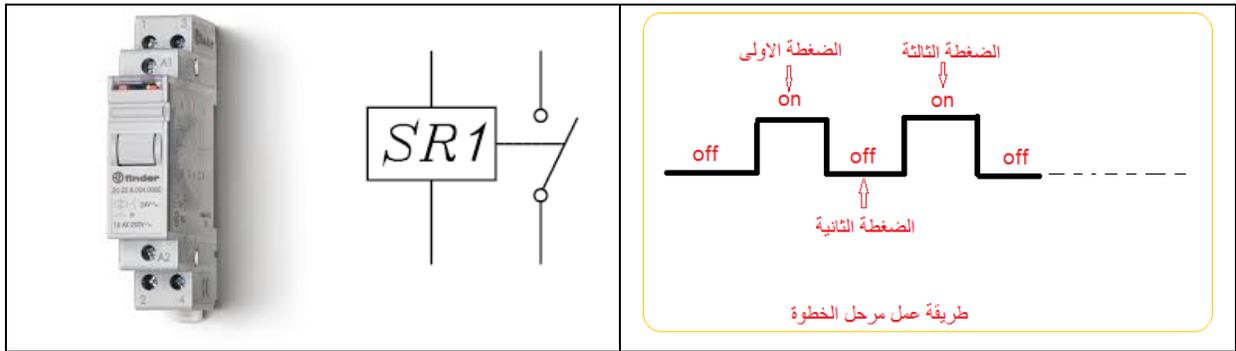
المعلومات الأساسية

يعدّ المرحل الكهربائي أو ما يعرف بالريلّي (relay) عنصراً أساسياً في أنظمة التّحكم الكهربائيّة، ويتكوّن المرحل بشكل عام من جزئيين أساسيين، هما ملف المرحل (coil)، وعادة ما يشار إلى طرفي الملف بالرموز (A1, A2) والملامسات (contacts)، والتي يشار إليها بالرموز (1, 2). يتم تغذية ملف الريلّي من مصدر تيار متناوب بجهد (220 v)، وقد ينظر للمرحل على أنه يتكوّن في الحقيقة من دائرتين إحداهما للتّحكم بتشغيل المرحل، والأخرى للتّحكم بتوصيل التّيار للمصباح الكهربائيّ، ولكن لن يتم تشغيل الحمل الكهربائيّ إلا بتفعيل ملف الريلّي بداية عن طريق الضّاغط.

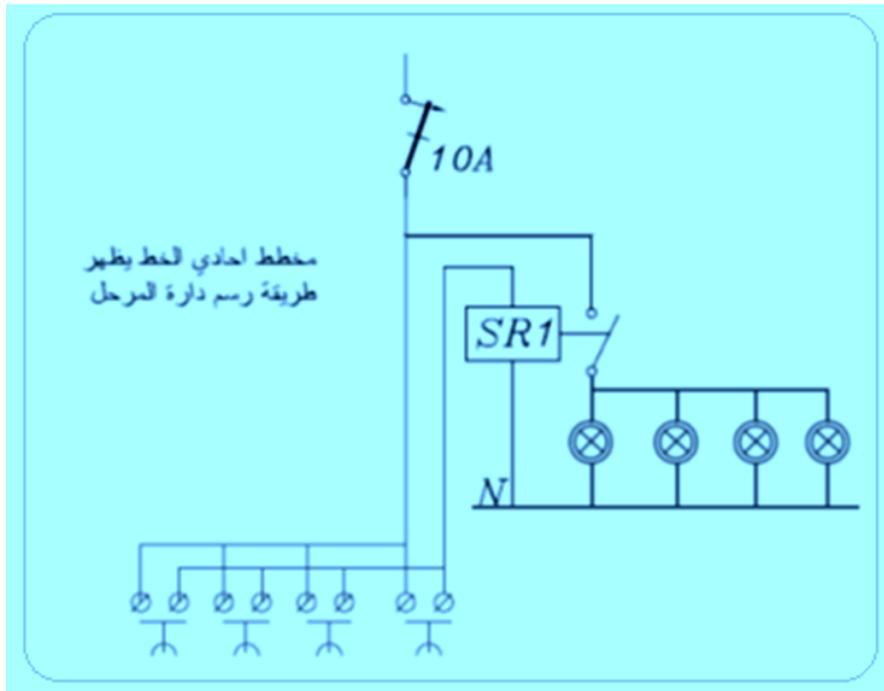
وفي حالة مرحل الخطوة المبين في الشّكل التالي، يتم تركيبه ضمن التّمديدات الكهربائيّة المنزلية التي عادة ما تعمل من مصدر جهد متناوب (220 v). ويبين الشّكل كذلك، الضّاغط الكهربائيّ الذي يعمل على تفعيل ملف المرحل عند الضغط عليه، وبالتالي يعمل على تشغيل (أو إطفاء) المصابيح الكهربائيّة المتصلة بملامس مرحل الخطوة (النقطتين 1، 2).



ويبين الشكل الآتي طريقة عمل مرحل الخطوة عند الضغط على الضاغط الكهربائي (الإنارة) لأكثر من مرة.

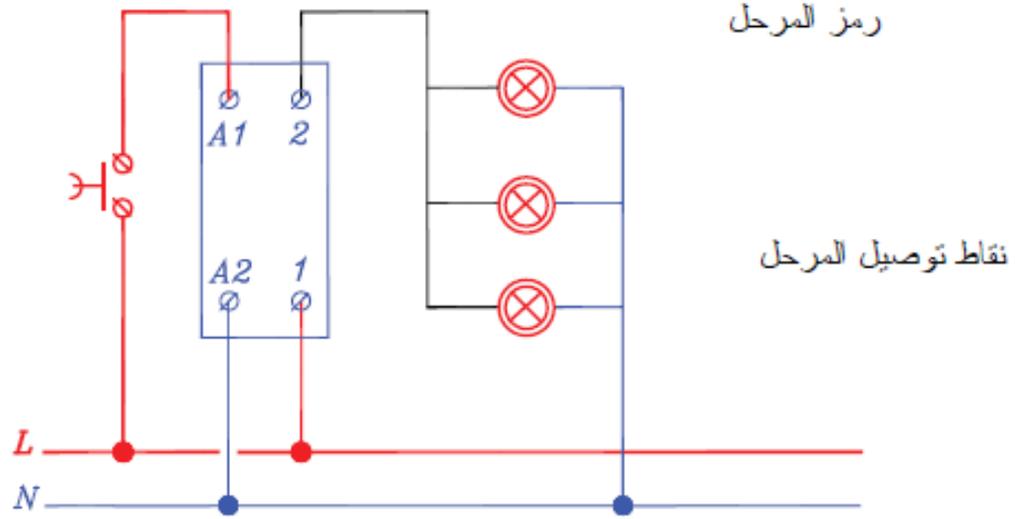


ويبين الشكل التالي طريقة توصيل مرحل الخطوة، وحمائته بقاطع آلي (10) أمبير.

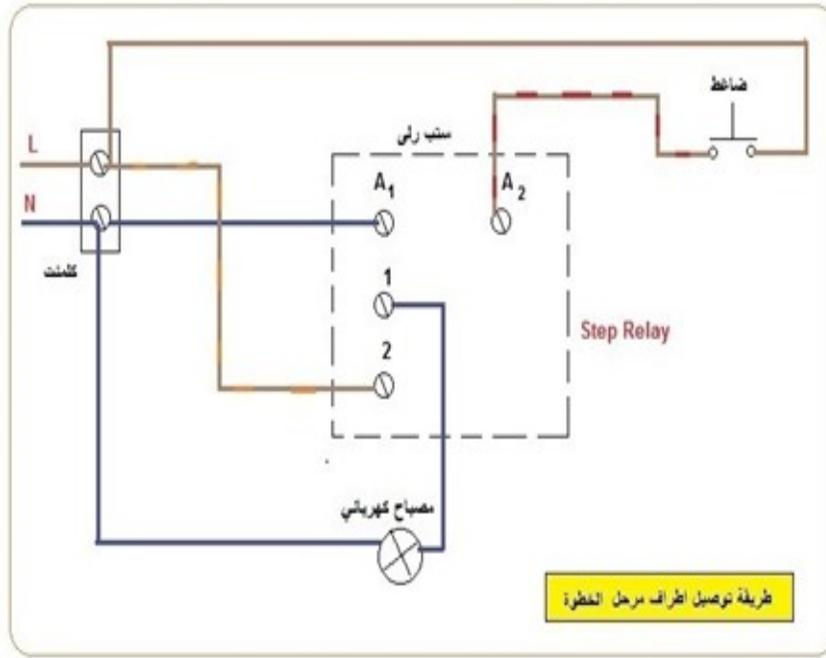


خطوات تنفيذ التمرين:

1. قراءة مخطط توصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل الآتي.

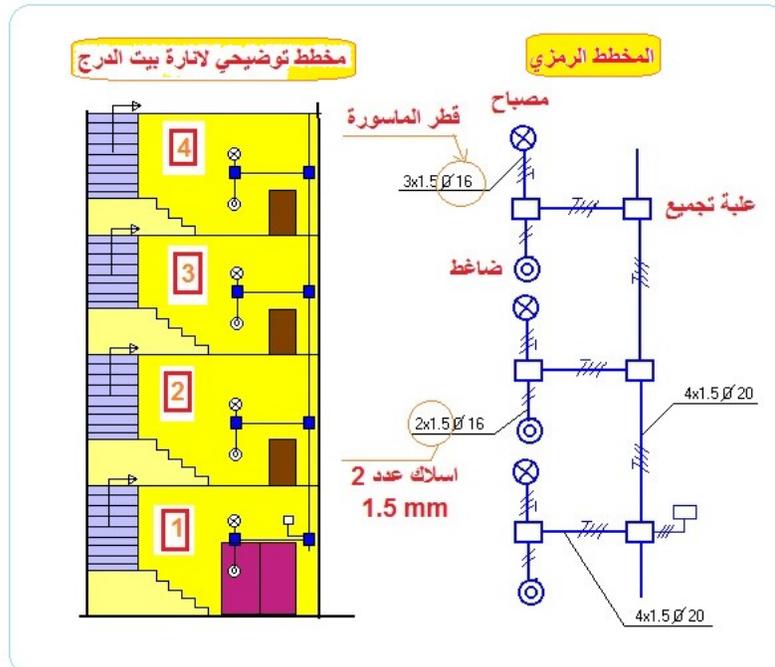


2. توصيل خط الفاز باللون البني مع كل من أحد طرفي الضاغط ومع النقطة رقم (2) لأحد طرفي الملامس المفتوح للريلى، كما في الشكل.
3. توصيل الخط المتعادل الأزرق مع كل من أحد طرفي المصباح ومع أحد طرفي ملف مرحل الخطوة (A1)، كما في الشكل.
4. توصيل الطرف الآخر للمصباح مع النقطة رقم (1) والتي تمثل الطرف الآخر للملامس المفتوح لمرحل الخطوة، كما في الشكل.
5. توصيل الطرف الآخر للضاغط مع الطرف الآخر لملف المرحل (A2)، كما في الشكل.
6. الضغط على ضاغط التشغيل لإنارة المصباح، وتشغيل الدارة للمرة الأولى.
7. الضغط مرة أخرى على الضاغط لإطفاء المصباح.



