المملكة العربية السعودية
وزارة الداخلية
المديرية العامة للدفاع المدني
معهد الدفاع المدني

مبادئ في الكهرباء

دورة التحقيق في مسببات الحريق لدول مجلس التعاون الخليجي – ضباط

البريد الإلكتروني لمعهد الدفاع المدني**(CDI@٩٩٨.gov.sa)**

فهرس ١

المقدمة ٤

أساسيات الكهرباء ٦

المادة ٦
الشحنة الكهربائية ٧
الموصلات، أشباه الموصلات، العوازل ٧
مصطلحات كهربائية ٨

الشبكة الكهربائية ١٠

تكون الحرارة في الشبكة الكهربائية ١٠
أجزاء الشبكة الكهربائية ١١
محطات توليد الطاقة الكهربائية ١١
خطوط نقل وتوزيع الكهرباء ١١
العداد الكهربائي ١٢
لوحة التوزيع (الطبلون) ١٢
التمديد الكهربائي ١٣
القوابس والمفاتيح الكهربائية ١٣
أنظمة الحماية في الشبكات الكهربائية ١٣
تأريض الشبكة ١٤
أجهزة الحماية من زيادة التيار (القواطع والمصاهر) ١٤
أجهزة استشعار فرق التيار (كشف التسرب) ١٥

اللوائح والأنظمة الكهربائية ١٦

لائحة قواعد إيصال الخدمة الكهربائية إلى المنازل ١٦
الخدمة الكهربائية على الجهد المنخفض ١٧
الخدمة الكهربائية على جهد التوزيع الابتدائي: ١٨
عداد الطاقة الكهربائية ١٨
أحكام ختامية ١٩
لائحة قواعد التمديدات الكهربائية في المباني ١٩
أحكام عامة ١٩
التركيبات الكهربائية ٢١

فحص الشبكة الكهربائية ٢٣

خطوات فحص الشبكة الكهربائية ٢٣
حساب الأحمال الكهربائية ٢٤
أجهزة القياس الكهربائية ٢٦
التحقق من وجود نظام التأريض ٢٦
ممارسات كهربائية خاطئة ٢٧

التعامل مع المخالفات ٢٨

الصعق الكهربائي ٢٩

تأثير التيار الكهربائي على جسم الإنسان ٢٩
أوضاع وسلوكيات تؤدي إلى الصعق الكهربائي ٣٠
الوقاية من الصعق الكهربائي ٣١

الحماية من الصواعق..... ٣٢

مخاطر الصواعق ٣٢
الوقاية من الصواعق..... ٣٢
أجهزة الحماية من الصواعق ٣٣

المراجع ٣٤

المقدمة

بسم الله و الحمد لله الذي أنعم علينا بنعمه المتعددة. فنعمة الإيمان أولاً ثم نعمتي الصحة في الأبدان والأمن في الأوطان. ثم أن نحمد الله أن قد سخر بفضله لنا كثيراً من النعم التي أعانتنا على كد وشقاء وتعب الحياة. ولعلنا نستطيع القول أن اكتشاف الكهرباء كان بمثابة فتح باب أنعم الله فيه على بني البشر كافةً، حيث قام على اكتشاف الكهرباء العديد من الاختراعات يسهل كل واحد منها علينا أمر من أمور الحياة. وقد استندت هذه الاختراعات على خصائص الكهرباء التي تتميز بالقدرة على إحداث الإضاءة، أو إنتاج الحرارة، أو تدوير المحركات باستغلال المجال المغنطيسي الناتج عن مرور التيار الكهربائي وغيرها من الصفات.

باستخدام هذه الخصائص توالى إنتاج الأجهزة الكهربائية لتستخدم في كافة أنشطة الحياة، وقد يصعب تصور أن تستمر الحياة في الوقت الحاضر بدون كهرباء. فالأجهزة الكهربائية تدير كافة الأنشطة في المؤسسات التعليمية والسكنية والصحية والزراعية والصناعية والتجارية. وقد ساهم هذا الانتشار الكبير للأجهزة والمعدات والآلات الكهربائية في رفاهية الإنسان، والزيادة في الإنتاج، وإطالة ساعات العمل التي كانت تقتصر على وقت النهار.

بالرغم من الفوائد التي جلبتها الكهرباء للبشرية إلا أنها جلبت معها العديد من المخاطر التي تسببت وتتسبب في أسى أعداد كبيرة من الناس. مخاطرها المباشرة تتمثل في أنها قادرة على صعق الأشخاص بقوة قاتلة، وتولد الحرارة التي تتسبب في وقوع الحرائق الانفجارات. أما أخطارها غير المباشرة فهي في قدرتها على إحداث قوة حركية تحتجز الأشخاص، وتخترق الأجساد، وتبتر الأعضاء. وفي المجال المغناطيسي الذي يصاحب مرور التيار مخاطره الصحية أيضاً.

ولقد عرف المخترعون والمشرعون خطورة الكهرباء فوضعوا من احتياطات السلامة في الأجزاء التصنيعية ما يكفي لاتقاء مخاطرها وسعوا إلى تعريف المستخدمين بطرق التشغيل الصحيح، وأنشئت معامل اختبار الجودة، ووضعت لوائح وتنظيمات لتتبع ويتقيد بها، وشكلت أجهزة رقابية للتفتيش عل المخالفات ومعاقبة المتسببين.

في المملكة العربية السعودية، تتولى وزارة الصناعة والكهرباء وضع لوائح وأنظمة السلامة الكهربائية، وتتولى هيئة المواصفات والمقاييس إصدار المواصفات القياسية للمواد والأجهزة الكهربائية، وتتولى الجهات الحكومية كل فيما يخصه التحقق من التقيد بتلك اللوائح والأنظمة والمواصفات قبل الموافقة على إيصال التيار الكهربائي للموقع.

يتم التعامل مع الشبكات الكهربائية على ثلاث مستويات. المستوى الأول هم المهندسون الذين يصممون الشبكات وفق اللوائح والأنظمة، المستوى الثاني هم الفنيون الذين يحولون هذه الرسوم إلى واقع، ثم يأتي المستوى الثالث وهو المستخدمون. المهندسون هم أكثر المستويات الثلاثة معرفة بالكهرباء ومخاطرها وأنظمتها ولوائحها ويقع تحت مسئوليتهم التقيد بالأنظمة عند التصميم والتحقق من حسن تنفيذ الأعمال وإجراء الاختبارات التي تثبت سلامة الشبكة وإصدار التقارير التي تثبت ذلك. أما الفنيون فمنهم من تعلم في معاهد متخصصة ومنهم من تعلم بالممارسة والخبرة، ويعتبر معظم الذين تعلموا بالممارسة والخبرة خطرين لأنهم يهتمون بتشغيل الدوائر أكثر ويتجاهلون أحياناً أجهزة السلامة أو أنهم قد لا يعرفون أهميتها والدقة في تركيبها. أما المستخدمون فهم أنواع حسب وعيهم وحرصهم ولكن الكثير منهم لا يعرف كيف يتقي الممارسات التي قد تضر به ولذا كانت مسئولية حمايته من الخطر الكهربائي تقع على مصمم الشبكة ومنفذها.

وحيث أنيط بمفتش السلامة في الدفاع المدني مهمة كشف الأخطار والعمل على إزالتها ووقاية الناس منها، فكان من الضروري أن يلم ببعض النواحي الكهربائية التنظيمية والفنية التي تعينه في تحقيق ذلك. ولا شك أن قدرة مفتش السلامة على التحقق من سلامة الشبكات والأجهزة الكهربائية تتناسب تناسباً طردياً مع معرفته بالجانب الفني من الكهرباء بالإضافة إلى إلمامه باللوائح التنظيمية التي تحدد الضوابط التي ينبغي إتباعها للحد من المخاطر، وهذا هو ما تهدف هذه المذكرة المبسطة إلى تحقيقه.

أساسيات الكهرباء

الكهرباء قوة خفية لا يمكن مشاهدتها، ولكن يمكن رؤية تأثيراتها المتعددة. المادة هي أساس الكهرباء، لذا فمعرفة تركيب المادة هو المدخل الصحيح لفهم الكهرباء، وهذا ما سنبدأ به دون تعمق إلا أن الأمر يتطلب الإلمام ببعض المعلومات الكيميائية.

المادة

المادة هي كل ما يشغل حيز من الفراغ وله وزن، وهي إما صلبة أو سائلة أو غازية. وتتكون المادة من جسيمات دقيقة تتجمع لتكون ذرات المادة. هذه الجسيمات تكون على هيئة شبيهة بالنظام الشمسي حيث تدور الكواكب حول الشمس، فالذرة تتكون من نواة لها أغلب الوزن بها نيترونات متعادلة وبروتونات ذات شحنة موجبة ويدور حولها جسيمات صغيرة جداً تسمى الإلكترونات تتساوى في العدد مع البروتونات. هنالك ٩٢ عنصراً مختلفاً من المواد تختلف باختلاف الأرقام والأوزان الذرية لذراتها. عدد البروتونات هو العدد الذري وعدد البروتونات والنيترونات معاً هو الوزن الذري. للأكسجين ٨ نيترونات و٨ بروتونات لذا فعدده الذري يكون ٨ ووزنه الذري يكون ١٦. تتوزع الإلكترونات حول النواة في مدارات يتشبع كل منها بعدد مختلف من الإلكترونات يزيد كلما ابتعد المدار عن النواة. تتوزع الإلكترونات بالتسلسل على المدارات وكلما تشبع مدار انتقل ما يزيد من إلكترونات للمدار الذي يليه، ويعتبر العدد الموجود في المدار الأخير هو **إلكترونات التكافؤ**. تتشبع المدارات وفقاً للمعادلة التالية (٢ن٢) حيث تعني (ن) رقم المدار. ويوضح الجدول أدناه العدد الذي يتشبع به كل مدار.

جدول رقم ١ توزيع الإلكترونات في المدارات حول النواة

المدار	التطبيق	المجموع
الأول	(٢ ن٢) = ٢ (١)٢ = ٢×٢	٢
الثاني	(٢ ن٢) = ٢ (٢)٢ = ٤×٢	٨
الثالث	(٢ ن٢) = ٢ (٣)٢ = ٩×٢	١٨
الرابع	(٢ ن٢) = ٢ (٤)٢ = ١٦×٢	٣٢
الخامس	(٢ ن٢) = ٢ (٥)٢ = ٢٥×٢	٥٠

س) كم عدد إلكترونات التكافؤ لعنصر الجرمانيون الذي له رقم ذري مقداره ٣٢ ووزنه الذري ٧٢ ؟

ج) عدد الإلكترونات يساوي عدد البروتونات وهو (٣٢) وتتوزع على المدارات وفق التسلسل الآتي:

(المدار الأول ٢– الثاني ٨– الثالث ١٨ – الرابع ٤)= ٣٢ .

يتضح أن عدد إلكترونات التكافؤ يساوي ٤.

