Masuod Duraidi

المقدمة :

لقد بات من الواضح جليا أهمية الطاقة الكهربائية في حياة الناس إلى درجة أنه لا يكاد يخلو منزل أو محل من وجودها خصوصا وأن معظم الآلات الموجودة تدار بهده الطاقة ولايمكن إغفال دور الطاقة الكهربائية في المجال المهني والصناعي ، فالماكينات والأجهزة والمعدات الآلية تدار بها ولا يمكن الاستغناء عنها بأي شكل من الأشكال فهي العصب الرئيسي لأي عملية صناعية ، فلا تخلو منجرة أو محددة أو مصنع أو مشغل من وجود الكهرباء.

ولكن بعض الناس يجدون مشكلة في التعامل معها ويرون حواجز وهمية من الخوف تقع بينهم وبين الكهرباء نعم، قد تكون الكهرباء خطيرة ولكن في حالة واحدة وهي سوء التعامل معها، فهي تجاري من يجاريها ويتعامل معها بدقة.

وفي مشغل الكهرباء كان الهدف الرئيسي هو إزالة حاجز الخوف لدى الطالب من الكهرباء إضافة إلى المهارات الأساسية في توصيلات الكهربائية.

كان مشغل سهلا وممتع في آن واحد وقد تم فيه إجراء عدة تمارين أساسية تمثلت في توصيل المصباح الكهربائي بالتيار والعداد (عمل دارات بسيطة) كذلك وصل الأباريز والقواطع الكهربائية وأبرز هده التمارين كان: –

1. إنارة مصباح من مكان واحد مع توصيل تعدية لإبريز مؤرض.
2. إنارة مصباح من مكانين.

وكذلك تم التعرف في المشغل على تركيب المصباح الكهربائي (التنجستن)ومصباح الفلورسانت. وكيفية عمل دارتهما، وإنارة درج باستخدام مؤقت زمني (Timer) يضاف إلى دلك المهارات الأساسية في التوصيلات بين الأسلاك مثل القطع والتعرية والتوصيل والعزل والتعرف على الأدوات المستخدمة في كل عملية وسيرد ذكر دلك في الصفحات القادمة.

ولا ننسى أهمية إجراءات السلامة التي اتبعت في المشغل كفصل التيار الكهربائي قبل العمل من القاطع الرئيسي ولبس حداء مطاطي وعدم وجود ماء أثناء العمل.

الأهداف :-

1. تعريف الطالب مبدأ توليد الطاقة الكهربائية.
2. تعريف الطالب على العناصر الكهربائية التالية ورموزها :

أ – المفاتيح الكهربائية.

ب – عداد الطاقة الكهربائية.

ج – المصابيح الكهربائية.

3. تدريب الطالب على استخدام العدد اليدوية الكهربائية (قطاعة الأسلاك، عراية الأسلاك، المفكات بأنواعها).
4. تدريب الطالب على استخدام العدد اليدوية في ربط العناصر الكهربائية في دائرة كهر بائية عملية.
5. تجاوز حاجز الخوف من التعامل مع الكهرباء.

الأمن والسلامة:-

1. التأكد من فصل التيار الكهربائي قبل البدء في العمل، ووضع لوحة تدل على عدم التشغيل مثل: خطر أو ممنوع التشغيل.
2. عدم ربط التيار الكهربائي للدوائر أثناء العمل.
3. استعمال الأدوات والعدد الكهربائية العازلة للكهرباء لغاية (500 v) كحد أدنى.
4. أن يكون الشخص القائم بالأعمال الكهربائية لابسا حداء مطاطيا عازلا للكهرباء، وأن تكون يديه جافتين من الماء، تفاديا للصدمة الكهربائية.
5. التأكد من توصيل خط التفريغ الأرضي إلى دائرة الكهربائية قبل تشغيلها.

6. التأكد من شد براغي التوصيل الموجودة على القطع الكهربائية،امنع حصول ارتخاء عليها .

7. استخدم المصهر (Fuse) أو القطع الأتوماتيكي (Circuit beraker) المناسب لحمل الدائرة الكهربائية.

8. عدم وضع المواد القابلة للإشتعال قرب المفاتيح والمصادر الكهربائية، ووضع جهاز إطفاء مناسب لحرائق الكهرباء بجانب اللوحة الرئيسية.