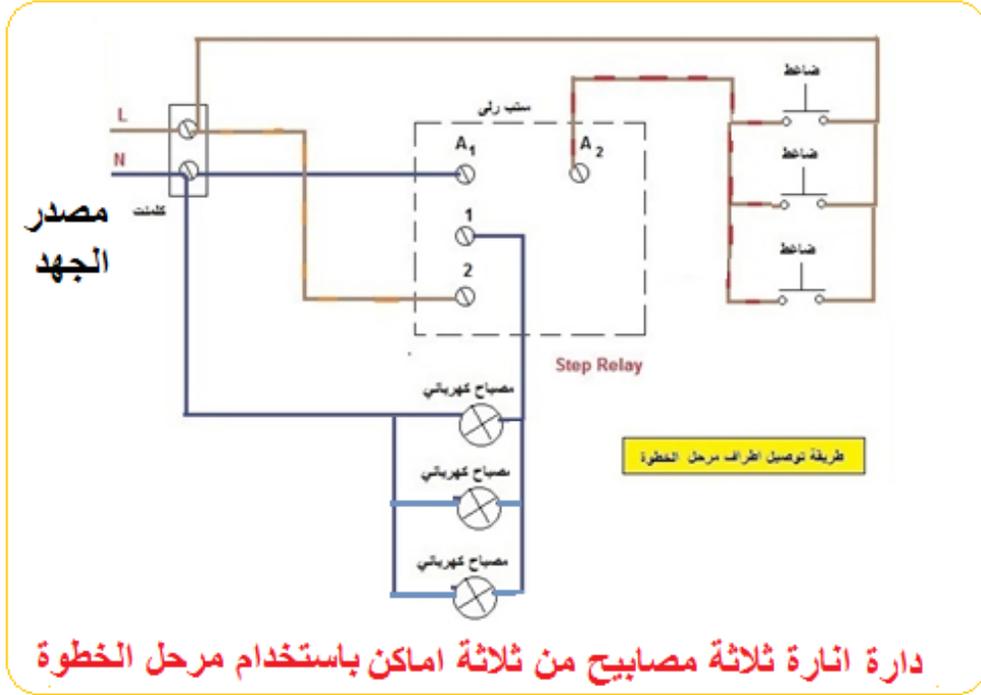
نشاط:

يمثل الشكل المجاور مخططاً رمزياً، وآخر توضيحياً لإنارة مصابيح عديدة لبيت الدرج في عمارة مكوّنة من عدد من الطوابق، تفحص المخطط وحاول تفسير مكوناتها جميعاً، وكيفية تنفيذها عملياً على الواقع.



سؤال:

اشرح مكونات الدارة المبينة في الشكل التالي موضحاً كيفية توصيل الصّواغط والمصابيح مع بعضهم بعضاً، وبين أين؟ ولماذا تستخدم؟



أسئلة:

- [1] ما الفرق من حيث مبدأ العمل بين إنارة بيت بمرحل خطوة وبمؤقت زمني؟
- [2] هل تنطفئ إنارة الدرج باستخدام مرحل الخطوة بعد فترة من إضافتها؟

التمرين الحادي عشر:

تجميع لوحة توزيع كهربائية منزلية (لوحة تابلو منزلية)

نوع التمرين: جماعي 2-3 طلاب

الأهداف:

يُتوقع بعد تطبيق هذا التمرين أن يكون الطالب قادراً على:

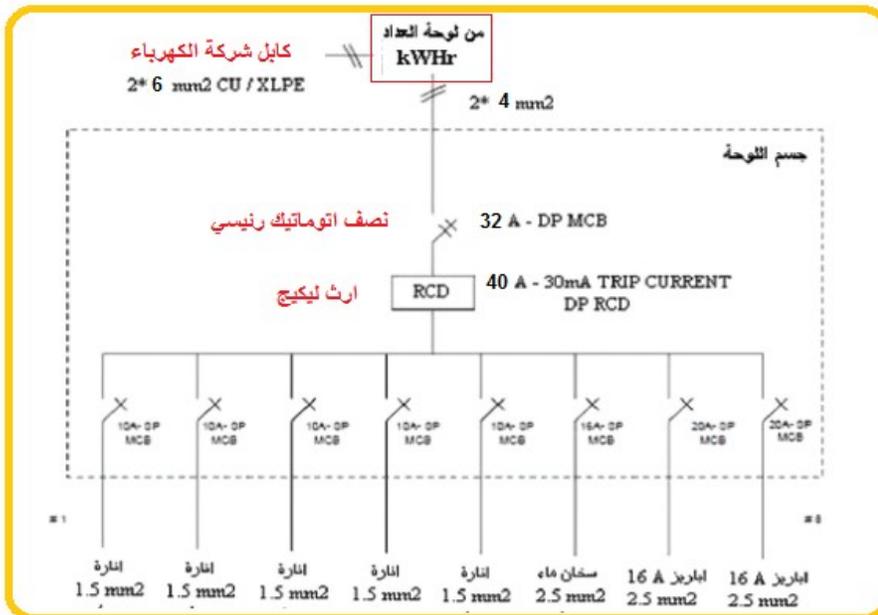
1. تركيب علبة لوحة التوزيع الكهربائية في المنزل.
2. تركيب قواطع آلية داخل لوحة التوزيع الكهربائية الرئيسية.
3. توصيل لوحة توزيع كهربائية رئيسية، وتشغيلها.

الأجهزة/ الأدوات:

1. مصدر جهد متردد أحادي الطور.
2. مفتاح تشغيل (مفتاح مفرد).
3. جهاز القياس ذي الملقط.
4. أحمال كهربائية مختلفة (مصباح كهربائي/ مدفأة كهربائية).
5. أسلاك توصيل مناسبة لتيار الحمل.
6. وسائل حماية مناسبة لطبيعة الحمل.

المعلومات الأساسية

تعمل لوحة التوزيع الكهربائية الرئيسية كحلقة وصل ما بين مصدر الجهد الكهربائي التابع لشركة الكهرباء (أو لوحة عداد المستهلك) وما بين الدوائر الكهربائية الخاصة بالمستهلك، كما في الشكل.



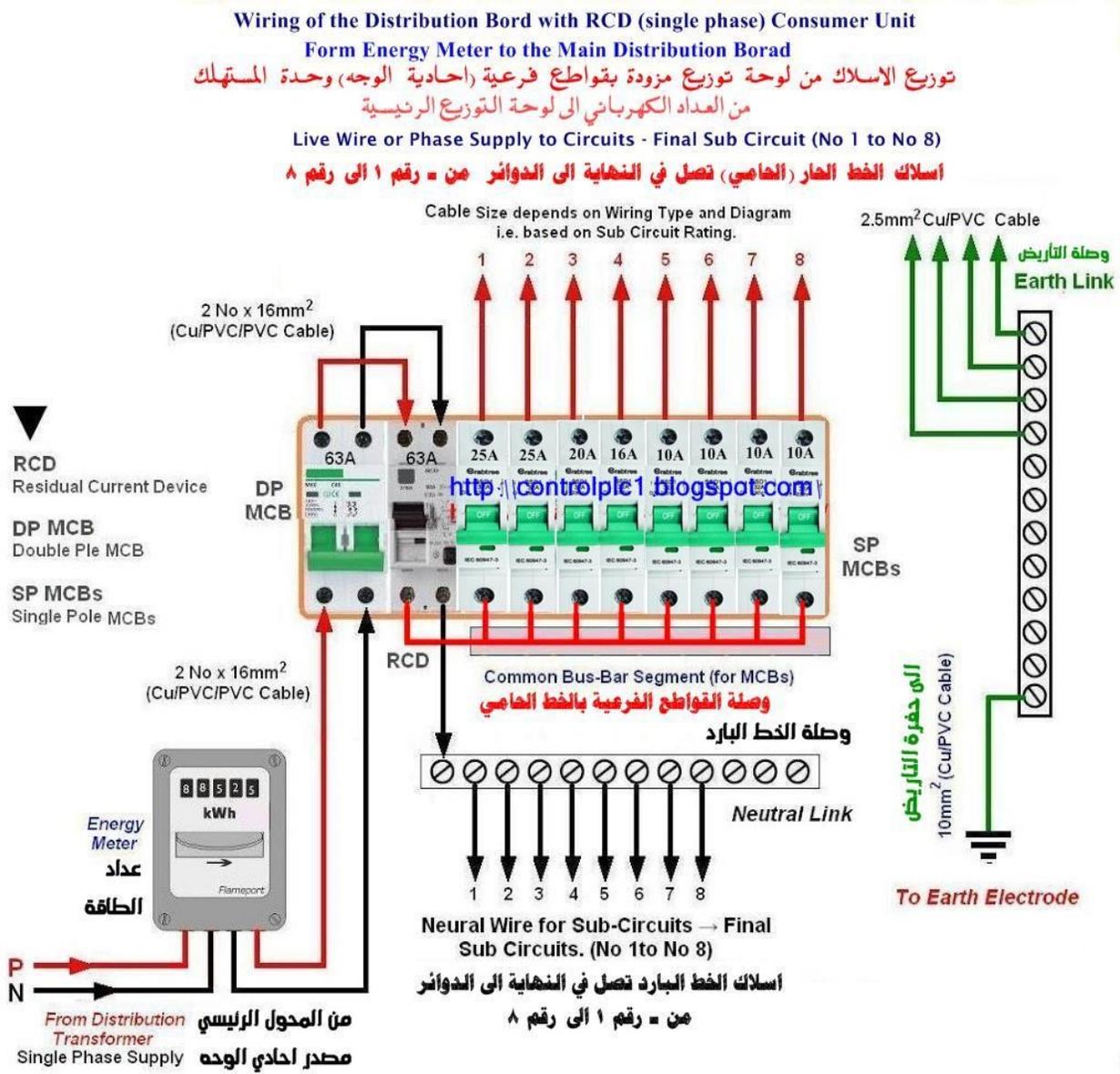
تبدأ مرحلة التّجهيز لتركيب وتثبيت علبة لوحة التّوزيع الرئيسية من مرحلة النّقّطع للمبنى، حيث يتم اختيار سعة اللوحة حسب مخطط الكهرباء المرفق، ومن ثم تثبيتها داخل الجدار الجانبي بواسطة الباطون في المكان المحدد، وعادة ما يتم اختيار مكان تركيبها بعناية فائقة وفي مكان مناسب في المنزل، وتثبت على ارتفاع (180سم) من سطح البلاط.