الشحنة الكهربائية

هنالك شحن كهربائية موجبة وأخرى سالبة. الأجسام ذات الشحنات المتماثلة تتنافر، وتتجاذب الأجسام ذات الشحنات المتعاكسة. تتجاذب البروتونات والإلكترونات بسبب اختلاف شحنها الكهربائية، فيما تتنافر الإلكترونات من بعضها وتتنافر البروتونات من بعضها بسبب تماثل الشحن الكهربائية. بسبب تساوي عدد البروتونات والإلكترونات تكون الذرات والأجسام المتكونة منها متعادلة، وتصبح الذرة مشحونة إذا أختل هذا التوازن لسبب ما، أي أن زيادة أو نقصان عدد الإلكترونات. يمكن أن يختل هذا التوازن بالاحتكاك؛ مثل عندما تمشي على سجاد وتحس بوخزه كهربائية عند لمس مقبض الباب، أو عندما نشاهد الأضواء الزرقاء عند نزع الملابس في غرفة مظلمة، أو التصاق الشراب بالقمصان في نشافة الملابس الكهربائية وسماع صوت فرقعة خفيفة عند تفريقهما. ظاهرة البرق مثال أخر، فعندما تتقابل سحابتان تنتزع الأجزاء الرطبة الإلكترونات من بعضها البعض وتصبح مشحونة، وتنشأ قوة عظيمة إذا وصلت إلى حد معين تقفز الإلكترونات من السحابة ذات الشحنة السالبة إلى السحابة ذات الشحنة الموجبة أو إلى الأرض وهذا هو البرق الذي نراه. كلما سبق أمثلة على تجمع الكهرباء الساكنة، وهي إما أن تكون شحنات موجبة أو سالبة. عندما تكون الشحنة في مكانها فهي ساكنة فإذا انتقلت يصبح ذلك تياراً. تقاس الشحنة الكهربائية بوحدة تسمى (كولوم) وهي تساوي ($٦,٢٨\times١٠^{١٨}$ إلكترون أو بروتون) ، وتتناسب قوة التجاذب أو التنافر بين الأجسام المشحونة طردياً مع قوة الشحنة وعكسياً مع مربع المسافة بينهما. التجاذب والتنافر بين الأجسام المشحونة يعود لحقول الكهرباء الساكنة التي تحيط بالجسم المشحون.

بالإضافة إلى الاحتكاك،هنالك وسائل أخرى لشحن الأجسام. يمكن بسهولة تحرير الإلكترونات في المدار الخارجي لذرة عندما يكون عددها واحد أو اثنان برفع طاقتها بالحرارة أو بالضوء أو بمجال مغنطيسي. عندما يحدث ذلك، يصبح الإلكترون حراً والذرة أيوناً موجباً، وعلى النقيض إذا كسبت الذرة إلكترونا تصيح أيوناً سالباً. تختلف الذرات في قدرتها على تحرير الإلكترونات المكتسبة فبعضها يحررها بسهولة والأخر تتردد في ذلك، وهذا يقودنا إلى الموضوع التالي.

الموصلات، أشباه الموصلات، العوازل

رأينا فيما سبق أن جميع المواد ذات تركيب كهربائي، ولكل ذرة صفاتها الخاصة، فبعضها لديه مدار خارجي متشبع والبعض الأخر مداره الخارجي غير متشبع. كما رأينا أن تحرير الإلكترون يمكن أن يتم برفع الطاقة كما أن المزيد من الطاقة يمكن أن يحرك الإلكترون من ذرة إلى أخرى وينتج عن ذلك تدفق شحنات سالبة خلال المادة، و يسمى هذا التدفق بالتيار الكهربائي. بعض المواد توصل التيار الكهربائي بشكل فوري بطاقة قليلة وتسمى بالموصلات، والبعض الأخر يتطلب كميات كبيرة من الطاقة لتسيير تيار بسيط وتسمى بالعوازل. القاعدة في ذلك هي أن الموصل هو المادة التي يوجد في مدارها الخارجي أقل من نصف عدد الإلكترونات اللازمة ليكون مشبعاً، والعازل هو المادة التي يوجد في مدارها الخارجي أكثر من نصف عدد

الإلكترونات اللازمة ليكون مشبعاً. ويمكن القول أن المادة التي توصل الكهرباء هي التي يمكن تحرير الإلكترونات بمدارها الخارجي. النحاس والفضة والذهب من الموصلات الجيدة، النحاس هو أكثر الموصلات شيوعا، وعند اختيار الموصلات يراعى نوع مادة الموصل، وسعرها، وصفات مادية أخرى. يأتي بين العوازل والموصلات أشباه الموصلات، مثل الكربون، السيلكون، والجيرمانيون... الخ. يكثر استخدام أشباه الموصلات في صناعة المقاومات وأجهزة الحالة الصلبة مثل؛ الدايودز (الصمام الثنائي)، والترانزستورز، والشبكات المدمجة.

مصطلحات كهربائية

١. **الإلكترون:** العنصر الأساسي في الكهرباء، وهو جسم له شحنة كهربائية سالبة من التركيب الذري للمادة.

٢. **التيار(I):** هو المعدل الذي تمر به الشحنة الكهربائية من خلال موصل أو دائرة. وحدة قياسه هي الأمبير[١] (AMP)– (A) ، بمعرفته يحدد حجم الموصل للدائرة[٢]. التيار إما أن يكون مستمر (DC) يسير في اتجاه واحد يخرج من الجزء السالب من الدائرة ويعود من الجزء الموجب مثل البطاريات، أو أن يكون متردد (AC) يعكس اتجاهه عدة مرات في الثانية، فعندما يقال بأن التيار ٦٠دورة (cycle) في الثانية فذلك يعني انه يعكس اتجاهه ٦٠مرة في الثانية.

٣. **المقاومة (R):** هي درجة المقاومة التي يبديها الموصل لمرور الكهرباء (مرور الإلكترونات) ووحدة قياسها الأوم (ohm) ويرمز لها بالرمز (Ω)، وهي نوع من الاحتكاك يشتت جزءاً من الطاقة الكهربائية على شكل حرارة. وتستخدم هذه الخاصية في التحكم في كمية التيار الكهربائي الذي يمر في الدائرة الكهربائية[٣]. تعتمد المقاومة التي يواجهها التيار الكهربائي أثناء مروره في الموصل على طول الموصل، ومساحة مقطعه، ونوع مادة الموصل. ١ أوم (Ω) = ١ فولت/ ١ أمبير

٤. **الجهد–فرق الجهد–(V):** الضغط الكهربائي أو القوة الدافعة الكهربائية، وهو مقدرة مصدر الإلكترونات على تجاوز المقاومة، ووحدة قياسه الفولت (v). تتسبب المقاومة في تناقص الجهد كلما طالت المسافة التي يقطعها التيار في الموصل. بمعرفة فرق الجهد بين نقطتين يحدد سمك العازل للموصل أو الموصلات بينهما فكلما زاد فرق الجهد زاد السمك، وذلك لمنع حدوث القوس الكهربائي.

٥. **الدائرة الكهربائية:** هي طريق تمر من خلالها الكهرباء عند تشغيل الأجهزة الكهربائية، مكوناتها الأساسية: المصدر الكهربائي والموصلات والمفاتيح والحمل الكهربائي (الجهاز). يسير التيار بإغلاق الدائرة ويتوقف بفتحها[٤].وتسمى حية إذا أُوصلت بالتيار، وميتةً إذا فُصلت عنه .

---

[١] الأمبير هو مرور ٦,٢٨٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ = (٦,٢٨×١٠^١٨) إلكترون في الثانية في نقطة محددة.

[٢] إذا مر تيار زائد في موصل صغير سيسخن، ويمكن أن يبدأ حريق.

[٣] فرق جهد مقداره فولت واحد سيمرر تيار مقداره أمبير واحد خلال مقاومة مقدارها اوم واحد.

[٤] إغلاقها أي اتصال وترابط جميع أجزائها، وفتحها أي بوقف هذا الاتصال ويكون ذلك بالمفتاح أو غيره من وسائل وقف مرور التيار.

٦. **القوس الكهربائي:** هو تدفق الإلكترونات على شكل نور ساطع لعدم تلاؤم سمك العازل مع الجهد المنقول، أو لوجود تلف في العازل على هيئة ثقوب، أو بسبب تعرية الموصلات من العوازل بإزالة قدر كبير من العازل يزيد عن حاجة نقاط الربط داخل علب التوصيل. ويمكن أن يحدث القوس الكهربائي بين طرفي الدائرة أو بين أحد أطرافها ومواسير العزل أو أي جزء من الشبكة أو الإنشاء يكون مربوطاً بالسلك الأرضي. ويحدث هذا التدفق دون تماس ولكن من خلال الهواء، فكلما كان الهواء رطباً أو مشبعاً بمواد تعين على سريان التيار الكهربائي زاد هذا التدفق ويمكن أن تشعل ما حولها من مواد قابلة للاشتعال، أو تتلف العوازل وتصهر مادة الموصل مؤدية مع مرور الوقت إلى حدوث قصر الدائرة الكهربائية.

٧. **قُصر الدائرة الكهربائية:** عندما يتجاوز التيار جزءاً من الدائرة محدثاً دائرة جديدة ذات مقاومة متدنية جداً، فيزداد التيار[١] المار بها فوراً وبشكل كبير جداً، وتزداد بالتالي الحرارة التي تنتج بسبب مقاومة مادة الموصل لمرور التيار. وقد تصل درجة الحرارة إلى قدر كبير جداً يذيب جزئي التماس في الموصلات فوراً، وتصحب بانفجار عنيف يقذف بكور المادة الملتهبة، ويشعل ما حوله من مواد قابلة للاشتعال.

٨. **القدرة الكهربائية(p):** الشغل الذي يحدثه مرور التيار الكهربائي، وحدة قياسه هي الوات (w) وتساوي جول في الثانية، (جول وحدة الطاقة).

١ وات = ١ جول ÷ ثانية　　وات= فولت × أمبير

٧٤٦ وات = ١ حصان　　١٠٠٠ وات = ١ كيلووات

٩. **الطاقة الكهربائية (U):** هي الطاقة الكهربائية بوحدة الجول، وتساوي القدرة الكهربائية(p) ×الزمن(T).

١٠. **الطاقة الحرارية (H):** عندما يمر تيار (I) في موصل له مقاومة(R) فإن طاقة كهربائية تتحول إلى طاقة حرارية تعمل على رفع درجة حرارة مقاومة هذا الموصل H= U/(٤,١٨٦) سعر.[٢]

١١. **قانون أوم :** يشرح هذا القانون المبادئ والتعاريف التي يمكن قياسها بمقياس كهربائي بالرغم من أنها خفية عن العين .

التيار= الجهد ÷ المقاومة　　$R \times V = I$

المقاومة = الجهد ÷ التيار　　$I \div V = R$

الجهد = المقاومة × التيار　　$I \times R = V$

١٢. **تأريض الشبكة الكهربائية:** هو ربط الأجهزة والتابعات[٣] الكهربائية بمنطقة تستخدم كصفر تحكمي للجهد الكهربائي ومكمل للدائرة الكهربائية بهدف الوقاية من الصعق الكهربائي.

---

[١] ارجع لقانون أوم ليوضح أسباب زيادة التيار عند تدني المقاومة.

[٢] ١ سعر = ٤,١٨٦ جول.

[٣] التابعات الكهربائية هي الأدوات التي تستعمل في التركيبات الكهربائية مع الكيابل أو الأجهزة المنزلية، مثل: المفتاح، قاطع التيار، المصهر، القابس(فيش ذكر)، المقبس(فيش أنثى)، كبس، علب التوصيل..... الخ.

الشبكة الكهربائية

تكون الحرارة في الشبكة الكهربائية

يواجه التيار المار في موصل مقاومة تعتمد قوتها على نوع مادة الموصل وحجم مقطعه وطوله. سبب ذلك يعود إلى الاحتكاك الذي يحدث بين الإلكترونات المارة في الموصل مع الجسيمات المكونة لذراته، فتفقد بعض من الطاقة الكهربائية بتحول الطاقة الحركية للإلكترونات إلى طاقة حرارية. تزيد الحرارة بزيادة شدة التيار وزيادة وقت المرور، وقد وظف الإنسان هذه الخاصية في صنع الأجهزة الكهربائية التي تولد الحرارة مثل المدفئة، والسخان الكهربائي للماء وللطهي...وغيرها.

تبين لنا أنه أمكن الاستفادة من الحرارة الناتجة عن سريان التيار الكهربائي في أجهزة خصصت لتوليد الحرارة، إلا أن هذه الحرارة ضارة وخطرة عندما تتكون في الموصلات بقدر أعلى من المسموح به. هذا الخطر ينتج بسبب إتلاف الحرارة لمادة العزل التي تضبط سير التيار في الموصل وتمنع حدوث الصعق الكهربائي أو قصر الدائرة أو التقوس، وقد قيل أن قيمة الموصل الكهربائية مربوطة بسلامة المادة العازلة.