9. التأكد من عدم وجود جهد كهربائي قبل البدء في العمل باستخدام جهاز الأفوميتر وليس مفك الفحص (Tester).

العوازل الكهربائية :-

هي المواد التي ليس لها إلكترونات حرة في مدارها الأخير بل تكون إلكتروناتها ملتصقة بالنواة ولكل مادة عازلة خواص تختلف عن غيرها وتقسم المواد العازلة من حيث عاز ليتها إلى ما يلي :-

1. مواد جيدة العزل.
2. مواد متوسطة العزل.
3. مواد ضعيفة العزل.

والمواد العازلة الكهربائية من وسائل الحماية والسلامة، وهي عبارة عن الغلاف الواقي من الصدمات الكهربائية، في حالة لمس الشخص لأي مصدر أو موصل كهربائي، وأهم هده العوازل مايلي:

1. المايكا :وتستعمل في صناعة فناجين الضغط العالي .
2. زيت الشلك : ويستعمل في عزل الملفات الكهربائية
3. المطاط : ويستعمل في عزل الأسلاك الخاصة بالمكائن الكهربائية المتنقلة.
4. البلاستيك (P.V.C) : ويستعمل في عزل الأسلاك الكهربائية .
5. الفيبر : وتستعمل ألواحه في عزل اللوحات الكهربائية.
6. البورسلان : ويستعمل في صناعة الفيوزات الكهربائية وفناجين الضغط العالي.

الموصلات الكهربائية :-

عبارة عن مواد ومعادن تحتوي في دراتها على إلكترونات حرة في مدارها الأخير، ودرجة توصيلها للكهرباء تختلف تبعا لمقدار هده الإلكترونات، فكلما زاد عدد هده الإلكترونات، فكلما زاد عدد هده الإلكترونات كلما زادت موصلية هده المادة للكهرباء وتقسم المواد حسب موصليتها إلى عدة أنواع منها :

1 – مواد جيدة التوصيل.

2 – مواد متوسطة التوصيل .

3 – مواد ضعيفة التوصيل.

أهم الموصلات الكهربائية:-

1 – الذهب والفضة: من أفضل الموصلات ولكنها غالية الثمن.

2 – النحاس: وهو شائع الاستعمال في الموصلات الكهربائية ، وهو جيد التوصيل .

3 – الألمنيوم : موصل جيد ، يستعمل في الكابلات لأنه خفيف الوزن.

4 – الزنك: يستعمل في أعمدة البطاريات.

5 – القصدير: يستعمل في لحام الموصلات النحاسية.

طرق الحصول على الطاقة الكهربائية :

يتم الحصول على الطاقة الكهربائية مما يسمى بالمولدات الكهربائية ، حيث أن هده المولدات عبارة عن مجموعة من الملفات الكهربائية ، مسلط عليها فولتيه معينة ، ينتج عنها مجال مغناطيسيا يتركز في محورها ، إدا دار في هدا المجال المغناطيسي موصل كهربائي ، فإنه يتولد على أطرافه قوة دافعة كهربائية.

أنواع المولدات الكهربائية من حيث طريقة تدويرها :-

1 – المولدات الهوائية: حيث يتم استخدام الطاقة الهوائية في تدوير مراوح ضخمة مربوطة بطريقة ميكانيكية مع هده المولدات ، حيث يتنج عن هده الحركة توليد الطاقة الكهربائية .

2 – المولدات البخارية : يتم فيها تدوير التوربين المربوط مع المولد بواسطة البخار المضغوط المتولد عن تسخين الماء بواسطة احتراق نوع من أنواع الوقود الثقيل وما شابه دلك .

3 – مولدات الديزل : حيث يتم ربط المولد الكهربائي مع محرك ديزل يعمل على تدوير الجزء الدوار للمولد.

يتم نقل هده الطاقة من وحدات توليد ، بحيث تكون فولتيتها بالكيلو فولت ، وقدرتها بالميغاواط ويتم نقلها إلى محطات خفض تعمل على خفض قدرة الشبكة إلى القيم المطلوبة مثل المصانع أو المناطق السكنية .