يتم بعدها توصيل أطراف (البرابيش) الخارجة من أماكن تواجد علب المفاتيح والأباريز ووحدات الإنارة إلى داخل لوحة التّوزيع الكهربائية، وتثبيتها بواسطة الباطون على الجدران الجانبية والأرضيات، ويجب أن يتم إغلاق أطراف المواسير داخل لوحة التّوزيع الكهربائية خوفاً من إغلاقها نتيجة تسرب الأوساخ إليها.

خطوات تنفيذ التمرين:

1. قراءة مخطط توصيل لوحة التوزيع الكهربائية المبينة في الشكل.

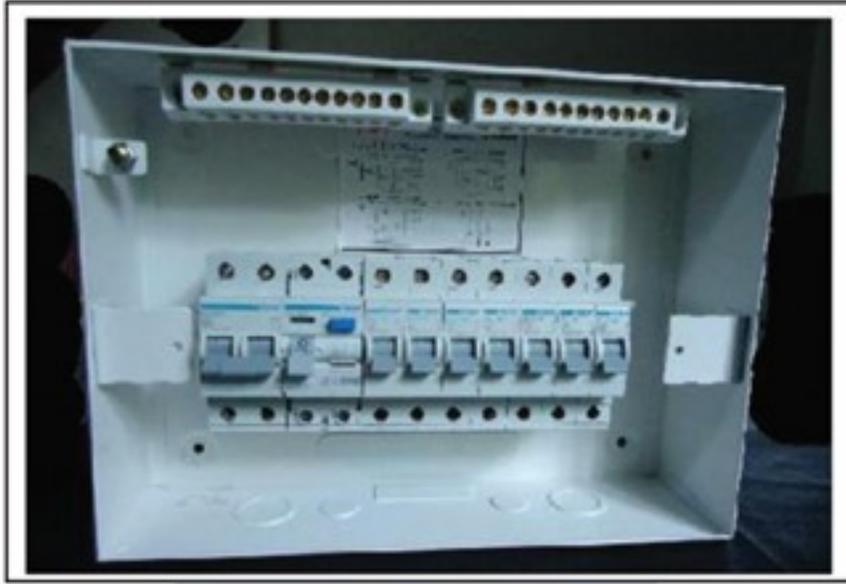


2. تحضير لوحة التجميع الخاصة بلوحة التوزيع الرئيسية، والتأكد من توفر مكوناتها الأساسية جميعها (جسر الإرت/ جسر النيوترال/ جسر تثبيت القواطع (أوميجا))



تثبيت جسر الإيرث وجسر النيوترال وجسر حامل القواطع

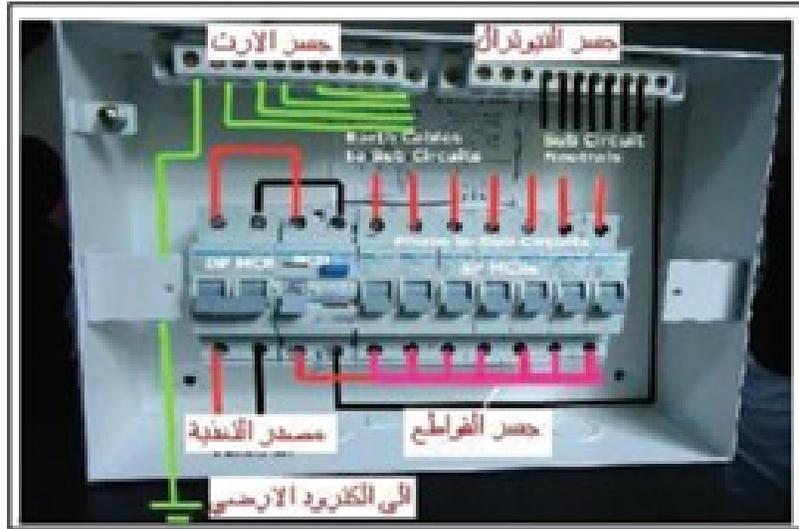
3. تثبيت القواطع الآلية على جسر أوميجا داخل لوحة التوزيع الكهربائية الرئيسية بالعدد المطلوب حسب عدد الدارات الكهربائية وترتيبها، وكذلك تثبيت قاطع التسرب الأرضي (الإرت ليكيج)، كما في الشكل.



تثبيت القواطع على الجسر

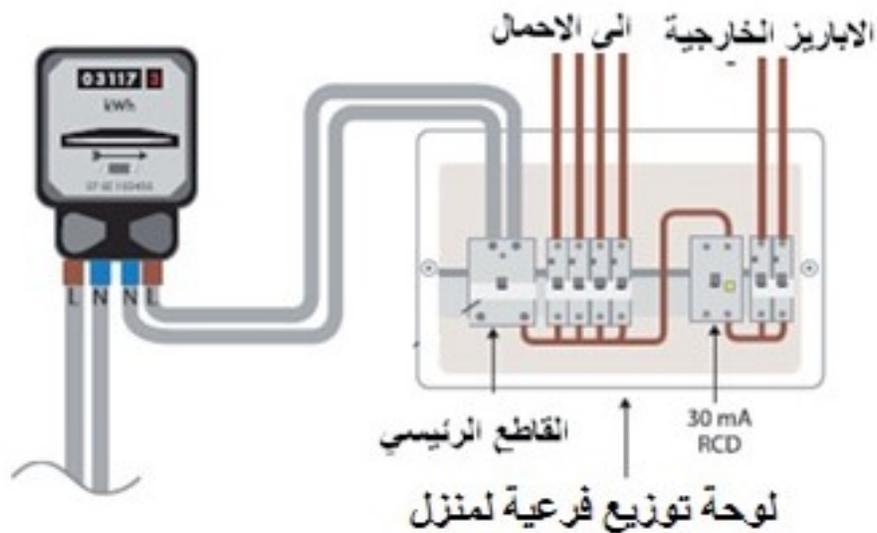
4. تعرية أطراف الأسلاك الكهربائية بالقدر المناسب، وترتيبها حسب نوعية الأحمال (إنارة/ أباريز) داخل لوحة التوزيع الكهربائية لتناسب أماكن وجود القواطع ومقرراتها الأمبيرية (10 \ 16).

5. توصيل خطوط الإرث جميعها، وتثبيتها على جسر الإرث داخل لوحة التوزيع الكهربائية، كما في الشكل.

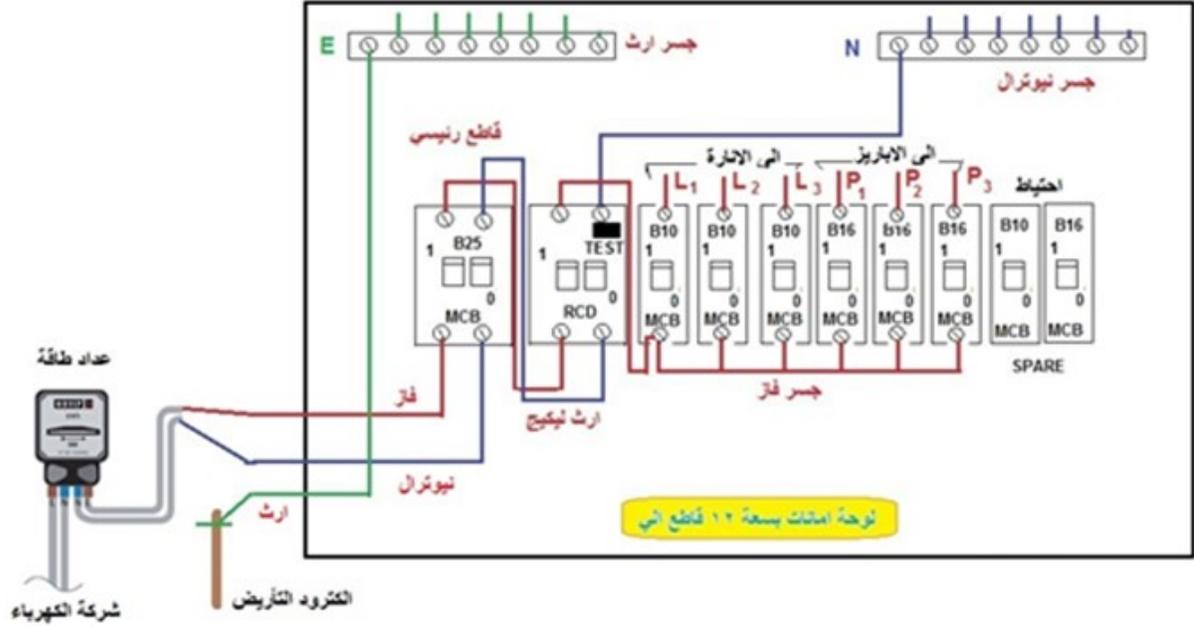


تجميع خطوط النيوترال وخطوط موصلات الوقاية

6. توصيل طرفي خط التغذية الرئيسي القادم من عداد الطاقة مع مدخل القاطع الآلي الثنائي ومع مدخل قاطع التسرب الأرضي (الإرث ليكيج)، وكذلك توصيل الخط المتعادل لمخرج قاطع التسرب الأرضي مع جسر النيوترال المثبت داخل اللوحة، وكذلك توصيل خط الفاز الخارج من قاطع التسرب الأرضي مع مداخل القواطع الآلية (يمكن استخدام ما يسمى جسر تجميع الفاز)، كما في الشكل.



7. توصيل الأسلاك الخاصة بوحدة الإنارة (أسلاك بمساحة مقطع 1.5 ملم²) مع القواطع الآلية ذات المقرر (10 أمبير)، وكذلك توصيل الأسلاك الخاصة بمخارج الأباريز (بمساحة مقطع 2.5 ملم²) مع القواطع الآلية ذات المقرر (16 أمبير).