ويمكن أن تتولد الحرارة بأسباب أخرى غير زيادة شدة التيار عن تحمل مقطع الموصل. على سبيل المثال؛ إذا لم يسمح للحرارة البسيطة التي تنتج في ظروف التشغيل السليمة أن تتشتت فإنها تتركز. يحدث ذلك عند حشو مواسير العزل بعدد كبير من الموصلات فوق ما تسمح به الأنظمة. كذلك تتركز الحرارة عندما لا يتم فك كامل طية التوصيل الكهربائي التي تلف دائرياً، وعند تغطية بعض الأجهزة التي تولد الحرارة مثل أجهزة التدليك والكمادات والبطانيات الكهربائية خلافاً لتعليمات تشغيلها.

وتتولد الحرارة في الدائرة الكهربائية إذا صغر حجم مقطع الموصل إما بربط توصيلات ذات مقاطع أصغر من احتياج الدائرة، أو بسبب إزالة جزء من مادة الموصل عند نقاط الربط خطأً نتيجة السرعة أو قلة المهارة أو رداءة معدات العمل ، أو عمداً بسبب مخالفة أنظمة الربط الكهربائي بحشو عدد كبير من الموصلات في نقطة ربط واحدة مما يتطلب إزالة جزء من مادة الموصل ليمكن حشوها معاً.

وعندما يكون هنالك ارتخاء في نقاط ربط الموصلات تكون هذه مواقع خصبة لتولد الحرارة. يحدث ذلك بسبب عدم استخدام الوصلات المخصصة لربط الموصلات والاكتفاء بطي نهايات الموصلات على بعضها ولفها باللاصق العازل (الشطرطون) ، أو بسبب عدم شد مسامير وصلات الربط بالقدر الكافي أو استخدام وصلات لا تناسب مقاس الموصل، ويحدث أحياناً ألاّ تزال المادة العازلة بالقدر الكافي فيربط المسمار فوقها فلا يحدث اتصال محكم كما ينبغي. من أوجه ارتخاء نقاط الربط عدم اتصال أجزاء التوصيل في القابس والمقبس (الأفياش الذكر والأنثى) بكامل محيطها فيمر التيار من خلال نقاط الاتصال فقط وقد تكون صغيرة جداً فتزداد نسبة الاصطدام بين الجسيمات في الذرات بسبب مرور الإلكترونات في نقطة ضيقة وبالتالي تزداد الحرارة التي تنتقل إلى الموصلات محدثةً تلف المادة العازلة.

وقد وضعت بعض الضوابط التي تهدف إلى حماية الموصلات من هذه الحرارة وحولت إلى أنظمة وقوانين لتتبع مثل:

١. تحديد شدة التيار الذي يمكن أن يمرره موصل ذا قطر معين وفقاً لدرجة الحرارة في البلد الذي سيتم فيه التركيب.
٢. اختيار موصلات ذات سعة مقطع مناسبة لتمرير التيار الذي تتطلبه الأجهزة التي تعمل على تلك الدائرة الكهربائية.
٣. اختيار المفاتيح والقابسات القادرة على تحمل التيار.
٤. حماية الدوائر الكهربائية بقواطع أو مصاهر تفصل عند تجاوز التيار للشدة المسموح بها.
٥. تمكين الموصل من التخلص من الحرارة الناتجة عن مرور التيار.
٦. ربط الموصلات ببعضها من خلال وصلات خاصة تتحمل التيار المار وتضمن حسن الربط.
٧. وضع إرشادات الاستخدام الصحيح للأجهزة في مكان ظاهر.

أجزاء الشبكة الكهربائية

نحن هنا لا نتحدث عن دوائر بسيطة تعتمد على البطاريات أو المولدات وإنما عن الشبكات الكهربائية في المدن. تتكون الشبكة الكهربائية من محطة توليد للطاقة الكهربائية، وخطوط نقل وتوزيع الطاقة، ومحولات لتخفيف الجهد ليوافق حاجة الدوائر الكهربائية المستخدمة، وكيابل هوائية أو مدفونة توصل التيار إلى عداد المرفق ثم إلى لوحة التوزيع (الطبلون) لتقسيم التيار إلى دوائر فرعية وفق الحاجة، وسنتحدث عن كل مرحلة من هذه المراحل على حدة.

محطات توليد الطاقة الكهربائية

وتوجد غالباً خارج المدن على مسافات ليست بقريبة من مناطق المستخدمين حيث تولد الكهرباء بمولدات ضخمة ثم تنقل عبر خطوط نقل التيار. في هذه المذكرة نحن لا نهدف إلى الدخول في تفاصيل هذه المحطات وتركيباتها.

خطوط نقل وتوزيع الكهرباء

عرفنا أن التيار يواجه مقاومة عند مروره في الموصلات وتتسبب هذه المقاومة في هبوط جهده، ولكي يتم إيصال التيار الكهربائي إلى المستخدمين بأقل مجهود وكلفة يتم رفع الجهد الكهربائي إلى مستوىً عالي في محطات التوليد من خلال محولات فيسري التيار لمسافات بعيدة دون أن يتضرر بالنقص الحاصل من مقاومة الموصل لأن التيار ذا الضغط العالي قادر على تجاوز المقاومة. تصنف خطوط نقل الطاقة إلى مستويات؛ الضغط العالي والخفيف والعادي. يحدد الجهد المراد استخدامه وفقاً للمسافة المراد نقل التيار إليها. بعد وصول التيار إلى المنطقة المراد نقله إليها يوجه إلى محطات تحول الضغط العالي إلى ضغط خفيف في أطراف

المدن الصغيرة أو داخل الأحياء في المدن الكبيرة مع وضع حرم مناسب لها، ومنها ينقل التيار إلى المستخدمين حيث يتم التحويل الأخير من الجهد الخفيف إلى الجهد العادي الذي يوزع على عدادات المستخدمين. للتيار العالي مخاطره الخاصة؛ فمع زيادة الجهد يكبر المجال المغنطيسي. تتلافى هذه الخطورة بوضع حرم أمن يتناسب مع الجهد، وهنالك حلول هندسية كهربائية بجعل الحقول تتداخل مع بعضها وتتعادل. وهنالك الخطر الكهربائي فالضغط العالي صعقه شديد وليس بالضرورة أن يحدث تلامس مباشر مع الموصل فيمكن أن يحدث الصعق بالقوس الكهربائي. عمال الإنشاءات هم أكثر من يصاب بهذا النوع من الصعق لجهلهم بهذه الحقيقة. يتم التحكم في سريان التيار في خطوط الضغط العالي من غرف العمليات الرئيسية، ومما يجدر الإشارة إليه أنه بعد فصل التيار الكهربائي عنها يبقى فيها شحنات كهربائية يمكن أن تمرر تيار يصل إلى ٨٠٠٠ فولت، ويتّبع موظفي الصيانة في شركات الكهرباء تعليمات محددة قبل ملامسة هذه الأسلاك بعد وقف سريان التيار فيها مثل وصلها بالمؤرض الموجود في الأبراج، وارتداء معدات حماية شخصية مناسبة.

العداد الكهربائي

يهدف إلى تحديد كمية التيار المستهلك. وتصنف العدادات إلى مستويات مثل ٦٠، ١٠٠، ١٥٠، ٢٠٠ أمبير. يحدد للمستهلك ما يناسب احتياجه بعد دراسة للمخطط الكهربائي. العداد كغيره من التابعات الكهربائية سيسخن إذا مر به تيار أشد من المسموح به، لذا كانت شركة الكهرباء تطالب المستهلك بوضع قاطع بعد العداد على الجدار الداخلي للمنزل يساوي تصنيف العداد لكي يفصل عند مرور تيار يتجاوز سعة العداد. هذا النوع من الحماية عرضة للتجاوزات وأخطاء الكهربائيين الجاهلين أو غير المبالين. أما العدادات الحديثة التي تستخدمها شركات الكهرباء في الوقت الحاضر فقد زودت بقاطعها الخاص وهذا يحقق حماية أفضل. من أسباب الحرائق في عدادات الكهرباء ارتخاء نقاط الربط إما لكيبل المرفق أو لكيبل المشترك. يتلاعب بعض المشتركين خاصة عند عدم الحصول على إذن بإيصال التيار بربط كيابلهم مباشرة مع كيابل المرفق دون المرور على العداد وهذه مخالفة نظامية، وخطر لتجاوزه أنظمة الحماية من زيادة التيار عن الحد المسموح به. يحدث هذا بشكل أكبر في المواقع التي تكون الحاجة فيها إلى التيار مؤقتة مثل موسم الحج والمناسبات. كشفها هذه المخالفة سهل حيث يلاحظ أن التيار يمر ولكن العداد لا يدور.

عند إيصال التيار الكهربائي للعداد يقوم المرفق بمد كيبل به ثلاثة خطوط مكهربه وخط متعادل، وخط خامس يربط العداد بمؤرض المرفق.

لوحة التوزيع (الطبلون)

يقسم التيار داخل لوحة التوزيع إلى دوائر كهربائية ذات أحمال أصغر تسمى الدوائر الفرعية. يراعى عند تقسيم التيار احتياج الأجهزة من التيار، فهنالك أجهزة تتطلب خطوط مستقلة مثل الأفران الكهربائية والمكيفات والسخانات، أما الأفياش فتكون أفياش كل غرفة على دائرة مستقلة، ويمكن أن توزع دائرة الإنارة في أكثر من غرفة. تحمى كل دائرة فرعية بأداة حماية من التيار (مصهر أو قاطع). تتكون الدائرة من مجموعة من

الموصلات (الأسلاك المعزولة) التي يتم التحكم في سريان التيار في أجزائها بواسطة مفاتيح أو أجهزة تربط بالشبكة من خلال الأفياش ويتم التحكم في سريان من خلال مفاتيح قفل وتشغيل الأجهزة، وتحتوي بعض الأفياش على مفاتيح تتحكم في مرور التيار. وأخيراً يوجد الحمل الكهربائي المطلوب للطاقة (الأجهزة والمعدات). يسري التيار الكهربائي داخل الأجهزة الكهربائية وفق تنظيمات تصنيعية توضع فيها مقاومات تحدد كمية التيار الذي يمر من خلالها لتعمل.

التمديد الكهربائي

يُنقل التيار بموصلات معزولة، تتكون الموصلات من مادة توصيل النحاس أو الألمنيوم ومن مادة عازل تمنع تلامس القطبين. وتُحدد سعة مقطع الموصل وفقاً لكمية التيار الذي سيمر في الدائرة بمعرفة الغرض من تلك الدائرة. ويراعى في مادة العزل أن تلائم الظروف التي سيعمل فيها الموصل من حيث طبيعة المواد الموجودة ودرجة الحرارة والتيار المنقول. تتناسب متانة العزل مع الجهد مباشرة فكلما زاد الجهد كلما متن العازل لمنع التقوس الكهربائي ولمنع تلف العازل. وتغلف الموصلات بطرق مختلفة : فهناك الكيبل المصفح ، المسمّى بـ (BX) ، وهو مطوي بالمطاط ومغلف بمعدن مرن، و هناك أيضاً كيابل لها غلاف غير معدني تسمّى "رومكس". وتُطالب بعض اللوائح اعتماداً على الغرض من الموصل، سواءً كان غلافه قاسياً أو ليناً، أن يوضع في مواسير حديدية صلبة . وتحدد اللوائح عادة ألوان الموصلات بحيث تدل الألوان المتجانسة على الجهد المتجانس. وهنالك نوعين من أساليب ترقيم مقاس الموصل؛ الأمريكي AWG ، حيث يكبر الرقم كلما صغر المقطع وبالتالي تقل القدرة على نقل التيار، أما الترقيم الأوربي فهو بالملم المربع فكلما كبر المقطع زادت القدرة على نقل التيار.