النظم الكهربائية :-

النظم الكهربائية المتعارف عليها دوليا نوعان :

1 – النظام الأوروبي : يكون فيها فرق الجهد في دوائر الطور الواحد (220V) وذات الثلاثة أطوار من (380V-415V) ، ويكون ترددها في الحالتين (50HZ)، وتعمل بهذا النظام معظم الدول العربية ومنها الأردن .

2 – النظام الأمريكي : فرق الجهد فيه أقل من النظام الأوروبي حيث أن فولتيه دوائر الطور الواحد تكون (110V)،والدوائر ثلاثية الطور تكون فولتيها (220V)، ويعمل هدا النظام على تردد مقداره (60 HZ) ،وتعمل بهذا النظام أمريكا وبعض الدول الأوروبية مثل ايطاليا.

أنواع التيارات الكهربائية :-

التيار المستمر : Direct Current –DC.

يتم الحصول على هده التيارات عادة من البطاريات الكيميائية السائلة مثل بطارية السيارة ، أو من البطاريات الجافة المشهورة ، وهدا التيار يسري دائما باتجاه واحد من السلب إلى الموجب ،وتكون قيمته ثابتة مع تغير الزمن .

التيار المتردد: **Alternating Current - AC.**

يتم الحصول عليه من محطات التوليد سابقة الذكر، حيث قيمة هدا التيار تتغير مع الزمن من السالب إلى الموجب وبالعكس بشكل دوري، حيث يكون تردد هدا التيار (50) دورة في الثانية الواحدة، أو ما يعرف بـ (50HZ).

أنواع التيار المتردد :

1 – نظام أحادي الطور: 1 Phase Current

يتكون هدا النظام من خط حامي (Phase) واحد، وخط التعادل (N) المكمل للدائرة، وعند قياس فرق جهد بينهما يكون (220VAC).

2 – نظام ثلاثي الطور: 3 – Phase Current

بحيث يتكون من ثلاثة أطوار (L1،L2،L3)، وهدا النظام لا يحتاج إلى خط التعادل ،لأن الدائرة الكهربائية تكتمل مابين الأطوار الثلاثة ، بحيث يكومن هناك زاوية فرق طور بين كل خط وآخر مقدارها (120) وتكون الفولتيه ما بين كل خط وآخر مقدارها(415 – 380) فولت.

أجهزة حماية الدوائر الكهربائية :-

تستخدم هده الأجهزة عادة لحماية أي دائرة كهربائية من التيارات الزائدة عن الحمل المقرر لهده الدائرة ، وعادة ما تكون هده التيارات الزائدة الناتجة عن أحد الأسباب التالية :

1 – حدوث دائرة قصر (short circuit) ما بين الخط الحامي والمتعادل.

2 – حدوث دائرة قصر (short circuit) ما بين الخط الحامي والأرضي.

3 – حدوث دائرة قصر (short circuit) ما بين الخط الحامي وفاز ؟آخر في دوائر ثلاثية الطور.

4 – زيادة حمل الدائرة عما هو مقرر.

أنواع أجهزة الحماية المعروفة :

أولا : المصهرات – Fuses

وهي عبارة عن سلك أو شريط مصنوع من المعدن معين أو من سبائك خاصة بأبعاد محددة وله درجة انصهار (Melting Point) تتوقف أبعاده على نوع المادة التي يصنع منها ودرجة حرارتها ، وتتوقف درجة حرارة المصهر على مقدار التيار الذي يسري خلاله وعلى درجة حرارة الجو المحيط به.

ويكون لهدا المعدن خصائص مدروسة علميا مثل (المقاومة ، السماكة ، الطول) توضع عادة داخل أنابيب مصنوعة من الزجاج أو البورسلان .بحيث تكون هده الأنابيب بأشكال مختلفة:(أسطوانية ، خرطوشيه ، برميلية) أو أشكال أخرى، كما يوضع عادة في بعض أنواعها مادة رملية خاصة ،الغاية منها إخماد القوس الكهربائي الناتج عن الاحتراق.

يتم ربط هده المصهرات في الدوائر الكهربائية بحيث تشكل أضعف نقطة في الدائرة الكهربائية ،حيث يتم انصهارها مباشرة عند مرور تيار كهربائي شدته أكبر مما هو مسموح به.