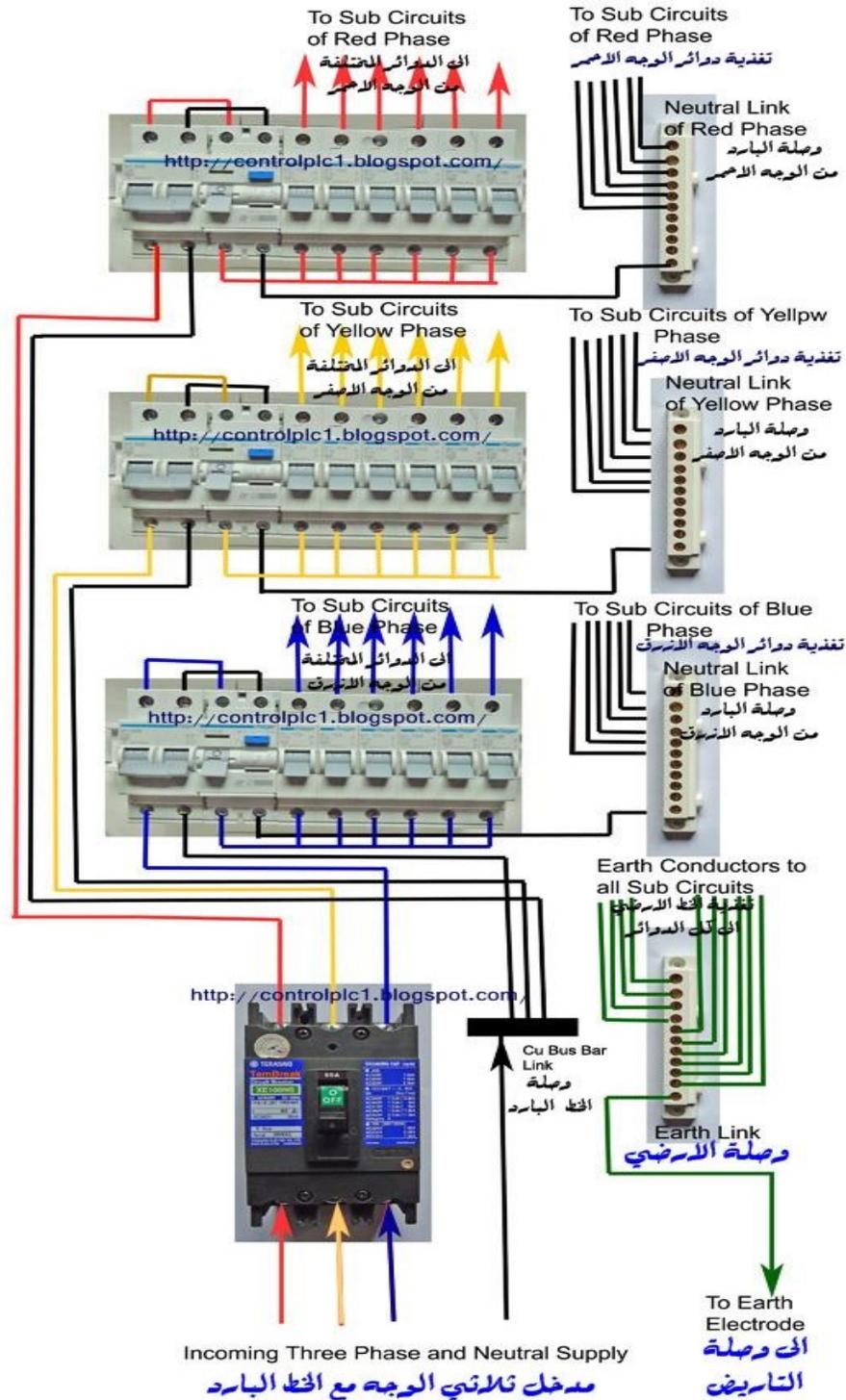


أسئلة:

- [1] كيف يمكن اختيار سعة لوحة التوزيع الكهربائية؟ ما ملحقاتها؟
- [2] ما أنواع لوحات التوزيع الكهربائية من ناحية طريقة التركيب والتثبيت؟
- [3] ما سعات لوحات التوزيع الكهربائية الداخلية المتوفرة في السوق المحلي؟
- [4] كيف يمكن توصيل أطراف القواطع الآلية في اللوحة معاً من جهة المصدر؟ وماذا يستخدم في العادة لذلك؟
- [5] من أين يتم الحصول على خط الإرت الرئيسي داخل اللوحة، وأين يتم توصيله؟

نشاط:

يبين الشكل الآتي لوحة تجميع ثلاثية الطور وتوصيلاتها الداخلية، حللها مع زميلك، وناقش الفروقات بينها وبين لوحات التوزيع أحادية الطور.



التمرين الثاني عشر:

تنفيذ نظام تأريض لمبنى باستخدام طريقة لحام شبكة حديد الأساسات ونظام الإلكترودات

نوع التمرين: جماعي 2-3 طلاب

الأهداف:

يُتوقع بعد تطبيق هذا التمرين أن يكون الطالب قادراً على:

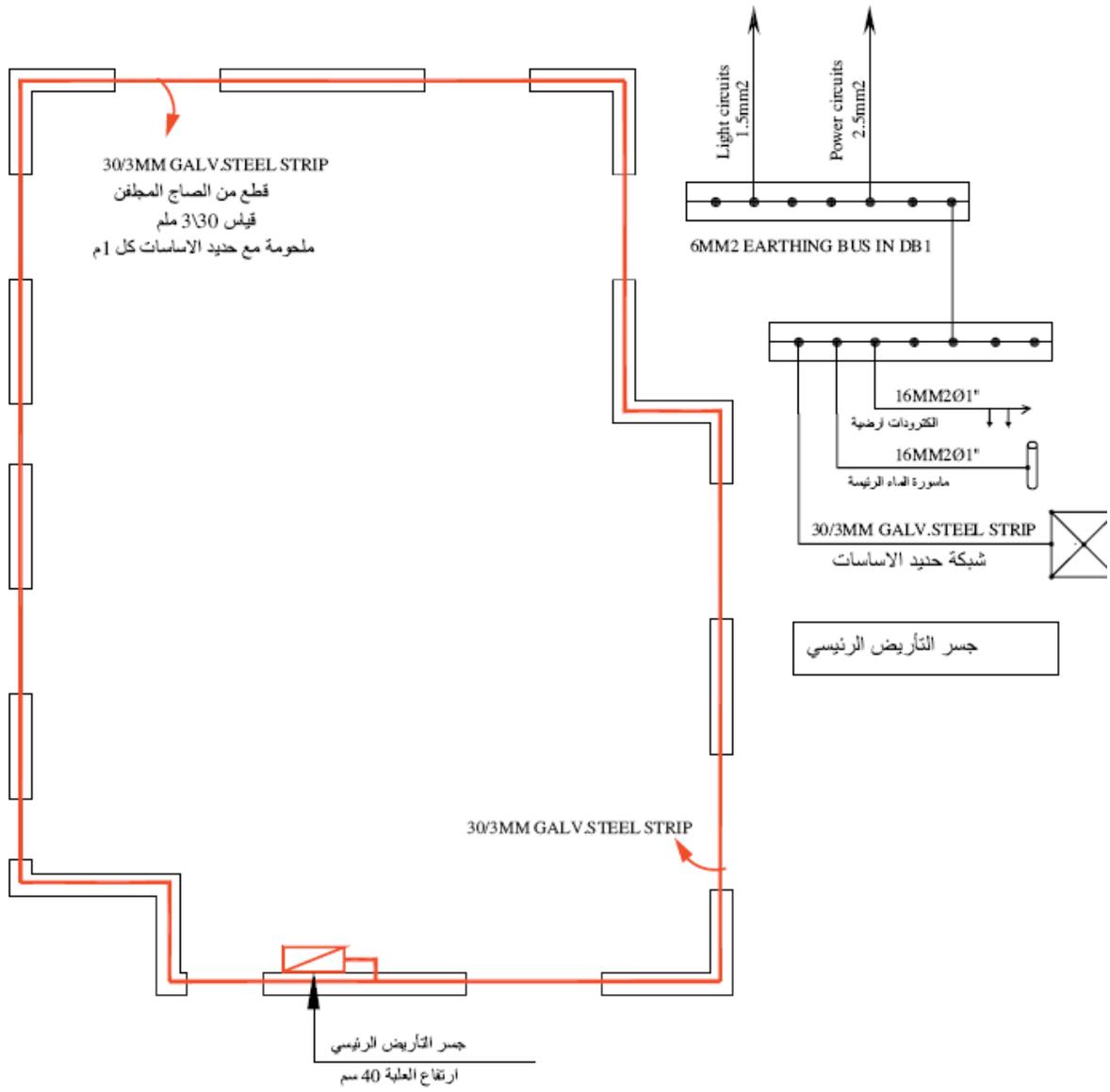
1. تحليل عملية لحام حديد الجسور الأرضية وحديد القواعد وتركيب الإلكترودات.
2. تحديد مسار ومقاس حديد التأريض، وربطه مع جسر التأريض الرئيسي (جسر تساوي الجهد).
3. تحديد مواقع الإلكترودات الأرضية ومقاساتها، وطريقة ربطها مع جسر التأريض الرئيسي.
4. قراءة مخطط هيكل أحادي الخط لجسر التأريض الرئيسي موضحاً عليه النواقل المربوطة فيه كافة.
5. توصيل نظام تأريض متكامل لمبنى (لحام شبكة حديد الأساسات وتركيب الإلكترودات).

الأجهزة / الأدوات:

1. صاج مجلفن بقياس (3x30) ملم 2.
2. موصل تأريض (ارث) بمساحة مقطع لا تقل عن (10 ملم²) وبطول مناسب.
3. إلكترودات نحاسية (تأريض) بطول (1.5m).
4. مرابط نحاسية خاصة بالإلكترود.
5. أدوات حفر (حفرة تأريض) بأبعاد مناسبة.
6. منهل إسمنتي مع غطاء مناسب.
7. ماكينة لحام إلكترونية.

المعلومات الأساسية

وتبدأ مرحلة التأريض للمبنى مع مرحلة صب خرسانة الأرضية، بعد أن يتم تجهيز حديد الأساسات، حيث يستعمل شريط مبسط مصنوع من الحديد الصلب كموصل تأريض لزيادة فعالية نظام التأريض، يتم لحام قواعد الأعمدة وجسور شبكة حديد الأساسات المصنوعة من الحديد الصلب مع قضبان من الحديد المستخدم للبناء بقطر 8 ملم على الإطار الخارجي لحديد تسليح القواعد لترتبط جميعها مع بعضها بعضاً، وتنتهي بصفيحة من الصاج المجلفن يربط ويلحم معها صفائح من الحديد المجلفن بقياس (3x30) ملم 2، لتظهر على المحيط الخارجي للبناء كل مسافة 2 متر تقريباً أو حسب الحاجة (للتأريض المعدات خارج البناء)، ويربط موصل الأرضي المصنوع من شريط من النحاس (القابل للحام) ليخرج باتجاه جسر تساوي الجهد الموجود في لوحة التوزيع الرئيسية داخل المبنى.



خطوات تنفيذ التّمرين:

1. قراءة مخطط تأريض مبنى بواسطة شبكة حديد الأساسات المبين في الشكل أعلاه.
2. تحضير العدد والأدوات والتّجهيزات اللازمة لتنفيذ التّمرين.



خط الإِرتِث الرئِيسِي



مرابط نحاسية خاصة بالإِلكترود



قضيب الإِلكترود مع موصل الوقاية الرئِيسِي



صاج مجلفن بقياس (3x30) ملم 2

3. تحديد أنواع وسائل التّأريض (وعدد الإِلكترونات).