القوابس والمفاتيح الكهربائية

المقابس والمفاتيح جزء من الدائرة الكهربائية ويتم اختيارها وفقاً لتصنيف التيار الذي سيمر في الدائرة، وينطبق ذلك على موزعات التيار والتوصيلات الكهربائية التي تربط بالأفياش عند الحاجة. إذا تم تركيب مقبس أو مفتاح ذا تصنيف أقل فسيسخن ثم ينقل الحرارة إلى الموصلات المربوطة به ويتلفها. حتى في ظروف التشغيل السليم قد تتلف أسطح التماس في المقابس والمفاتيح محدثةً تنقيراً وتقوساً يتسبب في صغر سطوح التماس تنتج عنه مقاومة إضافية وتسخن عند استخدامها، مما قد يتطلب استبدالها.

أنظمة الحماية في الشبكات الكهربائية

للوقاية من مخاطر الصعق الكهربائي والحرائق تحتوي الشبكات الكهربائية على أنظمة حماية منها التأريض، والقواطع والمصاهر، وأجهزة استشعر فرق التيار (كشف التسرب). وسنتطرق لكل منها على حدة.

تأريض الشبكة

يهدف نظام التأريض في الشبكة الكهربائية إلى الوقاية من الصعق الكهربائي. يتم عمله بوضع صفيحة نحاسية بحفرة في الأرض عمقها ٣م تقريبا، تحاط صفيحة النحاس بمسحوق من الملح والفحم، ويربط بالصحيفة قضيب معدني يكون طرفه الأخر قريب من سطح الأرض، يوصل طرف القضيب العلوي بسلك نحاسي خاص عاري من العزل يمتد إلى لوحة التوزيع ليربط من خلال وصلة توزيع بالأسلاك التي تؤرض الدوائر الكهربائية. تؤرض الشبكة الكهربائية بربط أجزائها التي تتطلب التأريض بقضيب التأريض الموجود في لوحة التوزيع. جهد نظام التأريض يكون مساوياً لجهد الأرض وهو صفر تقريبا، وتتراوح المقاومة فيه بين (صفر و ٨ أوم). يتناسب سمك موصل التأريض طردياً مع موصلات الدائرة الكهربائية. يلزم تأريض الأجهزة الكهربائية ذات الغلاف المعدني والتابعات الكهربائية للوقاية من الصعق الكهربائي. آلية عمل نظام التأريض تتمثل في أنه عند اتصال موصل الكهرباء بالجسم المؤرض لا يبقى التيار عالقاً في الجهاز بل يستمر إلى الأرض وفي هذه الحالة ستزيد شدة التيار نظراً لتدني المقاومة في شبكة التأريض، عندها سيفصل القاطع المخصص لحماية الدائرة مع زيادة مرور التيار عن سعة القاطع. عند تصادف ملامسة شخص لجهاز كهربائي مؤرض مع تلامس التيار مع الجهاز فإن أغلب التيار الكهربائي يتسرب إلى الأرض من خلال سلك التأريض ولا يشعر الإنسان إلا بوخزه بسيطة لأن التيار يسري في الأجسام الأقل مقاومة.

أجهزة الحماية من زيادة التيار (القواطع والمصاهر)

تحمى كل دائرة كهربائية بأجهزة للحماية من زيادة التيار، وهي نوعين قواطع و مصاهر. القواطع تستشعر زيادة التيار من خلال الحرارة والمجال المغناطيسي اللذين ينتجهما مرور التيار، أما المصاهر فهي تعمل بمبدأ استشعار الحرارة فقط. تستغل الحرارة في إذابة شرائح معدنية تكون جزء من الدائرة كما في المصاهر، أما في القواطع فتعمل الحرارة على تمدد شريحة معدنية تسبب دفعاً يفصل أجزاء الاتصال فتنفتح[١] الدائرة الكهربائية. المجال المغنطيسي يفتح الدائرة بفعل قوة الجذب المغناطيسية. تهدف أجهزة الحماية من زيادة التيار إلى منع مرور تيار أكبر من المسموح للموصل (كيبل أو سلك) بحمله، وذلك تلافياً لوقوع حريق سريع مثلما يحدث عند قصر الدائرة (تماس)، أو تلافياً لتضرر العوازل بالحرارة التي ينتجها مرور التيار الزائد عن تحمل الموصل مما قد يتسبب في خروج التيار من مساره الأصلي ليستمر مروره في أي مسار يستطيع المرور معه محدثاً الصعق الكهربائي أحياناً أو القوس الكهربائي الذي ينتج حرارة تشعل ما حولها من مواد قابلة للاشتعال، وهو أخطر عند وجود أبخرة قابلة للاشتعال، وفي أحوال أخرى يستمر القوس الكهربائي في الإضرار بالموصل حتى يوصله لمرحلة التماس المباشر بين طرفي الدائري الكهربائية.

القواطع والمصاهر مستويات يبدأ أولها في لوحة العداد ليحمي العداد والكيبل الخارجي القادم من محول المرفق فيوقف أي زيادة في التيار أعلى من سعة العداد، ثم نجد كيابل الدوائر الرئيسية الداخلية التي توصل

---

[١] تنفتح الدائرة هنا بمعنى إبعاد الأجزاء المتصلة عن بعضها فيتوقف مرور التيار.

من العداد إلى المفتاح الرئيسي ثم إلى لوحة التوزيع وتحمى هذه بالقواطع أو المصاهر الرئيسية في المفتاح الرئيسي أو في لوحة التوزيع، ثم يوزع التيار إلى دوائر فرعية يحمى كل منها بقاطعها الخاص، وفي بعض الأفياش والمفاتيح والأجهزة مصاهر خاصة بها.

مما يجدر لفت الانتباه إليه أنك لو جمعت سعة القواطع الفرعية في لوحة توزيع لوجدتها أضعاف سعة القاطع الرئيسي، ولا ضرر في ذلك بحكم أن الدوائر لا تعمل جميعاً في وقت واحد، فكما هو معروف هنالك دوائر تعلم في الصيف مثل المكيفات، وأخرى تعمل في الشتاء مثل المسخنات.

أجهزة استشعار فرق التيار (كشف التسرب)

وفيها تستغل ظاهرة تكون المجال المغنطيسي الناتج عن مرور التيار في قياس التيار الذاهب والراجع، ويكتشف التسرب في التيار عند ملاحظة فرق بينهما. عندما يصل الفرق إلى درجة الحساسية المحددة للجهاز يفصل الجهاز ويتوقف مرور التيار. هذه الأجهزة أنواع فمنها ما هو مخصص لحماية كامل الشبكة، ويمكن اختيار أنواع أخرى لحماية دائرة معينة وفي هذه الحالة يوضع جهاز الاستشعار في محل قاطع الدائرة ويقوم بعمل الاثنين معاً. حساسية الاستشعار تعتمد على الهدف من عملية الاستشعار. الأجهزة التي تهدف إلى حماية الإنسان تكون حساسيتها ٠,٠٣ أمبير، أما تلك التي تحمي الأجهزة فتكون ٠,٣أمبير.

اللوائح والأنظمة الكهربائية

هنالك العديد من الهيئات التي تصدر المواصفات الكهربائية، والمعامل التي تجري الاختبارات لتتحقق من تلبية المعدات والأجهزة الكهربائية لهذه المواصفات. وتعتمد الدول عند إصدار أنظمتها ولوائحها الكهربائية على هذه المواصفات وقد تطوعها أحياناً لتتوافق مع احتياجها وفقاً للظروف البيئية في كل بلد.

على سبيل المثال نجد أن هنالك هيئة للمواصفات الخليجية، وأخرى للمواصفات السعودية، وعلى المستوى العالمي هنالك العديد من هذه الهيئات مثل هيئة المواصفات البريطانية، وهيئة المواصفات الكندية، ومعامل أندر رايت انكربورايتد، ... الخ.

أصدرت وزارة الصناعة والكهرباء في المملكة العربية السعودية عدد من اللوائح التي تسعى للحد من مخاطر التيار الكهربائي سواءً كان ذلك في محطات التوليد أو عند النقل أو في المباني. من هذه اللوائح:

١. لائحة قواعد إيصال الخدمة الكهربائية إلى المنازل.
٢. لائحة قواعد التمديدات الكهربائية في المباني.
٣. تعليمات تشغيل وصيانة البطاريات الحمضية والقلوية.
٤. سلسلة قواعد السلامة بمرافق الكهرباء، وهي مكونة من خمسة أجزاء على النحو التالي

- نظام منع ومكافحة الحرائق في محطات الكهرباء والمنشآت التابعة لها.
- قواعد السلامة في إنشاء وصيانة المحطات والمعدات الكهربائية.
- قواعد السلامة في تشغيل المعدات وخطوط نقل الطاقة الكهربائية.
- قواعد السلامة في إنشاء وصيانة الكابلات الأرضية لنقل وتوزيع الطاقة.
- القواعد الخاصة بطرق التأريض الوقائي للدوائر والمعدات الكهربائية.

ولأهمية إلمام ضابط السلامة بما احتوته اللائحتين الأوليين بشكل يمكنه من كشف المخالفات فسوف نستعرض محتويات كل منها على حدة، أما بقية اللوائح فيمكن الرجوع لها عند الحاجة وتطلب من فروع وزارة الصناعة والكهرباء، أو مرافق شركات الكهرباء:

لائحة قواعد إيصال الخدمة الكهربائية إلى المنازل

صدرت بالقرار الوزاري رقم ٢٣٥ في ١٤٠٠/٣/١٠هـ ، وهي تهدف إلى إرشاد مرفق الكهرباء المستهلكين على أهم قواعد السلامة التي يجب اتباعها عند تنفيذ التمديدات الكهربائية ابتداءً من الخط العام حتى نقطة العداد لدى المشترك. وهي في خمسة أبواب؛ أولها يشمل الأحكام العامة، والثاني يعالج قواعد الخدمة الكهربائية على الجهد المنخفض١٢٧/٢٢٠ فولت للمناطق السكنية والتجارية وجهد ٢٢٠/٣٨٠فولت للمدن الصناعية، أما الباب الثالث فقد خصص لقواعد الخدمة على الجهد الابتدائي ٣٣٠٠٠/١٣٨٠٠فولت، والرابع

لتنظيم العدادات الكهربائية، والباب الخامس للأحكام الختامية. وسنتطرق إلى بعض المواد التي قد تكون محل اهتمامنا في التطبيقات الميدانية وفق الآتي:

الخدمة الكهربائية على الجهد المنخفض

١. تم تبيين نظم الخدمة القياسية من حيث عدد الأطوار والأسلاك والجهد وفقاً للغرض من الخدمة وفق الآتي:

عدد الأطوار	عدد الأسلاك	الجهد ا لقياسي	نوع الخدمة
٣،٢،١	٤،٣،٢	١٢٧/٢٢٠ فولت	سكنية، تجارية
٣	٤	٢٢٠/٣٨٠ فولت	صناعية

.

٢. منع المشترك من إيصال التيار من مبنى إلى أخر، أو تمرير موصلات الخدمة داخل مبنى لتصل إلى أخر، حتى وإن كان المالك واحد.

٣. تمدد الموصلات إما تحت الأرض مدفون بداخل مجرى وعدم ترك نهاية المجرى مفتوحة، أو داخل مواسير، أو ظاهرة محمولة على عوازل.

٤. لا يسمح بتمديد أي موصلات مع موصلات الخدمة داخل مجرى الخدمة ، ماعدا المؤرض، وحدد لون عازل الموصل المحايد بالأسود والأرضي باللون الأخضر أو الأخضر والأصفر، وإذا تعذر ذلك فتستخدم شرائط لاصقة بنفس الألوان على نهايات الموصلات.

٥. حدد أسلوب إدخال الموصلات من رأس الخدمة بهدف منع تسرب المياه.

٦. منع تمرير موصلات الخدمة الهوائية فوق أسطح المباني، وحدد بعدها الأفقي عن النوافذ بمتر، وألا يمكن الوصول إليها بسهولة إذا كانت مثبتة على الجدار.