ثانيا: القواطع الأوتوماتيكية :-

عبارة عن أجهزة مصممة بحيث تعمل على تحسس التيار الكهربائي المار فيها ، فإذا كانت قيمته أكبر من القيمة التي صممت عليها ، فإنها تعمل على فصل التيار الكهربائي ، وتقسم هده القواطع إلى ثلاثة أنواع:-

1 – قواطع حرارية:- يكون فصل التيار الكهربائي فيها ناتج عن زيادة الأثر الحراري لمرور التيار الكهربائي فيها.

2 – قواطع مغناطيسية :- يكون فصل التيار الكهربائي فيها ناتج عن زيادة مرور التيار الكهربائي الناتج عن تيارات القصر.

3 – قواطع حرارية مغناطيسية :- تحتوي على عناصر الحماية الحرارية والمغناطيسية في نفس الوقت.

ثالثا : مرحل التفريغ – التسريب – الأرضي:

يربط عادة في بداية الدائرة الكهربائية ، بحيث يعمل على تحسس قيمة التيار الخارج والراجع من وإلى الدائرة ، بحيث يتحسس هدا المرحل لأدنى تغير في قيمة التيار حوالي بـ "Ma" فإذا كانت قيمة التيار الراجع مختلفة عن التيار الخارج يقوم هدا المرحل بفصل التيار كليا عن الدائرة .

أنواع المصابيح الكهربائية :

أولا – مصباح التنجستن :

يتكون هدا المصباح عادة من غلاف زجاجي رقيق شفاف بصيلي الشكل مفرغ من الهواء ،وفتيل التنجستن المتوهج وحامل لهدا الفتيل وقاعدة نحاسية لتوصيل المصباح بالمصدر الكهربائي يثبت عليها الغلاف الزجاجي وباقي الأجزاء الأخرى.

يقوم مبدأ عمل هدا المصباح على توهج فتيل التنجستن عند مرور التيار من خلاله ، إذ يمتاز فتيل التنجستن بأنه يعطي إشعاعا جيدا إلى حد ما أكثر من غيره من المعادن مثل فتيل الكربون المستخدم سابقا .

ويوضع بداخل الغلاف الزجاجي غاز خامل ، وهو خليط من غاز الأرغون والنيتروجين ،يعمل هدا الغاز على منع تبخر معدن الفتيل ومنع أكسدته عند درجات الحرارة العالية ،وتعتبر هده المصابيح منخفضة الجودة إذ أن عمرها يصل إلى " 1000ساعة " تشغيل ،بحيث يصل دليل ثبات الألوان لهده المصابيح إلى "100" ،أي أن جميع الألوان تظهر بطبيعتها تحت ضوء هده المصابيح .

1. غلاف زجاجي .
2. فتيل تنجستن .
3. حامل الفتيل .
4. قاعدة نحاسية.

ومن مشاكل مصباح التنجستن أن شعيرات التنجستن قابلة للقطع نتيجة الاهتزازات أو التعرض لصدمة ما لهدا لجأ العاملون في صناعة المصابيح إلى ابتكار أنواع جديدة من اللمبات الغازية ، حيث يملأ الغلاف الزجاجي للمصباح بأحد الغازات الخاملة أو مزيج منها مثل الآرغون – الهيليوم – النيتروجين .

ثانيا ـ مصباح الهالوجين :

هو مصباح متوهج دو كفاءة عالية من الإضاءة إدا قورنت بمصابيح تنجستن العادية ، ولكنها من ناحية التركيب الفعلي متشابهة معها ، ويختلف عن المصباح العادي في إضاءة الهالوجين إلى الغاز الحامل الموجود بداخل الغلاف الزجاجي للمصباح ،ويمتاز أيضا بصغر الحجم وزيادة الكفاءة الضوئية . ويمتاز بطول عمره التشغيلي حيث يصل إلى "2000"ساعة تشغيل – كما أن دليل الألوان له يساوي "100".

ويختلف أيضا من ناحية الشكل فهو دائما مستطيل وليس بيضاوي ويكون استعماله دائما في الأماكن التي تحتاج إلى إضاءة عالية مثل المصانع ة الآلات التصويرية السينمائية، ودلك لكشف اكبر كمية من الضوء.