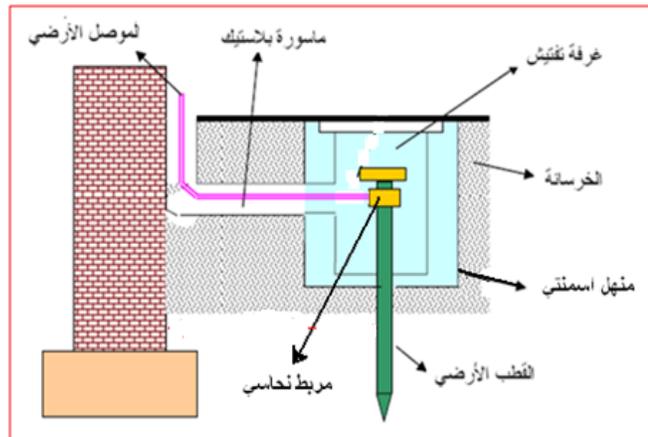
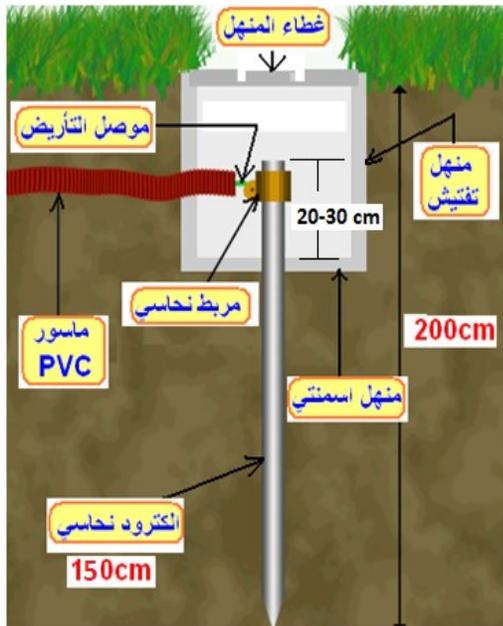
4. لحام شبكة حديد الأساسات باستخدام الصّاج المجلفن على محيط حديد البناء، ثم إخراج طرف موصل التّأريض إلى جسر تساوي الجهد الرئيسيّ (جسر الجهد الصّفري).



5. وصل حلقة الصّاج المجلفن بواسطة كوابل تأريض إلى حفر التّأريض المحيطة بالمبنى، أما إذا كان محيط المبنى غير جاهز فيتم فقط مدّ الكوابل وانتظار المرحلة المناسبة لإتمام العملية من زرع الإلكترودات، ووصل حلقة التّأريض بها.

6. تجهيز أبعاد حفرة التّأريض المناسبة (بالطريقة المناسبة) لوضع الإلكترود فيها، كما في الشّكل.

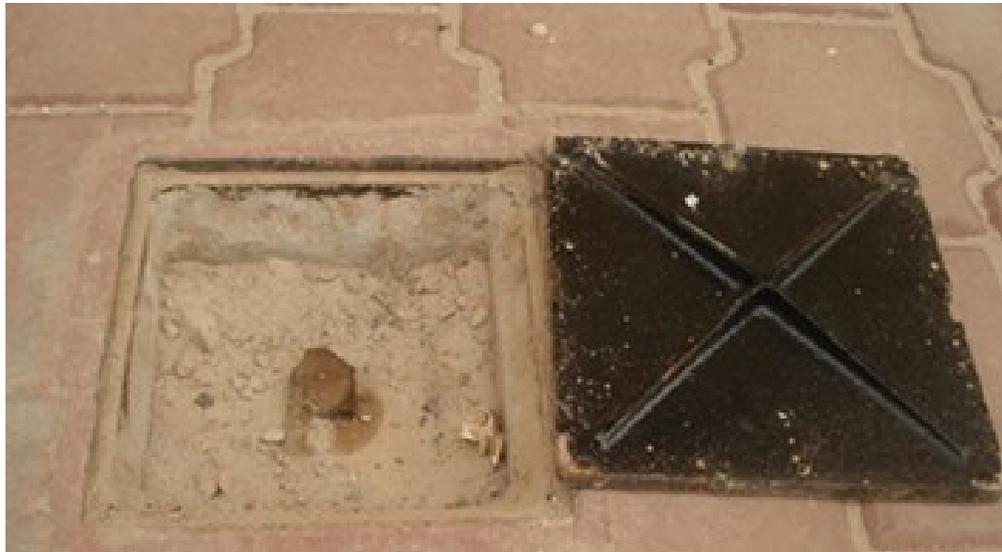
7. دق الإلكترود بواسطة مطرقة في التربة، حيث تبقى مسافة حوالي (20سم) ظاهرة منه ليتم ربط الإلكترود، وفحص جودة التّوصيل لاحقاً، كما في الشّكل.



8. توصيل خط موصل التأريض الرئيسي بمساحة مقطع لا تقل عن (10 ملم²) مع قضيب التأريض بواسطة مبربط نحاسي من جهة ومع جسر تساوي الجهد من الجهة الأخرى، كما في الشكل.



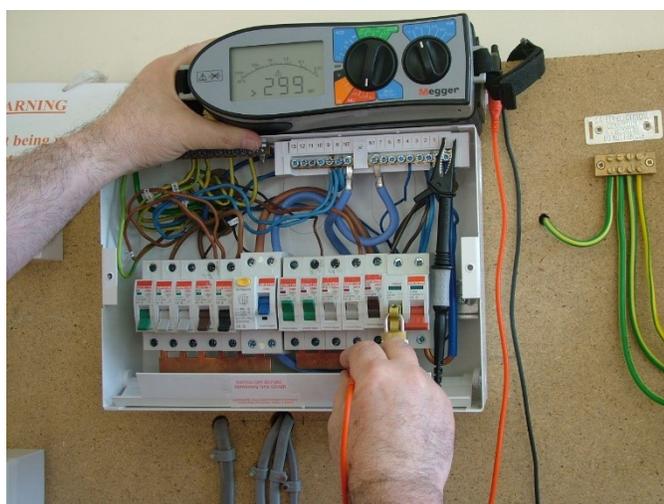
9. توفير منهل تفتيش إسمنتي مع غطاء (أبعاده التقريبية (45X 45 X 20) سم) حول قضيب التأريض لفحص جودة التوصيل لاحقاً كل فترة زمنية، كما في الشكل.



10. يمكن إضافة أي عدد من الإلكترودات التي يجب أن توصل على التوازي مع بعضها بعضاً، وذلك حسب قيمة فحص مقاومة التأريض التي يجب أن تقل عن (5 أوم).

الأسئلة:

- [1] ما أهمية التأريض؟
- [2] ما أهمية قياس قيمة مقاومة الأرضي؟
- [3] اذكر ثلاث طرق تستخدم لتوفير التأريض المناسب لأي مبنى، مع توضيح أي من هذه الطرق الثلاث أفضل؟
- [4] ما الذي يحدد أي عدد من الإلكترونات التي يجب استخدامها؟



الأهداف:

يُتوقع بعد تطبيق هذا التمرين أن يكون الطالب قادراً على:

1. فحص القطبية.
2. فحص استمرارية توصيل الموصلات في الأسلاك والكوابل.
3. فحص العازلية للتركيبات الكهربائية.
4. فحص قيمة مقاومة الأرضي (الإرث).

الأجهزة/ الأدوات:

1. مصدر جهد متردد أحادي الطور.
2. جهاز فحص القطبية (DMM).
3. جهاز فحص استمرارية التوصيل (DMM).
4. جهاز فحص مقاومة العزل.
5. جهاز فحص مقاومة الأرضي.
6. لوحة توزيع كهربائية منزلية.

المعلومات الأساسية

تشمل الاختبارات الكهربائية ما قبل الترخيص، إضافة إلى اختبارات الفحص العيني للتركيبات الكهربائية في المباني ما يلي:

1. فحص مقاومة العزل لموصلات الكوابل والتمديدات الخاصة بالتركيبات الثابتة.
2. فحص الاستمرارية والموصلية للموصلات الوقائية والمتساوية في الجهد والربط الأرضي.
3. التّحقق من عدد المقابس (الآباريز) المسموح به لكلّ دائرة، والتّحقق من مساحة مقطع الموصلات جميعها، وملاءمتها للسيطرة على مستويات دائرة القصر مع الأخذ بالاعتبار الأجهزة الوقائية المرتبطة والمواد وظروف التركيبات لهذه الموصلات (في الهواء، داخل مواسير، مدفونة في الأرض، ...).

لذلك وبعد الانتهاء من التركيبات الكهربائية في المباني وقبل التشغيل، يجب قياس مقاومة عزل الأسلاك المستخدمة في التركيبات للتأكد من:

1. عدم إصابة العازل بأية أضرار أثناء عملية تمديد الأسلاك في المجاري الخاصة بها.
2. صحة الوصلات التي استخدمت في ربط الدوائر الفرعية بالدوائر العمومية، ومن صحة تنفيذ نهايات الأسلاك، وربطها بالمخارج على اختلاف أنواعها.
3. خلو الدائرة من أعطال القصر بين الموصلات المستخدمة في التمديدات الكهربائية.
4. إن الأبازيز موصولة بالشكل الصحيح فعندما تنظر من الأمام إلى المقبس أو الإبريز، يجب أن تكون وصلة الطور إلى الجهة اليمنى، ووصلة المحايد إلى الجهة اليسرى، ووصلة الأرضي إلى فوق أو إلى الأسفل حسب نوع الإبريز.

يستخدم جهاز قياس مقاومة العزل الكهربائية (والتي يجب أن تكون عالية جداً)، لفحص عازلية الأسلاك الكهربائية بين الحين والآخر، للتأكد من سلامتها.

ولهذا الغرض يُستخدم جهاز قياس مقاومة العزل (المعروف بالميجر) **Megger** ، لأنه يقيس مقومات قيمتها بالميجا أوم. وتجرى عادة ثلاثة قياسات للعازلية، هي:

1. فحص مقاومة العزل ما بين خط الفاز (L) والنيوترال (N).
2. فحص مقاومة العزل ما بين خط الفاز (L) والإرث (E).
3. فحص مقاومة العزل ما بين خط النيوترال (N) والإرث (E).



وتكون قيمة مقاومة العازلية الكهربائية المراد قياسها بالميجا أوم، علماً بأن مقاومة العزل للتمديدات ليست متساوية، بل تتأثر بالرطوبة إضافة إلى تقادم عمر التمديدات، ولا يمكن قياس مثل هذه القيم بجهاز قياس المقاومة العادي (الأوم ميتر)، ولهذا السبب يستخدم جهاز فحص العازلية، كما في الشكل المجاور.

فحص فاعلية الأرضي: يبين الشكل الآتي جهاز فحص مقاومة الإرث، ويجب ألا تتعدى قيمة قراءة الجهاز عن (5 أوم).