٧. حددت أساليب ووسائل ومسافات لتثبيت الموصلات داخل وخارج المبنى.

٨. تحديد ارتفاع موصلات الخدمة عن سطح الأرض ٦م في المناطق الزراعية، ٤م في المناطق التجارية والشوارع العامة، و٣,٥م فوق الأرصفة والشوارع الفرعية. وألا تقل نقطة التثبيت بالمبنى عن ٣,٥م.

٩. التأكيد على سلامة عازل موصل الخدمة ما عدا المؤرض، وعلى قدرة الموصل على نقل الخدمة المطلوبة والتوسعة المستقبلية، وحدد الحد الأدنى لمساحة مقطع الموصل في الخدمة الهوائية بـ١٠ ملم٢ للطور الواحد و٢٥ ملم٢ للثلاث أطوار، أما الخدمة الأرضية فحدد ب٢٥ ملم٢ للطور الواحد و٥٠ ملم٢ للثلاث أطوار.

١٠. حماية معدات الخدمة داخل غلاف معدني مؤرض أو لوحة مفاتيح أو لوحة تحكم مزودة بوسائل قفل، ولا تكون معرضة للتلامس المباشر. مع تأريض معدات الخدمة.

١١. لا يجوز أن يغذي موصل الخدمة الداخل إلى مبنى أكثر من ستة قواطع دائرة. وأن تتوافق وسائل فصل الخدمة مع أحمال المشترك المتعاقد عليها وأن تفصل أتوماتيكياً عند تجاوز ذلك الحد.

١٢. تجميع وسائل فصل الخدمة في مكان واحد بقدر الإمكان يسهل الوصول إليه وقريب من نقطة دخول الموصلات، وتمييز وسيل فصل كل مشترك. وفي حالة تغذية مجموعة من الموصلات لأكثر من مبنى فيكون لكل مبنى قواطعه الخاصة.

١٣. حماية الموصلات ضد زيادة التيار ماعدا المؤرض، وحماية المعدات من القصر الأرضي.

الخدمة الكهربائية على جهد التوزيع الابتدائي:

١. الجهد القياسي لموصلات الخدمة الابتدائية ١٣٨٠٠ فولت نظام ٣ طور،ثلاث أو أربعة أسلاك، ويمكن استخدام مستويات عالية من الجهد إذا لم يفي هذا الجهد بالمطلوب.

٢. إذا لم يلب الجهد المنخفض حاجة المشترك يزود بجهد ابتدائي على أن يقوم بتأمين وتركيب وتشغيل وصيانة ما يلزم من محولات وخلافه.

٣. توصل الخدمة بموصلات مدفونة في الأرض، أو داخل مجرى مطابق للموصفات به تصريف للسيول، أو محمولة على عوازل لا يصل إليها إلا المختصين، ولا يقل سمك هذه الموصلات عن ١٦ ملم٢ من النحاس أو ما يكافئها من الألمنيوم.

٤. وضع علامات تحذيرية على المواقع التي يكون بها أجزاء مكشوفة، ووضع صندوق نهاية كيبل عند خروج الكيبل من الماسورة المغلفة لحمايته من الرطوبة والتلف.

٥. تزود الموصلات بقاطع دائرة أو مصهر، وتزود بأجهزة حماية ضد زيادة التيار والقصر الأرضي مع محولات التيار، ومانعة صواعق على كل خط مكهرب تربط من خلال سلك نحاسي لا يقل قطره عن ٢,٥ ملم٢ يسلك اقصر طريق مستقيم للأرض يبعد عن سلك التأريض للجهد العادي مسافة لا تقل عن ٦م.

عداد الطاقة الكهربائية

١. يركب عداد الطاقة الكهربائية من قبل مرفق الكهرباء.

٢. تركب العدادات بالعمارات السكنية والمنشآت في مكان واحد مجاور لموصلات الخدمة، وإذا تعذر ذلك ففي مكان يمكن الوصول إليه من قبل موظفي شركة الكهرباء دون الرجوع للمالك، ويترك أمام العدادات حيز لا يقل عن ١م ويرقم كل عداد بشكل يدل على المشترك.

٣. تركب العدادات في المساكن الخاصة خارج البيت داخل صندوق مغلق مخصص للتركيب خارج المبنى ويكون له نافذة تمكن من قراءة العداد دون فتح الغطاء.

٤. يركب المشترك قاطع عمومي منفصل أو ضمن لوحة توزيع داخل المبنى.

٥. لا يغير موضع العداد إلا من قبل المرفق.

٦. يتم فحص العداد قبل وبعد التركيب من قبل المرفق ، وتتم معايرة العداد من قبل المرفق ويتم فحص أجهزة المعايرة وفق جداول زمنية محددة، و يحتفظ المرفق بسجلات منظمة عن العدادات من حيث البيانات والاختبارات.

أحكام ختامية

١. إذا عبث المشترك بمعدات الخدمة الكهربائية للمرفق حق فسخ عقد توريد الخدمة، ومطالبته بالتعويض عن كافة الأضرار.

٢. لا يجوز للمشترك حجز العداد لحين الانتهاء من ترميم العقار، ولا نقله من مكان إلى أخر.

٣. عند الخلاف بين المرفق والمشترك تحسم النزاعات أمام وزارة الصناعة والكهرباء.

لائحة قواعد التمديدات الكهربائية في المباني.

صدرت بالقرار الوزاري رقم٢١٦٤ في ١٣٩٦/٦/٧هـ وقد اشتملت على الأتي:

أحكام عامة

١. وضحت اللائحة معاني المصطلحات الكهربائية المستخدمة.

٢. تحدد نطاق شمولية التمديدات الكهربائية في المنازل ابتداءً من العداد إلى كافة النقاط التي يؤخذ منها العداد، ويستثنى المباني التي تتعرض لدرجات حرارة أو رطوبة غير عادية كغرف التبريد، والمباني التي فيها مواد قابلة للاشتعال أو الانفجار، والتركيبات الكهربائية التي تعمل بجهد يفوق ٥٠٠فولت.

٣. التمديدات الكهربائية: تنفذ وفق الأصول الفنية، عند وصل الأسلاك ببعضها تربط بواسطة قطع توصيل مجهزة بمسامير نحاس وتعزل عزل إضافي بشريط لاصق ولا يسمح ببرم الأسلاك، ولا تجزأ الأسلاك بين التابعات وعلب التوصيل. وعند إزالة العازل لربط الموصل يكفي إزالة القدر الكافي للربط فقط وعدم ترك أجزاء مكشوفة من مادة الموصل.

٤. تمدد الكيابل ومواسير عزل الكهرباء بشكل أفقي أو عمودي وتثبت بإحكام بكلبسات وفق أبعاد محددة، ويراعى عدم استخدام القوة في سحب الأسلاك داخل المواسير، وأن يكون عدد الأسلاك في الماسورة الواحدة وفق جدول محدد على ألا يتجاوز مع حجم العوازل ٤٠% من حجم الماسورة. وتركب قسامات واسعة قوية ذات أغطية محكمة بعد كل منعطفين ويحكم ربط المواسير ببعضها بالقطع التي على شكل زاوية (كوع) والجلب لئلا ينفذ الماء أو التراب إلى الداخل. وتكون المواسير من مادة البي في سي (PVC)، أومن الحديد مع تأريضها، ولا يجوز أن تكون مواسير الحديد هي المؤرض.

٥. تثبيت التابعات الكهربائية بمسامير محكمة ولا تترك مكشوفة.

٦. يراعى توفر عنصر السلامة في التمديدات بتلافي تكون الحرارة في الموصلات وتوابعها وتركيب وسائل الحماية الكافية وفق جدول خاص في اللائحة. ويتم العمل على منع الصدمات الكهربائية بحسن عزل التمديدات ووضع مفاتيح التشغيل على الموصل المكهرب وإذا كانت الدائرة ٢٢٠ فولت فيكون المفتاح ثنائي الأقطاب، وإذا كانت الدائرة ثلاثية الأقطاب فيكون المفتاح كذلك. أما دوائر الأجراس فلا تزيد عن ٢٤ فولت. كما نصت اللائحة على تأريض الأجسام المعدنية للأجهزة الكهربائية، خاصةً تلك المعرضة للمياه مثل الغسالة والثلاجة.

٧. ربط نهاية أسلاك التأريض بقطب أرضي مدفون على عمق ٣م بالقرب من العداد مع ربطها بقضبان الفولاذ الإنشائية لأساس المبنى، على ألا يقل مقطع سلك التأريض المرتبط بالقطب الأرضي عن ٦ملم٢ وتربط باللحام أو مرابط نحاسية ملولبة. ولا يجوز أن تزيد مقاومة القطب عن ٢٥ أوم، ولا تزيد مقاومة موصلات التأريض عن ١ أوم. وتربط موصلات التأريض بقطب التأريض في لوحة التوزيع.

٨. تأريض جميع الأفياش، ولا تقل مساحة مقطع موصل التأريض عن ١ ملم٢ أو نصف حجم الموصل المكهرب، وقد وضع جدول لتحديد ذلك.

١. تبدأ من عداد الطاقة، ثم دائرة رئيسية، يليها مفتاح رئيسي عمومي، ثم دائرة رئيسية ثانية، فلوحة التوزيع التي توزع التيار إلى دوائر فرعية يحمى كل منها بأداة ضد زيادة الحمل الكهربائي.
٢. يكون المفتاح الرئيسي للتركيبات بطور واحد ثنائي القطب ليفصل كل من الموصل المكهرب والمحايد عن مصدر الطاقة الكهربائية، أما في التركيبات بطورين أو ثلاثة أطوار فيفصل الموصلات المكهربة فقط. ويكون المفتاح على بعد لا يزيد عن ٢م عن العداد في وضع يمكن معه بسهولة قطع التيار عن المبنى عند الخطر، ولا تقل سعته عن سعة قاطع العداد، وبه وسائل فصل أوتوماتيكية، وفي المباني الصغير يمكن أن يكون المفتاح الرئيسي داخل لوحة التوزيع.
٣. تكون الموصلات في الدائرة الرئيسية الأولى قادرة على حمل التيار الذي يسمح قاطع المرفق بمروره، وتكون الموصلات في الدائرة الرئيسية الثانية مكافئة لها، وإذا كانت المسافة في الدائرة الرئيسية الثانية بعيدة بشكل يسبب هبوط في الجهد يزيد عن ١% فيراعى ذلك وفق جدول مرفق باللائحة.
٤. تميز ألوان الموصلات المكهربة باللون الأحمر أو البني، والموصل المحايد بالأسود أو الأزرق، والموصل المؤرض بالأخضر أو الأخضر مع الأصفر.
٥. تكون لوحة التوزيع من مادة غير قابلة للاشتعال وإذا كانت معدنية فتؤرض، وتحتوي على أجهزة حماية ضد زيادة التيار يراعى فيها عدد أطوار الدائرة، توضع بين قضبان التيار و أطرف الموصلات المكهربة. أما الموصلات المحايدة فتربط بالقضيب المحايد، وتربط أسلاك التأريض بقضيب الأرضي. وتميز كل أداة حماية لتحديد رقم الدائرة التي تحكمها لسهولة تحديد العطل.
٦. يجب ألا تقل سعة الموصلات في الدوائر الفرعية عن ٣ملم٢ وتحمى ضد زيادة، وتخصص دوائر فرعية مستقلة للإنارة ودوائر مستقلة أخرى للأجهزة المنزلية، وفي دوائر الأحمال الخفيفة لا يسمح بأن يكون هنالك أكثر من عشرة مخارج من دائرة فرعية واحدة وتزود هذه الدوائر بمصهر لا تزيد سعته عن ٣٠أمبير. أما دوائر الأحمال العالية مثل سخان المياه والمكيف والفرن الكهربائي فيخصص لكل منها دائرة فرعية مستقلة.
٧. لا يجوز استخدام موصلات تقل سمكها عن ١,٥ملم٢.
٨. موصلات الأجراس والتلفونات، والتي تعمل على جهد أقل من ١٠٠فولت تكون في مواسير منفصلة عن الدوائر الكهربية الأخرى، وتكون مفاتيح كل منهما مستقلة في علب خاصة.
٩. توضع الأسلاك في مواسير عازلة وكذلك الكيابل ٦ملم٢ فأقل ، وبعد تحديد الأحمال المتوقعة توضع موصلات مناسبة للدوائر الفرعية وتحمى للوقاية من الحرائق، مثل عند قصر ا لدائرة أو زيادة الأحمال، بمعدات حماية ضد زيادة التيار، وفق جدول مرفق.
١٠. تكون التابعات الكهربائية ملائمة للغرض الذي وضعت من أجله، وفق جدول مرفق.