ثالثا ـ المصابيح الفلورية ـ الفلورسانت .

عبارة عن أنبوب زجاجي مطلي من الداخل بطبقة من الفلورسانت البيضاء ،تعبأ هده الأنبوبة ببخار الزئبق ، و يوجد فتيلان من التنجستن على طرفي الأنبوب من الداخل ، و تنتهي كل فتيلة بقطعتين للتوصيل على طرفي الأنبوب وتوجد هده المصابيح بعدة أشكال و أحجام .

المفاتيح الكهربائية :

وهي عبارة عن نقاط توصيل وفصل الدائرة الكهربائية عن مصدر التيار ، واشهر هده المفاتيح ما يلي :

1. المفتاح المفرد : يتكون هدا المفتاح من قطبين وتماس متحرك، يدخل خط الغاز إلى احد هده الأقطاب و يسمى "L"

و يسمى القطب الذي يخرج منه التيار بالمباشر"Direct" ، وعادة ما يستعمل هدا المفتاح في دوائر التشغيل البسيطة مثل دوائر الإنارة الكهربائية .

2. مفتاح الدرج : يتكون من ثلاثة أقطاب وتماس متحرك واحد يسمى احد هده الأقطاب بالمشترك"Common"

، و قطبين الآخرين يسميان "L1" و "L2" وعادة ما يستعمل في إنارة الادارج والقاعات و الممرات .

1. مفتاح الوسط : " الرباعي – المصلب " : يتكون من أربعة أقطاب و تماسين متحركين ، يستخدم في تشغيل دائرة من ثلاثة أماكن ، مثل إنارة درج دو ثلاث طبقات أو تشغيل إنارة من ثلاثة أماكن وكلما زاد عدد الأماكن المراد التشغيل منها ، فانه يزداد عدد مفاتيح الوسط وهكذا .

2. مفتاح الجرس "ضاغط الجرس " : عبارة عن مفتاح يستخدم لتشغيل دائرة معينة تكون فترة تشغيلها هي فقط مدة الضغط على هدا المفتاح، مثل دائرة الجرس مثلا . ويتركب هدا المفتاح من قطبين وتماس متحرك مربوط معه زنبرك إرجاع .

مبدأ عمل دائرة مصباح الفلورسانت :

تكون دائرة مصباح الفلورسانت من الأجزاء التالية :

1. الملف الخانق – Chock Coil

عبارة عن ملف من سلك نحاس معزول و ملفوف على قلب من شرائح الحديد وله طرفان، ويقوم بوظيفتين في الدائرة هما :

أ. إنتاج الجهد العالي اللازم لإضاءة المصباح، و الذي يصل حوالي إلى"5000V" في لحظة الاشتعال.

ب. تخفيض جهد التشغيل بعد بدء الإضاءة، حيث انه يعمل كمقاومة متصلة على التوالي مع المصباح.

2. البادئ – Starter

يتكون من قطبين معدنيين غير متلامسين في حالة عدم التشغيل, وله طرفان يوصل احدهم مع طرف من أطراف فتيل الأنبوب الفلوري, والآخر مع طرف من أطراف الفتيل الثاني, ويوصل مكثف على التوازي مع قطبي البادئ لتقليل تداخل موجات الراديو أثناء بدء المصباح.

3.الانبوب الفلوري: وقد سبق تعريفه وشرح تركيبه في باب أنواع المصابيح الكهربائية.

عمل دائرة مصباح الفلورسانت:-عند توصيل المصدر الكهربائي بالمصباح ينتقل جهد المصدر على طرفي المفتاح المتوهج

(البادئ), فتسخن إطراف البادئ المعدنية, مما يؤدي إلى إغلاقهما, وعندئذ يمر تيار عبر فتيلي المصباح وتبدأ عملية التسخين، و خلال بعض ثوان من "4-2" ثوان تكون أقطاب البادي قد بردت، فتفتح مرة أخرى وينقطع مرور التيار في الدائرة، وينتج عن دلك قوة دافعة كهربائي تتولد على إطراف الملف الخانق، وهدا الجهد كاف لإحداث تفريغ غازي بين فتيلي المصباح ويضيء المصباح ويصبح فرق الجهد صغيرا وغير كاف لتوهج وتسخين الباديء.