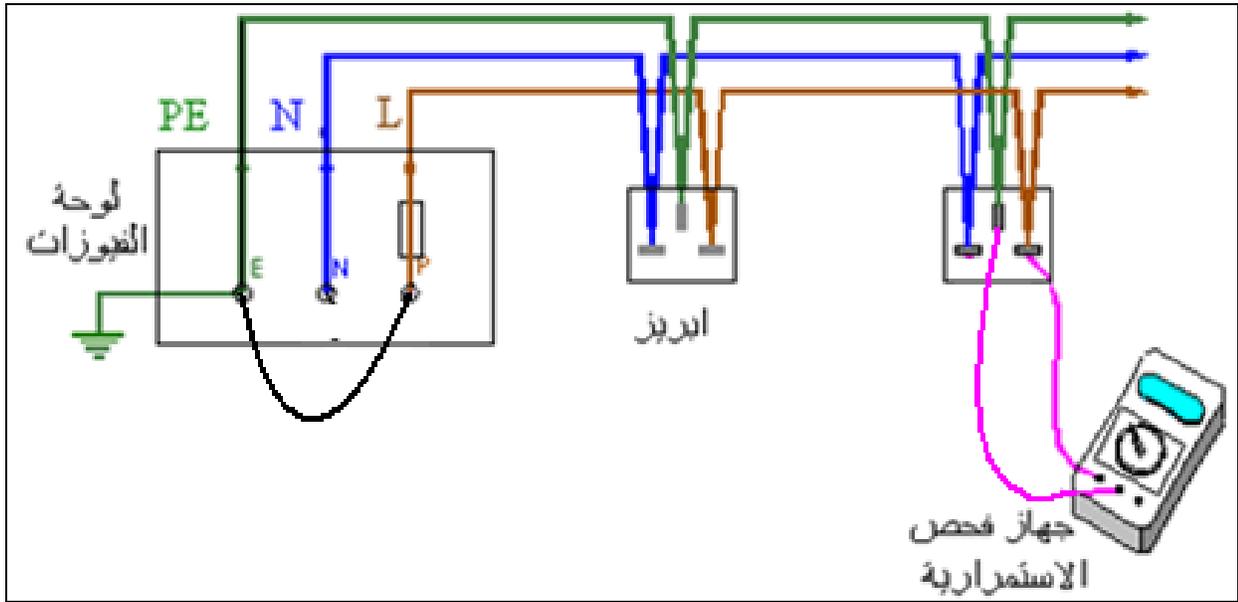
خطوات العمل:

أولاً: فحص القطبية باستخدام فحص الاستمرارية (مع فصل مصدر التغذية)

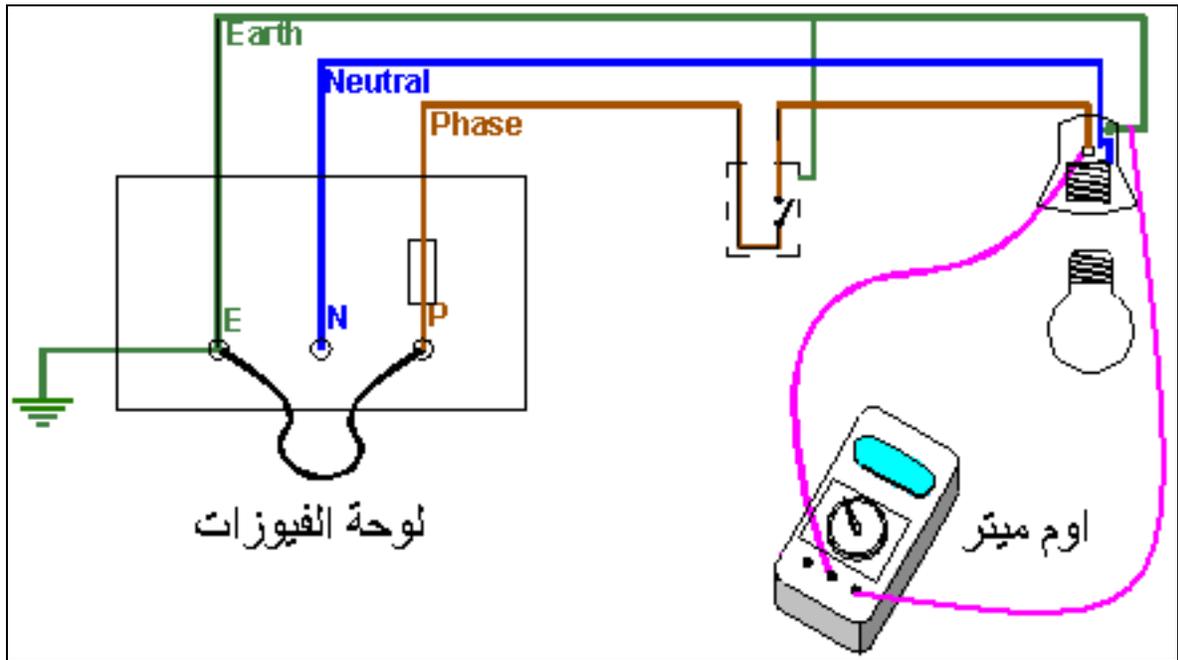
1. فحص الجهد الكهربائي الواصل للمقبس، كما في الشكل



2. عمل فحص الاستمرارية بين كلّ مقبس وطرف الطور على جهاز الوقاية الخاص بالدائرة في لوحة التوزيع، كما في الشكل.

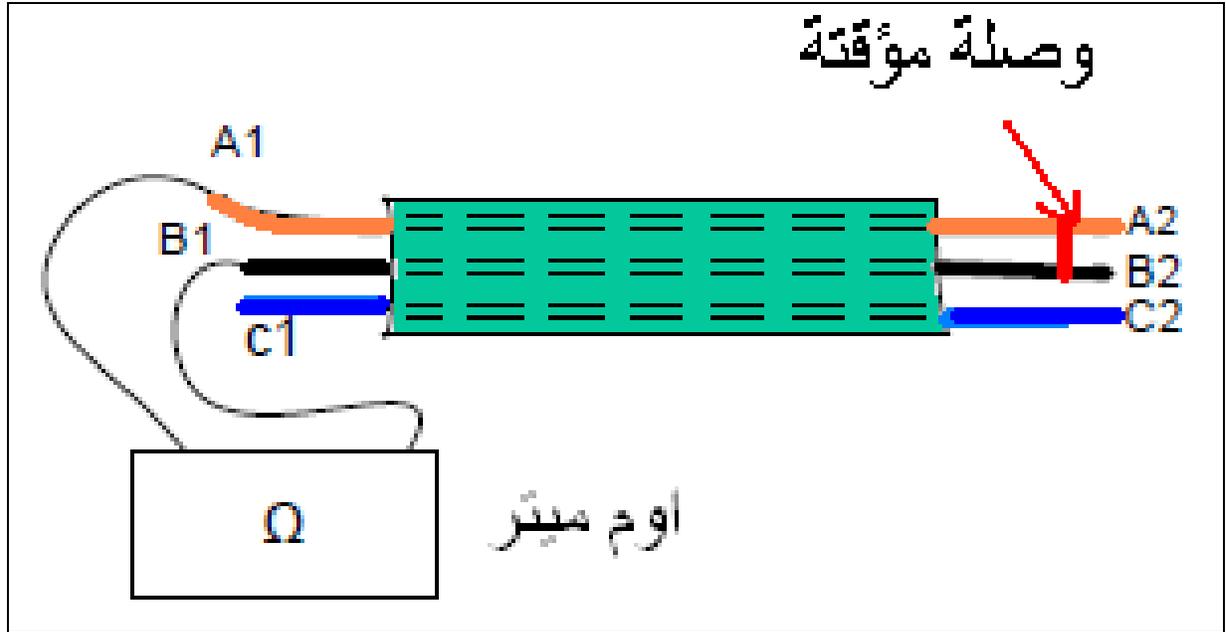


3. عمل فحص القطبية بالنسبة للمصابيح بالطريقة نفسها، كما في الشكل



ثانياً: فحص استمرارية توصيل الموصلات في الأسلاك والكوابل:

عند فحص استمرارية الفازات الثلاثة للكابل الكهربائي يمكن أن يربط الجهاز بين النقطتين A1،B1 مع عمل وصلة بين النقطتين A2,B2 فإذا كان هذين الموصلين سليمين فعندها يؤشر الجهاز مقاومة قليلة جداً، ويعاد الاختبار على الموصلات الأخرى.



ثالثاً: فحوصات العازلية للتركيبات الكهربائية:

أولاً: خطوات ما قبل إجراء الفحوصات:

1- وضع طرفي جهاز الفصل على بعضهما بعضاً لضبط قراءة الجهاز والتأكد من عمله، كما في الشكل



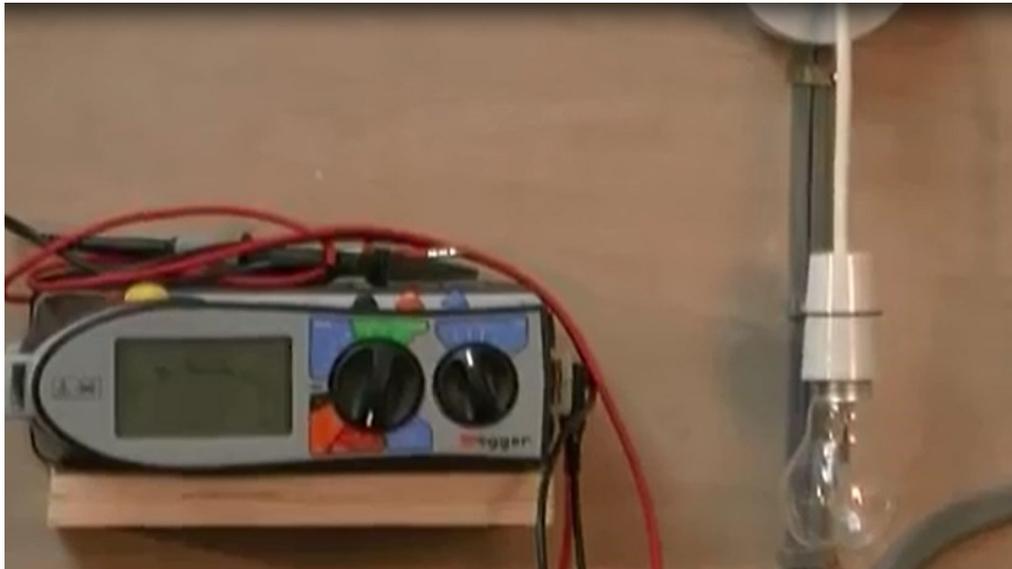
2- فصل مصدر الجهد عن اللوحة (يمكن أن يتم فصل قاطع التسرب الأرضي - ضبطه على وضع الإيقاف)، كما في الشكل.