١١.عند ربط كبس مصباح لولبي يكون الموصل المكهرب بنقطة التوصيل الوسطى، والمحايد بنقطة التوصيل الخارجي. ويكون الكبس بعيد مسافة لا تقل عن ٢م من أي مصدر مياه في الحمامات والمطابخ والمغاسل، أو أن يعزل جيداً ويوضع له غطاء. وعند تعليق فوانيس الإنارة يراعى ألا يكون هنالك شد على الموصل، أما الفوانيس التي يزيد وزنها عن ٢كجم والمراوح فتعلق بوسائل مستقلة ولا تعرض الكيبل المرن لأي حمل. وفي لمبات الفلورسنت يكون الملف ضمن علبة معدنية معزولة ومؤرضة.

١٢.توصل المفاتيح بالخط المكهرب وإذا كانت الدائرة ذات طورين أو ثلاثة أطوار يكون المفتاح مجهزاً بأن يفصل الطورين أو الثلاثة معاً في أن واحد. وتكون الأجزاء الظاهرة للمفاتيح من مادة عازلة، وعند تشغيل الدائرة يكون الأزرار إلى أعلى وعن فصلها يكون إلى أسفل.

١٣.المقابس التي في الأماكن التي بها مياه بصفة مستمرة مثل الحمامات والمطابخ وغرف الغسيل تكون من النوع المؤرض وتبعد مسافة لا تقل عن ٢م من مصدر المياه، وتربط الأجهزة الكهربائية المعرضة للمياه مثل أجهزة تكييف الهواء والثلاجات والغسالات والأفران وسخانات المياه وغيرها بمقابس مؤرضة.

١٤.تثبت المقابس بحيث يكون ثقب التأريض إلى أعلى، وعند ربط الموصلات يربط الأرضي بالمربط الذي يرمز له بالحرف (E)، والمكهرب بالمربط الذي يرمز له بالحرف (L)، والمحايد بالمربط الذي يرمز له بالحرف (N).

١٥.لا تستخدم القابسات والمقابس لإيصال التيار الكهربائي للأجهزة التي تعمل بطورين أو ثلاثة أطوار بل توصل هذه الأجهزة مباشرة في التركيبات الثابتة للمباني، كما لا تستخدم القابسات والمقابس لإيصال التيار الكهربائي للأجهزة التي يتجاوز تقديرها ٢٠أمبير، بل تستخدم قواطع تيار أتوماتيكية بدلاً منها.

١٦.يثبت الكيبل الكهربائي المرن المتصل بأجهزة كهربائية جيداً بشكل يمنع الشد على نقاط الربط.

١٧.يراعى في التابعات الكهربائية التي تثبت خارج المنزل أن تكون قادرة على تحمل الطقس وتمنع تسرب الغبار والماء إليها، و اختيار مكان مناسب يمنع تعرضها للكسر أو التلف.

فحص الشبكة الكهربائية

يقوم مفتش السلامة بالدفاع المدني بالتفتيش على أنواع متعددة من المنشآت لكل منها مخاطرها الخاصة وفق لنوع النشاط والمحتويات. تتفق جميع هذه المنشآت بوجود المخاطر الكهربائية فيها، مما يتطلب أن ينمي المفتش مهارته في التفتيش على الشبكات الكهربائية. لاشك أن اتباع منهج ثابت في التفتيش سيرفع من كفاءة التفتيش وشموليته. ولا شك أن إعداد نموذج خاص بهذا الغرض سيعين في تحديد تسلسل التفتيش وتدوين الملاحظات. الأسلوب الذي يتبعه مفتش الدفاع المدني في فحص الشبكات الكهربائية فحص ظاهري، إذ أنه من غير المعقول أن يطلع المفتش على الأعمال الكهربائية المغطاة. مع أن الفحص الظاهري لا يمكن من رؤية كل الأعمال إلا أنه يمكن من كشف كثير من المخالفات وتقييم أعمال الجهات الفنية التي تنفذ أعمال الكهرباء والجهات الرسمية التي أنيط بها التحقق من سلامة التمديدات ليتم العمل على ضبط المخالفين وكشف القصور في أعمال المتابعة ومعالجتها من خلال الجهات ذات الاختصاص.

خطوات فحص الشبكة الكهربائية

١. يبدأ المفتش من منطقة دخول الكيابل والعداد ويتم التحقق من مطابقة تمديد الكيابل للوائح، ويدون بيانات سعة العداد.
٢. التحقق من تبين الموقع الذي يخدمه العداد في المواقع التي يوجد بها أكثر من عداد.
٣. التحقق من وجود قاطع رئيسي لا تزيد سعته عن سعة العداد.
٤. التحقق من وجود مفتاح رئيسي وأن سعته لا تقل عن سعة العداد.
٥. إذا أمكن مشاهدة الكيابل للدوائر الرئيسية فتقيم قدرتها[١] على تحمل التيار المحدد للشبكة.
٦. التحقق من أن الكيابل ممدة وفقاً للتعليمات، وأن مجاري الكيابل معزولة عن مياه الأمطار والأتربة.
٧. تفحص لوحة أو لوح التوزيع ويتم التحقق من تعبئة البيانات الموجودة في باب اللوحة لتبين مواقع الدوائر التي تحميها القواطع.
٨. التحقق من أن القواطع لا تزيد عن حاجة الحماية للدوائر الفرعية[٢].
٩. التحقق من وجود جميع الأغطية للعداد والقواطع والمفاتيح الرئيسية والفرعية والمقابس والأجهزة ولوحات التوزيع، وأن الأجزاء المكهربة معزولة بشكل لا يمكن معه حدوث صعق كهربائي لأحد.
١٠. التحقق من التقيد بالبعد المناسب للقوابس واللمبات عن مأخذ المياه.

---

[١] يستطيع المفتش تنمية معرفة سمك الكيبل بالنظر إن لم يستطع قراءة البيانات وهي إما أن تكون (١٦، ٢٥، ٣٥، ٥٠، ٧٠، ٩٥) ملم٢.

[٢] من المخالفات الشائعة أن تكون جميع القواطع بسعة ٣٠ أمبير حتى للدوائر التي تتطلب قواطع ذات سعة أصغر.

١١.تحسس المفاتيح والأسلاك للأجهزة التي تعمل والبحث عن سبب أي حرارة غير عادية، والتحقق من عدم وجود زيادة حمل بحساب الحمل على الدائر.

١٢.التحقق من وجود دوائر مستقلة للأجهزة التي تتطلب ذلك.

١٣.التحقق من تأريض جميع الأجهزة والدوائر التي تتطلب ذلك.

١٤.إجراء فحص الأرضي للتحقق من وجود مؤرض في الشبكة.

١٥.التحقق من مطابقة أسلوب التمديد للدوائر الفرعية للوائح والتعليمات.

١٦.العمل على إزالة أي توصيلات كهربائية تستخدم بصفة مستمرة، واستبدالها بقوابس ثابتة يمدد لها بشكل صحيح.

١٧.التحقق من مناسبة المفاتيح للدوائر من حيث الحمل والجهد.

١٨.التحقق من حسن تثبيت الموزعات التي توضع على القوابس ومن مناسبتها للحمل المتوقع للدائرة.

١٩.التحقق من حسن تثبي المقابس في القوابس، والعمل على إزالة أي ارتخاء في نقط الاتصال.

٢٠.مراعاة سلامة الأسلاك التابعة للأجهزة الكهربائية، وإبعادها عن الأماكن التي تتعرض فيها للصدمات.

٢١.التحقق من حصول الأجهزة التي تتطلب التهوية على المسافات الكافية لذلك.

حساب الأحمال الكهربائية

قد يبدو في البداية أن حساب الحمل الكهربائي أمر صعب يتطلب مختص في الكهرباء، إلا أنه أسهل من ذلك بكثير. يمكن حساب شدة التيار الكهربائي المار بدائرة ما بتطبيق القوانين الكهربائية التي درسناها في المصطلحات الكهربائية. بمعرفة شدة التيار يمكن القيام بالأعمال التالية لتلافي تركز الحرارة في أجزاء الشبكة الكهربائية واتقاء المخاطر المترتبة على ذلك:

١. تحديد حجم الموصل المناسب أو التحقق من مناسبة الموصل الموجود أصلاً.

٢. بجمع مقدار التيار المار في الدوائر الفرعية يمكن تحديد مقدار التيار الذي يمر في الدائرة الرئيسية التي تغذي هذه الدوائر والتحقق من ملائمة الكيابل الرئيسية لهذا الحمل الكهربائي.

٣. التحقق من ملائمة القواطع والمصاهر التي تحمي الكيابل والموصلات.

٤. التحقق من ملائمة المفاتيح والأفياش للتيار الذي يمر من خلالها.

س١) مدفئة كهربائية تعمل بقدرة كهربائية مقدارها ٣٣٠٠ وات، وجهد مقداره ١١٠فولت. ما شدة التيار الذي يمر من خلال هذه الدائرة عند تشغيل الجهاز، وما مساحة مقطع الموصل المناسب لحمل هذا التيار، وما سعة القاطع الذي سيحمي هذا الموصل؟

ج١) بالرجوع إلى قوانين الكهرباء نرى أن:

وحدة الطاقة (الوات) = وحدة التيار(الأمبير) × وحدة الجهد (الفولت)

٣٣٠٠ وات = ؟ أمبير × ١١٠فولت

؟ أمبير = ٣٣٠٠ وات ÷ ١١٠فولت = ٣٠ أمبير

إذاً يمر تيار قدره ٣٠ أمبير في الدائرة الكهربائية عند تشغيل هذه المدفئة، وبالرجوع إلى جدول تقدير الكيابل وأسلاك النحاس عند درجة ٤٥°م، وهو مأخوذ عن لائحة قواعد التمديدات الكهربائية، نستطيع تحديد مقاس الموصل وفقاً لنوعه وعدد الموصلات. ويبين الجدول كذلك سعة القاطع المناسب لكل موصل حسب حجمه. وفي هذه الحالة سيكون تطبيقنا على (٣-٤) أسلاك مفرد داخل مواسير. بالرجوع للجدول أن جميع الأسلاك التي مقاس مقطعها أقل من ١٠ملم٢ لا تستطيع حمل التيار دون حدوث ضرر، وعند اختيار السلك ذا السعة ١٠ملم٢ نجد أن الجدول حدد قاطع ذا سعة ٣٠ أمبير لحماية الموصل.

س٢) في المثال السابق إذا أمكن تشغيل الجهاز على جهد قدره ٢٢٠فولت، ما شدة التيار الذي سيمر من خلال هذه الدائرة عند تشغيل الجهاز، وما مساحة مقطع الموصل المناسب لحمل هذا التيار، وما سعة القاطع الذي سيحمي هذا الموصل؟

ج٢) بالجوع إلى قوانين الكهرباء نرى أن:

وحدة الطاقة (الوات) = وحدة التيار(الأمبير) × وحدة الجهد (الفولت)

٣٣٠٠ وات = ؟ أمبير × ٢٢٠فولت

؟ أمبير = ٣٣٠٠ وات÷ ٢٢٠فولت = ١٥ أمبير

ويتضح من الجدول أن سلك ذا مقطع ٤ملم٢ يستطيع حمل تيار مقداره ٢٠أمبير وأن القاطع المناسب لحماية السلك سيكون بسعة ٢٠ أمبير[١]

نستنتج من المثالين السابقين أنه في حالة تشغيل جهازين متماثلين في كل شيء ما عدا جهد التشغيل فإن الجهاز الذي على جهد أعلى سيتطلب تيار أقل[٢] وبالتالي موصل أصغر.