وأحيانا يحدث فشل في محاولة البدء الأولى فتتكرر محاولات البدء حتى يعمل المصباح، ومن الجدير بالذكر إن معامل القدرة لمصباح الفلوريسنت يصل إلى "0.5" نتيجة لمانعة الملف الخانق ، لدلك ينصح بتوصيل مكثف على التوازي مع المصباح لتحسين معامل القدرة .

عداد الطاقة الكهربائي :-

يتركب هدا العداد من ملفين أحدهما ملف للتيار و الآخر ملف للجهد، يكون بداخليهما قلب دوار على شكل قرص، تتم عملية دورانه نتيجة القوة المغناطيسية المتولدة عن مرور التيار في هده الملفات. يتم ربط أقراص مدرجة مع هدا القلب الدوار بحيث ينتج عن دورانها معرفة مقدار الاستهلاك.

أنواع عدادات الطاقة الكهربائية :-

1. **عداد أحادي الطور.**
2. **عداد الثلاثي الطور .**

الأجهزة والعدد اليدوية المستخدمة في متعلق الكهرباء :-

1. الأفوميتر : يستخدم لقياس المتغيرات الكهربائية مثل الفولتية وشدة التيار و المقاومة ، وأما أن يكون جهاز الرقمي الكتروني أو جهاز دو مؤشر .

2. مفك الفحص – "Tester" عادة ما يكون معزول كليا باستثناء رأسه الأمامي الذي يستخدم للفحص .يكون بداخله مصباح خاص يتوهج عند ملامسة المفك المصدر الفولتية ، ومرور تيار كهربائي في هده المصباح عن طريق جسم الشخص الفاحص .

3. قطاعه الأسلاك : تستخدم لقطع الأسلاك الكهربائية ،وهي متوفرة بعدة أحجام وقياسات تتناسب مع سماكة السلك المراد قصه .

4. عراية الأسلاك : تستخدم لإزالة العازل البلاستيكي عن مقدمة السلك الكهربائي المراد وصله إلى نقاط التوصيل في الدائرة .

5. زرا دية عادية : تستخدم عادة لشد أو لربط الأسلاك بعضها مع بعض عند التوصيل ، وهي متوفرة بعدة أحجام وقياسات أيضا .

6. مجموعة مفكات : وتكون أيضا معزولة عزل تام وتكون أما مفكات عادية على شكل " – " ، أو مفكات مصلبة على شكل " + " .

7. السكين أو المشرط : يستخدم لإزالة العوازل الخارجية عن الكابلات ذات مقاسات المختلفة .

1. زرا دية عادية
2. قطاعه.
3. زرا دية بوز .
4. منشار يدوي.
5. شاكوش.
6. أزميل.
7. ميزان ماء .
8. مشرط.
9. بلبل .
10. مثقب كهربائي .
11. مفتاح شق.
12. مفتاح إنجليزي.
13. متر قياس .
14. مجموعة مفكات.

التمرين الأول :-

إنارة مصباح من مكان واحد مع توصيل تغذية لإبريز مؤرض

الأجهزة و الأدوات :-

1. مفتاح نور عدد "1".
2. إبريز مؤرض عدد "1"
3. مصباح تنجستون "1" .
4. مجموعة عدد.
5. أسلاك كهر بائية عدة ألوان.
6. عازل كهربائي .
7. وحدة تدريب تعليمية نوع hps .

* خطوات العمل:

يتم أولا التأكد من فصل التيار الكهربائي من القاطع الرئيسي ونتأكد من دلك بفحص الخط الحامي بمفك التستر (Tester) مع الانتباه إلى ضرورة وضع الإصبع على رأس المقبض المعدني لإيجاد فرق الجهد فإذا لم يضيء المفك تأكدنا من عدم وجود تيار كهربائي.