3- ضبط جهاز القياس على قيمة جهد (500 فولت) لفحص التمديدات الكهربائية المنزلية، كما في الشكل



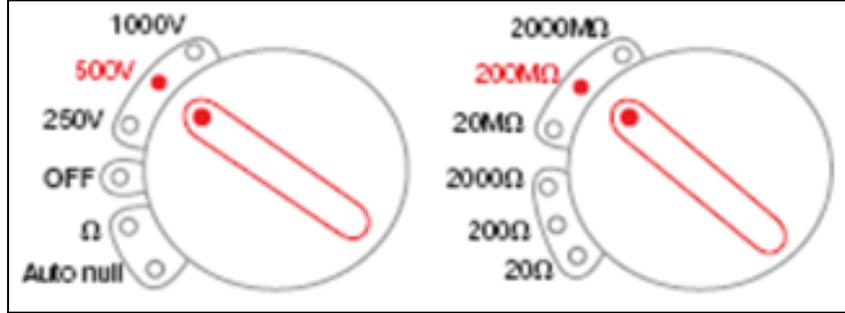
4- فصل مصابيح الإنارة من مكانها، لأنها تمثل مقاومة، كما في الشكل



5- فصل أي أجهزة متصلة بمخارج القدرة الكهربائية، لأنها تمثل أحمالاً (مقاومات)، كما في الشكل.



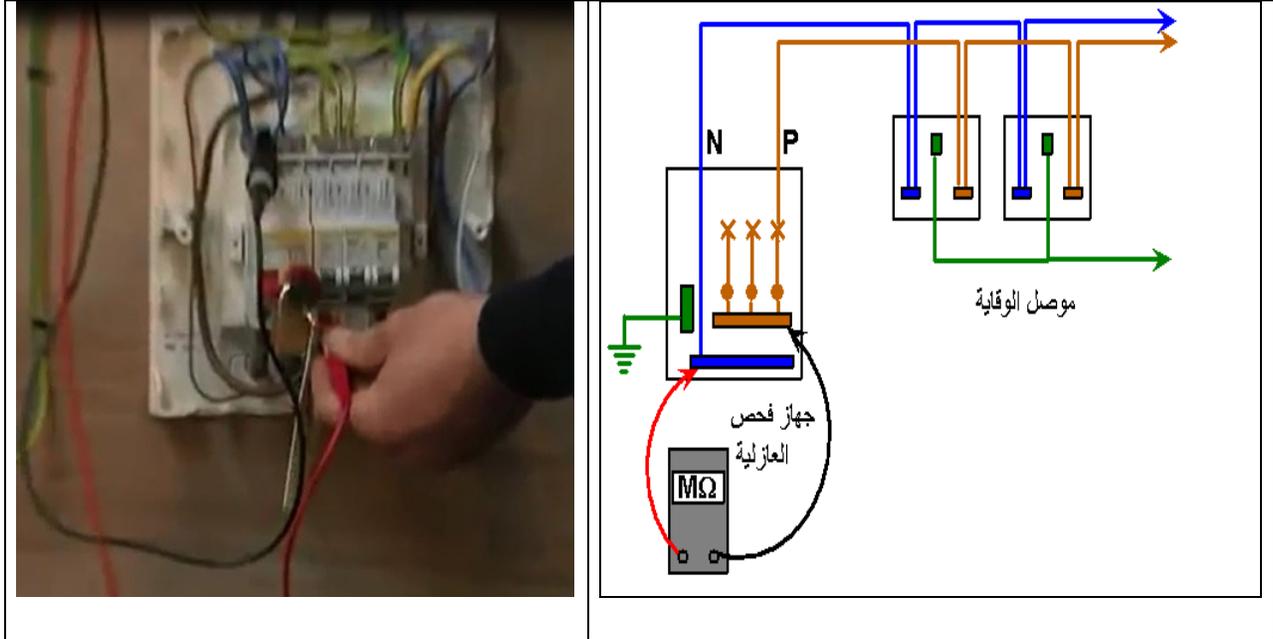
6- ضبط قيمة قراءة مقاومة الجهاز على تدرج مرتفع، كما هو مبين في الشكل.



ثانياً: خطوات الفحص

أ- فحص العزل ما بين خط الطور (L) والخط المتعادل (N):

1. وضع أحد طرفي جهاز القياس على خط الطور لأحد القواطع الآلية تحت الفحص (النصف أوتوماتيك للإنارة مثلاً أو الأباريز)، وذلك داخل لوحة التوزيع الكهربائية والطرف الآخر على الخط المتعادل في اللوحة، كما في الشكل.



2. الضغط على كبسة الفحص (TEST)، كما في الشكل.

3. قراءة قيمة الجهاز، كما هو مبين في الشكل.



ملاحظة (1): أية قيمة قراءة أقل من ($1M\Omega$) يجب اتخاذ الإجراءات المناسبة لتحديد السبب، وإصلاحه.

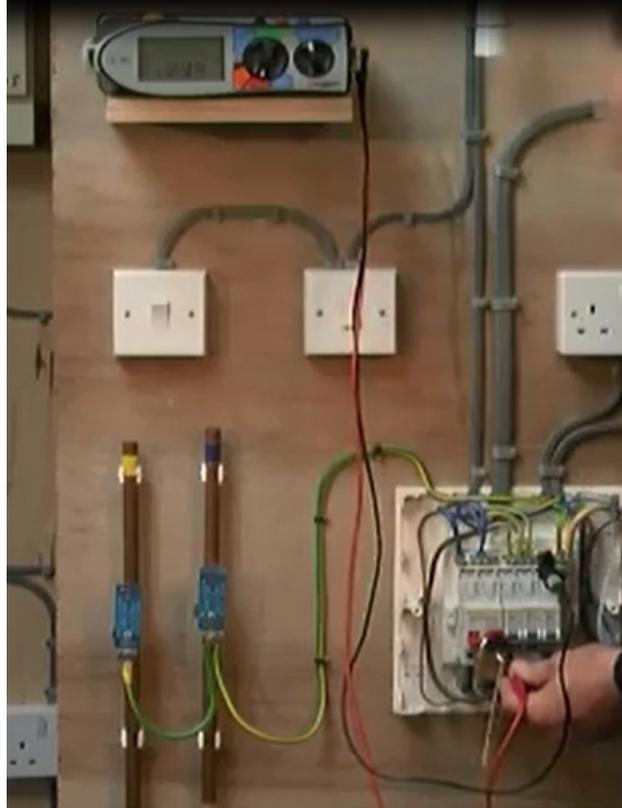
ملاحظة (2): يتم الانتقال بطريقة الفحص السابقة نفسها ما بين خطّ المتعادل وباقي الخطوط لدوائر الإنارة الواحد تلو الآخر، وتسجيل قيم القراءات التي يجب ألا تقلّ عن (1 ميغا أوم) حتى يتم الانتهاء من القواطع الخاصة بدوائر الإنارة جميعاً.

ملاحظة (3):

في دوائر الإنارة من أماكن عديدة يجب الانتباه إلى **مفاتيح الدرج**، حيث يجب عمل فحص العزل في الوضع 1 للمفتاح، ومن ثم في الوضع 2 للتأكد من خلو الوصلات الواصلة بين المفتاحين من الأعطال.

ب- فحص العزل ما بين خطّ الطور (L) وخط الارث (E):

1. القيام بالإجراءات السابقة نفسها مع تبديل طرف الجهاز المتصل بالخط **المتعادل الآن وتوصيله** مع خط الارث مع الإبقاء على طرف الجهاز متصل بالطور، كما في الشكل.



2. إعادة الفحوصات جميعها التي أُجريت سابقاً، ولكن مع توصيل طرف الجهاز بخطّ الارث والتّنتقل بطرف الجهاز الآخر ما بين القواطع جميعها، كما تم سابقاً.

ج- فحص العزل ما بين الخط المتعادل (N) وخط الارث (E):

1. توصيل أحد طرفي الجهاز مع الخط المتعادل، والآخر مع خط الإرث، كما في الشكل.

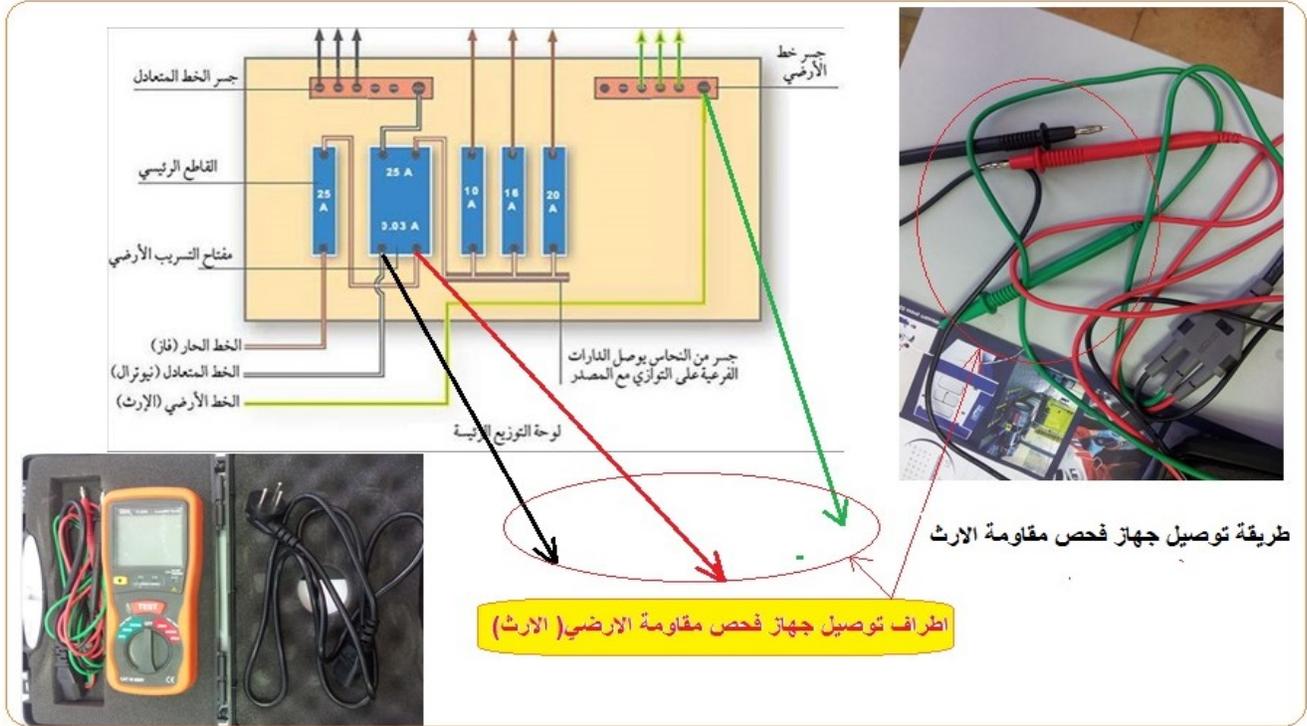


2. الضَّغَط على كبسة الفحص (TEST).

3. قراءة قيمة الجهاز، وتسجيلها.

رابعاً: فحص فاعلية الأرضي: (فحص مقاومة الإرث)

1. اعمل على توصيل الدارة الكهربائية المبيّنة في الشكل.



2. توصيل أطراف ساعة قياس مقاومة الأرضي داخل لوحة التوزيع الكهربائية بالطريقة المبيّنة أعلاه مع الالتزام بالألوان المحددة لأطراف ساعة القياس.