لذا فالأجهزة التي تسخن أسلاكها عند تشغيلها على جهد١١٠ فولت، ويمكن تشغيلها على جهد ٢٢٠ فولت نجد أنها تفقد هذه الحرارة بفعل ذلك.

---

[١]حدد في اللائحة الأصلية بـ ٣٠ أمبير . وأعتقد أن ذلك عائد لخطأ إملائي إذ أن الأقرب أن يكون ٢٠ أمبير ليمنع زيادة التيار التي تتلف الموصل.

[٢]لاحظ أن التيار يعني معدل تدفق الإلكترونات في وقت محدد.

س٣) دائرة كهربائية جهدها ١١٠ فولت تغذي فيشين بغرفة يعمل على الفيش الأول مدفئة كهربائية تعمل بطاقة قدرها ١١٠٠ وات، ويعمل على الفيش الثاني مكنسة كهربائية بطاقة قدرها ٧٠٠ وات. ما شدة التيار الذي يمر من خلال هذه الدائرة عند تشغيل الجهازين معاً؟

ج٣) التيار = طاقة (جهاز ١+ جهاز ٢)÷ ١١٠فولت

= ١١٠٠ وات + ٧٠٠ وات÷ ١١٠ فولت

= ١٨٠٠ وات ÷ ١١٠فولت = ١٦,٤ أمبير.

أجهزة القياس الكهربائية

يحتاج المفتش أحياناً إلى بعض التجهيزات للحصول على بعض المعلومات عن الشبكة التي يقوم بالتفتيش عليها، ونحن نؤكد على ارتداء معدات الحماية الشخصية عن التعامل مع الشبكات الحية. من هذه المعدات:

١. المفك المكهرب ويستفاد منه في التحقق من أن الشبكة حية، وتحديد القطب المكهرب، ومعرفة ما إذا كانت نهايات الموصلات الظاهرة مرتبطة بالشبكة من عدمه.
٢. جهاز الفولتميتر: ويستخدم لقياس الجهد بالدائرة ولإجراء التحقق من فصول الأرضي.
٣. جهاز القياس المتعدد: يستخدم في التيار المستمر أو المتردد. باستخدامه يمكن تحديد جهد وكمية التيار وتحديد مقاومة الدائرة، وهو نوعان من حيث التصميم نوع تتم قراءته بمؤشر والأخر رقمي. ذا المؤشر أرخص سعراً وهو أفضل لمراقبة نمط الجهد، أو التيار، أو المقاومة التي تتدرج في الصعود. أما الرقمي فهو دقيق جداً وأسهل في القراءة وهو أفضل عند الرغبة في معرفة قيمة المطلوب بدقة.

التحقق من وجود نظام التأريض

يهدف هذا الفحص للتحقق من وجود نظام تأريض في الشبكة وأن الأجهزة موصلة به.

١. أي جهاز كهربائي موصل بفيش ذا قطبين يعتبر غير مؤرض.
٢. كون الفيش من النوع ذي الثلاث أقطاب لا يعني أنه مؤرض بل يجب التحقق من أن القطب الثالث موصل بالأرضي. ويتم ذلك خلال ثواني معدودة باستخدام جهاز قياس الفولتميتر، وفق الخطوات التالية:

- إدخال طرفي جهاز القياس في القطبين السفليين للتعرف على جهد التيار(١١٠-٢٢٠)فولت.

- إذا كان التيار ٢٢٠فولت يؤخذ أحد القطبيين ويوصل بالقطب الأرضي فإذا لم تضيء لمبة مرور ١١٠فولت فالفيش غير مؤرض، والعكس صحيح.
- إذا كان التيار ١١٠فولت فيتبع نفس الإجراء في الفقرة السابقة فإذا لم يمر التيار من أحد الثقبين السفليين ينقل للأخر فإذا لم يمر من كليهما فالفيش غير مؤرض، والعكس صحيح.

٣. إذا كان الجهاز مربوط في مقبس ثلاثي من خلال قابس ثنائي باستخدام موزع تيار فالجهاز غير مؤرض.
٤. إذا كان الجهاز مربوط في مقبس ثلاثي من خلال قابس ثلاثي من خلال موصلين فقط فالجهاز غير مؤرض.
٥. كون الفيش مؤرض لا يعني أن الجهاز مؤرض حتى وإن شوهد أنه موصل بقابس وموصل ثلاثية الأقطاب، فالبعض يعمد إلى عدم ربط سلك التأريض بالقابس أو بالجهاز وبهذا لا تكتمل دائرة التأريض ولا تتحقق الحماية.

ممارسات كهربائية خاطئة

من الممارسات الكهربائية الخاطئة ما يلي:

١. تعريضها التمديدات الكهربائية للأخطار الفيزيائية بتمديدها من أسفل السجاد أو من خلال الأبواب والنوافذ أو في أي موقع آخر تتعرض فيه لحركة مستمرة مثل المشي، أو أن تكون مدلاة بدون دعم، أو في متناول الحيوانات والطيور و الأطفال، أو أن تستخدم في مناطق تكون فيها معرضة للصدمات أو الشد أو لطرق المسامير أو الدبابيس التي تخترق العازل إلى الموصل، أو أن تُلف لفات حادة أو تُعقد أو تُثنى أو تُخدش بآلة حادة.
٢. إساءة عمل التوصيلات بين نهايات الموصلات بعدم التكافؤ في الأسلاك، أو ارتخاء نقاط الربط بين الموصلات، أو إزالة جزء من الموصل عند إزالة العازل فيصغر مقطعه، أو زياد إزالة العازل بشكل أكبر من ما يلزم، أو عدم حماية نقاط توصيل علب التوصيلات .
٣. زيادة الأحمال الكهربائية على المقابس من خلال الشكل الأخطبوطي بوصل عدد من الأجهزة في موزع تيار واحد.
٤. التلاعب بالمصاهر والقواطع؛ كتبديل المادة المنصهرة عند تكرار انصهارها بموصل يقدر على تمرير كمية أكبر من التيار مثل سلك متين، أو وضع عملة معدنية خلف الفيوز، أو لف المصهر أو حشوه بورق الألمنيوم خاصة في مصاهر السيارات، أو طرق مسمار خلاله. أما بالنسبة للقواطع فيتلاعب بها باستبدالها بأخرى أكثر تحملاً دون النظر إلى قدرة الموصل على حمل التيار، كذلك استخدام القواطع لفتح وغلق الدائرة بدلاً من المفاتيح وهذا يتلفها.

٥. الاستخدام الخاطئ وغير المناسب للتوصيلات الكهربائية بعدم فك كامل طياتها، واستخدامها بشكل مستديم، أو توصيلها بتوصيلة أخرى، والاستمرار في استخدامها بعد أن تتلف العوازل.

التعامل مع المخالفات

لا شك أن جميع المخالفات الكهربائية تعتبر خطر يلزم إصلاحه ولكن الأسلوب الذي يتبعه المفتش يجب أن يختلف وفقاً للمخالفة وفق الآتي:

١. المخالفات التي قد ينتج عنها وفاة أو إصابات خطرة مثل الأجزاء المكهربة المكشوفة المعرضة لصعق أحد ما في أي لحظة ، كأن تكون في مجال حركتهم أو في متناول أيدي الأطفال، يجب أن تزال فوراً قبل مغادرة المفتش.
٢. المخالفات التي لا ينتج عنها خطر مباشر يعطى مهلة لإصلاحها تحدد في تقرير الكشف.
٣. في التركيبات الحديثة سواءً للمباني أو للمحلات التجارية إذا لاحظ المفتش أن من قام بالتمديد خالف التعليمات فعليه أن يتعرف على المقاول المنفذ ويحيله إلى جهة الاختصاص لضبط مخالفته واتخاذ اللازم حيال ضمان تقيده بلوائح الكهرباء، وفي هذا منع لتفشي إهماله أو جهله بالأنظمة[١].
٤. ينبغي تعويد المفتشين على متابعة أي أعمال كهربائية تتم، حتى وإن لم تكن هذه المحلات خاضعة للتفتيش في تلك اللحظة.
٥. عند ملاحظة مفتش السلامة أن الجهة الرسمية المعنية بالتحقق من سلامة التمديدات الكهربائية قبل الموافقة على إيصال التيار لا تقوم بعملها بشكل صحيح فعليه إشعارها بذلك، فإن لم يرى تجاوباً فيرفع الأمر لرئيس اللجنة المحلية للدفاع المدني.[٢]

---

[١] قد يكون من المناسب التحقق من علم أي مؤسسة تقوم بأعمال إنشاء المباني والترميم بوجود لوائح للسلامة الكهربائية صادرة من وزارة الصناعة والكهرباء وأخذ تعهد بالالتزام بالتقيد بها خاصة عند منح تصاريح السلامة. فتصريح السلامة يجب أن يتوجه إلى النشاط الذي تمارسه المؤسسة أيضاً بالإضافة إلى سلامة موقع العمل.

[٢] يتبع نظام الدفاع المدني ولائحة التنفيذية في تحديد المسئوليات والإجراءات.

الصعق الكهربائي

يحدث الصعق الكهربائية عندما يتجاوز التيار العوازل التي تهدف إلى إبقائه داخل دائرة العزل، بسبب تلف العوازل أو إزالتها خطأً عند ربط الأسلاك أو بسبب أخطاء في إعادة بعض القطع التي تهدف إلى العزل إلى مواقعها بعد الصيانة. التأريض يهدف إلى الوقاية من الصعق ولكن ذلك يتم عندما يتصل التيار بجسم الجهاز أو التابعة المؤرضة، أما جهاز استشعار فرق التيار فهو أفضل في الوقاية من مخاطر الصعق حيث أنه يستشعر تسرب التيار أثناء الصعق أياً كان مكانه في الدائرة الكهربائية ويفصل قبل مرحلة الخطر. يتم الصعق بشكل مباشر بالتلامس مع الموصل أو بشكل غير مباشر عندما ينتقل التيار إلى الجسم عن طريق وسيط كجسم ناقل للتيار مثل الأغلفة المعدنية للأجهزة أو الأعمدة الحديدية في الإنشاءات، أو عن طريق الماء مثل الصعق الناتج عن اتصال التيار بشبكات المياه أو عند سقوط أجهزة كهربائية حية في مسبح أو مغطس ماء، أو عن طريق الهواء مثل الصعق الناتج عن البرق أو تيار خطوط الضغط العالي.

تأثير التيار الكهربائي على جسم الإنسان

تقاوم الأجزاء المختلفة لجسم الإنسان التيار الكهربائي بدرجات مختلفة، فالعضلات وسائر الجسم تعتبر موصلات جيدة، أما أنسجة الشحم فهي موصلات ضعيفة تقاوم سريان التيار، أما الشعر والأظافر فهي عوازل جيدة. مقاومة جسم الإنسان لمرور التيار تعتمد على جهد التيار ويبدأ التيار في اختراق جسم الإنسان إذا وصل لـ ٤٨ فولت فأكثر. يسلك التيار المسار الأقل مقاومة في جسم الإنسان وإذا كانت المنطقة التي يمر بها ذات مقاومة عالية فإن ذلك يقلل من التيار المار، وإذا كانت المنطقة التي يمر بها التيار تحتوي على أجهزة حيوية مثل القلب والدماغ فإن الضرر أكثر. يحدث مرور التيار ضرراً في الجهازين الدوري والتنفسي وقد يحدث حروق خطيرة. درجة خطورة الصعق الكهربائي تعتمد على شدة التيار المار، ومدة مروره، والمكان الذي مر فيه. إذا مر تيار شدته ٣٠ مللي أمبير في جسم الإنسان فسيقتله ما لم يوقف بسرعة. للوقاية من الصعق الكهربائي توضع العوائق المادية مثل العوازل، والحواجز، ويمنع الوصول إلى مناطق الخطر.