بعد دلك نبدأ بتمديد الأسلاك عبر الأنابيب البلاستيكية كما يلي :

1. نأخذ من انقطاع خط واحد حامي باتجاه علبة التجميع .
2. نأخذ من برغي التجميع خط واحد بارد باتجاه علبة التجميع.
3. يتم تمديد خط حامي من علبة التجميع باتجاه الإبريز وخط العمل باتجاه المفتاح ويجب الانتباه إلى أن الخط الداخل إلى الإبريز موضوع في مكانه الصحيح ويكون مرموز له بالرمز (L) خلف الإبريز.

4. يتم تمديد خطين باردين من علبة التجميع الأول إلى الإبريز ويوضع في المدخل المرموز له بالرمز (N) خلف الإبريز والثاني يكون باتجاه المصباح (السوكة)
5. يتم تمديد خط(Direct) من المفتاح (من المدخل الآخر للمفتاح) باتجاه السوكة.
6. يتم مد خط الإيرث باتجاه المحل الثالث في الإبريز الثلاثي مباشرة من برغي الإيرث عند العداد .

بعد تمام عملية التمديد تبقى عملية التعرية للأسلاك وتتم باستخدام عراية الأسلاك وعملية وصل الأسلاك في علبة التجميع فيوصل الحامي مع الحامي والبارد مع البارد ويتم عزلهم (بالتب) ويجب أن تكون عملية الوصل دقيقة حيث أنه بعد تعرية السلك الأول والسلك الثاني يجب أن يتم مقاطعة الجزأين المعريين ولف كل منهما على الآخر على شكل (أيكس)

بعد دلك نأخذ كل وحدة لوحدها فعند الإبريز نعري الأسلاك الثلاثة الواصلة له ونقوم بثني السلك وإدخاله في مكانه ويفضل أن يكون لكل سلك لونه الخاص لسهولة التمييز بينهم فندخل الحامي في مدخله، والبارد في مكان مرموز له بالرمز (n)

الإيرث في المدخل الثالث ،وتشد البراغي بمقدار مناسب ويجب ملاحظة أن يكون السلك في مكانه وأن لا يكون خارج عنه ولو قليل وأن تكون عملية شد البراغي على السلك لا على العازل البلاستيكي.

أما بالنسبة للمفتاح فإننا نقوم بالتعرية أيضا وإدخالهما في مكانهما مع نفس الملاحظات المترتبة على الإبريز.

وفي السوكة تربط الأسلاك ولا يهم أين يوضع كل سلك.أخيرا يتم لف الأسلاك وتجميعها في علبة التجميع بشكل مرتب

- **التمرين الثاني :-**

إنارة مصباح من مكانين

العدد والأدوات المستخدمة :

1. **مفتاح درج عدد (2).**
2. **مصباح تنجستون (1) .**
3. **أسلاك كهر بائية عدة ألوان.**
4. **عازل كهربائي .**
5. **مجموعة عدد يدوية كهر بائية.**
6. **وحدة تدريب تعليمية نوع hps.**

*خطوات العمل:

بعد فصل التيار الكهربائي بإتباع نفس إجراءات التمرين السابق نتبع ما يلي : -

يكون مثل مفتاح من الخلف مكتوب عليه عند كل مدخل سلك ما يلي L1.L2...

فنحدد خط من L1 في المفتاح الأول إلى L1 في المفتاح الثاني.

فنحدد خط من L2 في المفتاح الأول إلى L2 في المفتاح الثاني.

نأخذ من نقطة (common) في المفتاح الأول خط إلى المفتاح النوعي عند العداد وهو خط الحامي.

ونأخذ من نقطة (common) في المفتاح الثاني خط (Direct) إلى السوكة . كذلك نمدد الخط البارد مباشرة من البراغي لتجميع البارد إلى السوكة .ثم نقوم بتعرية الأسلاك ووصلها بنفس الطريقة السابقة في التمرين الأول.مع الانتباه إلى الملاحظات الواردة في التمرين الأول من حيث وصل الأسلاك بطريقة صحيحة وأن

يكون شد البراغي على الأسلاك المعراة وليس على العازل وعدم ظهور الأسلاك خارج مداخلها في كل وحدة .بعد دلك تقوم بوصل الأسلاك في علبة التجميع ولفها بشكل مرتب.

تمارين إضافية :

1. إنارة مصباح تنجستون .
2. إنارة مصباح من ثلاثة أماكن .
3. إنارة درج باستخدام مؤقت زمني.(**Timer**).