3. الضّغط على كبسة (TEST) للجهاز، وقراءة قيمة مقاومة الأرضي من على شاشة الجهاز، وتسجيلها.

4. يجب أن تكون قيمة مقاومة الجهاز (مقاومة الإرث) أقل من (5 أوم)، حيث إنها القيمة المقبولة محلياً.

أسئلة:

[1] ما اسم الجهاز المستخدم لقياس قيمة مقاومة الأرضي؟

[2] ما مبدأ عمل جهاز قياس مقاومة الأرضي؟ اشرح ذلك؟

[3] ما القيم المقبولة محلياً لقيمة مقاومة الإرث؟

[4] بيّن كيف يمكن تحسين قيمة مقاومة الإرث لمنزل له قيمة (18 أوم).

[5] بيّن مع الرسم، كيف يمكن استخدام جهاز قياس قيمة مقاومة الأرضي في نظام ثلاثي الطور.

[6] ما اسم الجهاز المستخدم لفحص العازلية؟ وما أنواع الفحوصات اللازمة؟

طاقة الرياح

نوع التمرين: جماعي 2-3 طلاب

الأهداف:

يُتوقع بعد تطبيق هذا التمرين أن يكون الطالب قادراً على:

1. تحديد الطاقة الكامنة في الرياح.
2. رسم العلاقة بين سرعة الدوران والطاقة المتولدة من الرياح.

الأجهزة / الأدوات:

1. مولد كهربائي AC أو DC يحاكي عمل توربين الرياح.
2. محرك كهربائي يمكن التحكم بسرعة دورانه.
3. ساعة فحص DMM

المعلومات الأساسية

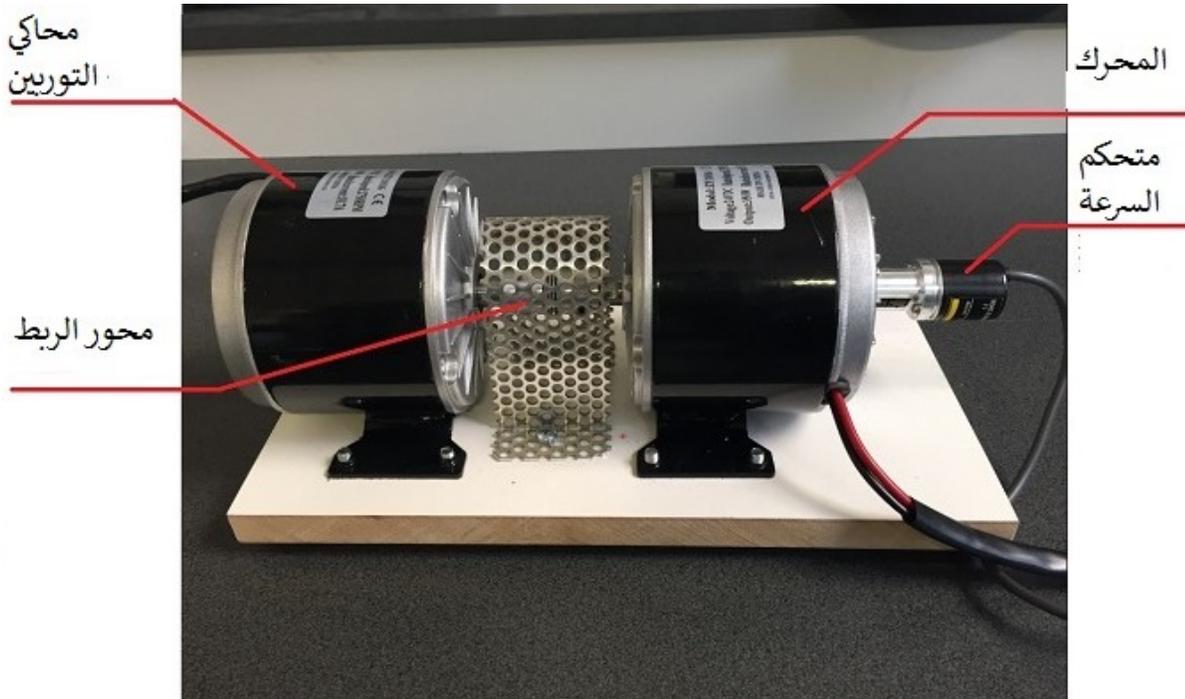
تستخدم الرياح لعملية توليد الطاقة الكهربائية، وتستخدم عنفات الرياح الموصولة مع مولد كهربائي لهذا الغرض، حيث تعمل طاقة الرياح على تحريك العنفات التي تشغل بدورها مولداً كهربائياً يعمل على توليد الطاقة الكهربائية، لصعوبة توفير توربين رياح مزود بنفق رياح للتحكم بسرعة الرياح، وبالتالي سرعة دوران العنفات، لذلك سنستخدم محركاً كهربائياً في هذه التجربة يحاكي دوران العنفات.



خطوات التمرين:

1- نقوم بوصل المحرك الكهربائي ذي السرعة المتغيرة بالمولد الذي سنستخدمه لمحاكاة توربين الرياح، كما في الشكل التالي:

2- نزيد تدريجياً السرعة على صورة درجات (100 لفة في الدقيقة)، ويتم تسجيل التيار الناتج والفولتية الناتجة من محاكي التوربين، وتُسجَل كما في الجدول الآتي، ومن ثم نستخدمها لحساب القدرة الخارجة من محاكي التوربين.



القدرة W	الفولتية V	التيار A	سرعة الدوران RPM
			100
			200
			300
			400
			500
			600
			700

- 3- ارسم العلاقة بين السرعات (على محور السينات) والتيار الخارج من محاكي التوربين.
- 4- ارسم العلاقة بين السرعات (محور السينات) والفولتية الخارجة من محاكي التوربين.
- 5- ارسم العلاقة بين السرعات (محور السينات) والقدرة الخارجة من محاكي التوربين.

أسئلة:

- [1] ما الذي يتغير بشكل أكبر بتغير سرعة الدوران، الفولتية أم التيار؟ ولماذا؟
- [2] هل يتبع التغير في القدرة نمطاً معيناً؟ حاول تحديده من خلال الرسم البياني.

الأهداف:

يُتوقع بعد تطبيق هذا التمرين أن يكون الطالب قادراً على:

1. تصنيف الطاقة الشمسية إلى حرارية وضوئية.
2. قياس الطاقة الخارجة من خلية شمسية.
3. تحديد العوامل التي تؤثر في الطاقة الشمسية الساقطة.

الأجهزة/ الأدوات:

1. عدسات محدبة بقياسين مختلفين.
2. خلية شمسية بسيطة.
3. مدفأة كهربائية.
4. ساعة فحص DMM.



المعلومات الأساسية

تعد الشمس مصدر الطاقات المختلفة على سطح الأرض، وينقسم استخدام الطاقة الشمسية إلى قسمين رئيسيين: هما الطاقة الشمسية الحرارية والطاقة الشمسية الضوئية، وتتأثر كمية الطاقة الشمسية الساقطة في مكان ما على موقع هذا المكان وزاوية سقوطها على هذا السطح، إضافة إلى توقيت سقوطها خلال السنة وعوامل جوية أخرى عديدة.



خطوات التمرين:

أ- الطاقة الشمسية الحرارية.

- 1- أحضر العدسة المحدبة الصغيرة، وضعها تحت الشمس، ثم حرّكها حتى الحصول على بقعة ضوئية مركزة ومصغرة، كما في الشكل الآتي:



- 2- هل يمكنك وصف موقع العدسة بالنسبة للشمس؟ هل هي عمودية عليها؟
- 3- اجعل العدسة مائلة إلى اليمين قليلاً، حيث تصبح غير عمودية على الشمس، هل يمكنك الآن حرق الورقة؟
- 4- ما تأثير زاوية سقوط الأشعة الشمسية الحرارية على شدة الإشعاع؟
- سؤال: ما علاقة زاوية السقوط بشدة الإشعاع الشمسي؟
- 5- الآن، أحضر العدسة المحدبة الكبيرة، وكرر الخطوات السابقة نفسها، هل تمكنت من إحراق الورقة بصورة أسرع؟
- 6- استنتج العلاقة بين مساحة سقوط الأشعة (حجم العدسة) وكمية الطاقة الساقطة.

بناءً على الملاحظات السابقة أجب عما يلي:

- لماذا يوجه الناس ألواح السخانات الشمسية إلى جهة الجنوب في فلسطين؟
- لو زدنا مساحة مرآيا السخان الشمسي، هل ستعمل على تسخين المياه بشكل أسرع؟ لماذا؟

ب- الطاقة الشمسية الضوئية

- 1- أحضر خلية شمسية بسيطة كما في الشكل المجاور
- 2- ضع الخلية الشمسية في مكان مظلل (ليس تحت أشعة الشمس) وباستخدام ساعة الفحص DMM اعمل على قياس التيار الكهربائي، والفولتية المنتجة منها.
- 3- ضع الخلية الشمسية بشكل أفقي تحت أشعة الشمس، وامل على قياس التيار والفولتية الخارجة منها، هل لاحظت زيادة في القيم عن القيم المقيسة في الظل؟ ماذا تستنتج؟
- 4- وجه الخلية الشمسية مباشرة إلى الشمس، حيث تسقط الطاقة بشكل عمودي عليها، الآن أعد قياس الفولتية والتيار الخاص بالخلية، هل لاحظت زيادة على القيم؟



سؤال: ما علاقة زاوية سقوط الإشعاع الشمسي على قيم التيار والفولتية المنتجة من الخلية الشمسية.

- 5- الآن، أشعل المدفأة الكهربائية حتى تضيء جيداً، ووجه الخلية مباشرة نحوها، وامل على قياس التيار والفولتية الخارجة منها وقارنها بالقراءات السابقة.

سؤال: هل تعمل الخلية الشمسية على توليد الطاقة الكهربائية على الضوء الساقط أو على الحرارة الساقطة عليها؟

أسئلة:

- [1] هل تعمل الخلية الشمسية حتى بوجود جو غائم (لا يوجد شمس مشرقة)؟ لماذا؟
- [2] كيف يمكن استخدام الطاقة الشمسية الحرارية لتوليد الطاقة الكهربائية؟
- [3] برأيك لو قمنا بربط أكثر من خلية شمسية؟ هل ستتولد طاقة كهربائية بكمية أكبر؟

لجنة المناهج الوزاريّة:

د. صبري صيدم	د. بصري صالح	أ. ثروت زيد	د. سمية النّخالة
د. شهناز الفار	أ. عزام أبو بكر	م. فواز مجاهد	أ. علي مناصرة
م. جهاد دريدي			

لجنة الخطوط العريضة لمناهج الطاقة المتجددة للصف الحادي عشر الصناعي:

إبراهيم قدح	جاد حسين	علي ريان
هشام القاضي	معاذ أبو سليقة	

تَمَّ بِحَمْدِ اللّٰه