الصعق الكهربائي يقتل عن طريق شل حركة الجسم وإيقاف الدورة الدموية والتنفس، وإذا لم يكن بالقدر الذي يوقف التنفس والدورة الدموية فهو يشل الحركة و يحدث اختلال يتسبب في وفاة المصعوق بأسباب أخرى مثل أن يسقط من مكان عالي أو أن يغرق في ماء، وقد يتسبب الصعق في كسر العظام عند تقلص العضلات المربوطة في طرفي العظم. تركز مرور التيار في نقطة محددة يولد مقاومة ينتج عنها حرارة تحدث حروق في نقطة دخول التيار إلى الجسم ونقطة خروجه، هذه الحروق عادة تكون صغيرة وعميقة إذا كان التيار عادي وتكبر وتصبح أشد عند الصعق بالبرق والتيار العالي. الصعق الكهربائي الذي ينتج من خلال الماء كوسيط لنقل التيار إلى الجسم لا ينتج عنه حروق بسبب اتساع الرقعة التي يدخل منها التيار إلى الجسم.

تأثير التيار الكهربائي على جسم الإنسان، عند تردد ٦٠هرتز لمدة ثانية واحدة

قوة التيار	٠,٥ مللي أمبير*	٥ مللي أمبير	٢٠-٣٠ مللي أمبير	٣٠-١٠٠ مللي أمبير	٠,٥-٥ أمبير	٥-١٢ أمبير	أعلى من ١٢ أمبير
تأثيره على جسم الإنسان	غير ملحوظ	مستوى سلامة مقبول	أقصى تيار يمكن أن يتحمله الجسم دون ضرر	ألم وجرح فيزيائي ثانوي	انقباض عضلي للبطين وشلل تنفس	صدمة كهربائية	حروق خطيرة

أوضاع وسلوكيات تؤدي إلى الصعق الكهربائي

١. الصعق بالصواعق: ينتج بسبب البقاء في العراء أثناء حدوث الصواعق خاصة في أماكن مرتفعة أو قرب مواد جيدة التوصيل للتيار الكهربائي كالأبراج والأعمدة المعدنية والأشجار.
٢. الصعق بالضغط العالي: يحدث في الغالب بواسطة القوس الكهربائية لاستطاعة الجهد العالي على تجاوز مقاومة الهواء، ويتعرض له العاملون في محطات توليد ونقل التيار إذا لم يتقيدوا بالتعليمات، وعمال البناء عند قرب أماكن الإنشاء من خطوط الضغط العالي، والشباب والأطفال الذين يتسلقون أعمدة الضغط العالي لصيد الطيور وغيره.
٣. الصعق عن طريق الماء: وصول التيار إلى أجسام الأجهزة التي يوجد بها ماء مثل مضخة دفع الماء (الدينمو) وسخان وبراد الماء والمكيف الصحراوي... الخ دون وجود تأريض، أوسقوط الأجهزة الكهربائية الحية في برك ومجاري الماء في المزارع مثل مضخات المياه التي لا يثبتها بعض المزارعون جيداً بهدف استخدامها في أكثر من موقع[١]، أو عند تشغيل الأجهزة الكهربائية قرب برك السباحة أو مغاطس المياه، وعند سقوط الأمطار بكثافة يتصل الماء بالتيار عن طريق العوازل التالفة في الموصلات والتابعات الكهربائية.
٤. الصعق المباشر عن طريق الأجهزة عند اتصال التيار بأجسام الأجهزة المعدنية.
٥. الصعق المباشر عن طريق التوصيلات بسبب تلف العزل أو إزالته أو عند تنفيذ الأعمال الكهربائية، ويقع هذا النوع من الحوادث بشكل أكبر للكهربائيين و عمال الإنشاء خاصة عند وجود لفات طويلة ممدة على الأرض ومعرضة للصدمات الفيزيائية، وعمال المزارع في المواقع المظلمة التي يتحسسون فيها الطريق بالأيدي.

*مللي أمبير = جزء من الألف من الأمبير

[١] هذه مخالفة لتعليمات السلامة.

الوقاية من الصعق الكهربائي

للوقاية من الصعق الكهربائي تتبع الإرشادات التالية:

١. اتباع اللوحات الإرشادية والتحذيرية في مواقع توليد ونقل الطاقة.
٢. ارتداء معدات الحماية الشخصية العازلة، مثل الخوذة، القفاز، الحذاء، عند القيام بالأعمال الكهربائية.
٣. استخدام عدد يدوية ومعدات معزولة، واستبعاد ما يتلف منها.
٤. فصل التيار الكهربائية أثناء العمل.
٥. التقيد بتعليمات التمديد الكهربائي التي تهدف إلى إيجاد العوازل وحمايتها.
٦. التقيد بإرشادات استخدام وصيانة الأجهزة الكهربائية التي يطالب المصنع بالتقيد بها، واستبدال المعدات الكهربائية التالفة.
٧. الحرص عند استخدام التوصيلات الكهربائية خاصة في الأراضي المبللة مثل عند أعمال جلي البلاط.
٨. وضع أنظمة الحماية من الكهرباء وهي التأريض، القواطع والمصاهر، وجهاز استشعار الفرق في التيار.
٩. التدرب على أعمال إنقاذ المصعوق كهربائياً وإجراء الإسعافات الأولية له.

الحماية من الصواعق

تشحن السحب بجهد كهربائي عالي نتيجة الاحتكاك بين الأجزاء الرطبة للسحاب، وقد يصل هذا الجهد إلى ملايين الفولتات وبهذا فهو يكتسب قدرة عالية على اجتياز المقاومة فنجد أن الشحنة تتفرغ إلى الأرض من ارتفاع عدة كيلو مترات متجاوزةً مقاومة الهواء لمرور التيار. مرور التيار في الهواء يرفع درجة حرارته فنشاهده باللون الأزرق وهذا هو البرق. تحدث الصواعق في الأماكن الاستوائية أكثر من المناطق القطبية ففي شمال أمريكا هنالك ٢٥ يوم صواعق في السنة، أما في الجنوب في خليج المكسيك حيث نقرب من خط الاستواء فهنالك ١٠٠ يوم في السنة. وفي المملكة العربية السعودية تكثر الصواعق في المناطق الجبلية في الجنوب شتاءً. عندما يتفرغ التيار من السحابة إلى الأرض يتأثر المسار الذي يأخذه بالقرب فالأماكن المرتفعة أكثر تعرضاً لسقوط الصواعق عليها، كما انه يتأثر بالمواد الموجودة في الموقع فنجده يفضل الاتجاه إلى المواد جيدة التوصيل للكهرباء مثل المعادن والسوائل. كمية التيار المار في ضربة البرق الواحدة عالية جداً وقد قدر أنها تكفي لإمداد مدينة صغيرة الحجم بالكهرباء لمدة ثلاثة أشهر.

مخاطر الصواعق

١. مرور شحنة كهربائية عالية في أي جسم حي يسبب الوفاة نظراً لشدة التيار المار. كما أن وصول شحنة التيار العالية إلى الأجهزة الكهربائية والإلكترونية يتلفها.
٢. يواجه مرور التيار مقاومة ينتج عنها حرارة عالية تسبب حروق لمن يكون قريباً من مكان مرور التيار، كما أن هذه الحرارة تسبب الحرائق عند وجود وقود قابل للاحتراق مثل السوائل البترولية والأشجار والمنازل الخشبية.
٣. الحرارة الناتجة عن مقاومة مرور التيار والتي قد تصل إلى ٣٠,٠٠٠°م تتسبب في سخونة الهواء بسرعة فائقة فيتمدد محدثاً موجة تفريغ تحدث ضغط يتسبب في نزيف عند ضغطه على الأنسجة الداخلية في الجسم مثل الأذن.

الوقاية من الصواعق

١. وقاية الأشخاص: تجنب الأماكن المرتفعة والابتعاد عن المواد جيدة التوصيل، ويفضل النزول إلى المواقع المنخفضة وتجنب التواجد في العراء وقت الصواعق.
٢. وقاية الحيوانات: وضع حظائرها في أماكن منخفضة والابتعاد عن أي أجسام يمكن أن تتسبب في توجيه التيار إلى مواقعها مثل الأشجار العالية والسياجات والأعمدة المعدنية.
٣. تزود المنشآت مثل المباني والمصانع والمخازن ومحطات تخزين الوقود وخطوط نقل الطاقة الكهربائية وأبراج الاتصالات بمانعات صواعق تعمل على تفرغ الشحنة الكهربائية إلى الأرض من خلال مواد جيدة التوصيل.

أجهزة الحماية من الصواعق

تتم الوقاية من الصواعق بوضع شوك نحاسية أعلى من المبنى توضع في مواقع متفرقة من الموقع تستقبل التيار قبل أن يسقط على المنشئة وتفرغه في الأرض من خلال موصلات نحاسية ممدة إلى الأرض في موقع أو أكثر حسب المساحة. ويراعى أن تكون الموصلات محمية بمواد شديدة العزل تمنع تلامسها مع الأجسام وحدوث الصعق أو الحروق الشديدة.

المراجع

١. لائحة قواعد إيصال الخدمة الكهربائية، وزارة الصناعة والكهرباء. الطبعة الرابعة ١٤٠٧هـ.
٢. لائحة قواعد التمديدات الكهربائية في المباني، وزارة الصناعة والكهرباء. الطبعة السادسة ١٤٠٨هـ.
٣. تعليمات تشغيل وصيانة البطاريات القلوية والحمضية، وزارة لصناعة والكهرباء، الطبعة الثالثة ١٤٠٧هـ.
٤. نظام منع ومكافحة الحرائق في محطات الكهرباء والمنشآت لتابعة لها، وزارة لصناعة والكهرباء، الطبعة الخامسة ١٤١٠هـ.
٥. قواعد السلامة في إنشاء وصيانة المحطات والمعدات الكهربائية، وزارة لصناعة والكهرباء، الطبعة الثالثة ١٤٠٧هـ.
٦. قواعد السلامة في تشغيل المعدات وخطوط نقل الطاقة الكهربائية، وزارة لصناعة والكهرباء، الطبعة الرابعة ١٤٠٨هـ.
٧. قواعد السلامة في إنشاء وصيانة الكابلات الأرضية لنقل وتوزيع الكهرباء، وزارة لصناعة والكهرباء، الطبعة الثالثة ١٤٠٧هـ.
٨. القواعد الخاصة بطرق التأريض الوقائي للدوائر والمعدات الكهربائية، وزارة لصناعة والكهرباء، الطبعة الثالثة ١٤٠٧هـ.
٩. كل شيء عن الكهرباء المنزلية، مهندس: فتحي محمد صالح. دار النصر للطباعة الإسلامية.
١٠. الأمن الصناعي المعاصر، علي أورفلي. دار الهاشم
١١. الإنسان ومخاطر الكهرباء، المديرية العامة للدفاع المدني. سلسلة إصدارات التوعية.
١٢. البداية في الألكترونيات، فورست ميمس . راديو شاك ١٩٨٣م.
١٣. مقدمة في الألكترونيات، جين مكورتر. ماستر ببلشنق١٩٩٤م.
١٤. أساسيات الترانزستور، روبرت ج برايت، هوارد سام ١٩٧٨م.
١٥. دليل تحديد مسببات الحرائق الكهربائية، المنظمة الوطنية للحماية من الحريق. ١٩٨٨م.
١٦. الفيزياء العامة جامعة الملك سعود ، ا. د. محمد العيسى، د. عبدالله السماري، د. محمد القرعاوي: ،١٤١٥هـ،