واقيات الأجهزة الكهربائية

إعداد : د. ناصر بن عبدالله الرشيد

كيف تعمل الأشياء

تتواجد الأجهزة الكهربائية في المكان الواحد بشكل يفوق عدد المقابس الكهربائية(Outlets) في ذلك المكان ، مثل الحاسبات الإلكترونية وما يتبعها من طابعات وماسحات ضوئية وغيرها ، ولذلك تولدت الحاجة لوجود توصيلات يحتوي كل منها على عدة مخارج لكي تفي بتلك المتطلبات، لكن يجب أن تكون هذه التوصيلات مزودة بواق (Surge protector) ضد ارتفاع الجهد الكهربي أو التيار عن الحد المسموح به للجهاز، لأن هذه الزيادة قد تتسبب في تلف تلك الأجهزة.

يعرف الجهد الزائد للكهرباء(Surge) بأنه زيادة معنوية مفاجئة في فرق الجهد عن المستوى المحدد، فمثلاً من المعلوم أن فرق الجهد في كثير من الدول سواءً في المنازل أو المكاتب ١٢٠ فولتاً، ولذلك إذا زاد عن هذا الحد فإنه يتسبب في حدوث مشاكل للأجهزة المتصلة به، ولذا فإن أجهزة الوقاية تعمل على منع وصول هذه الزيادة إليها.

أسباب زيادة الطاقة

تظهر الزيادة في الطاقة عندما يؤدي شيء ما إلى الزيادة في الشحنات الكهربائية عند أي نقطة من خطوط نقل الطاقة الكهربائية، يسبب هذا زيادة في الجهد الكهربائي، مما قد يزيد في سريان التيار إلى المقبس الجداري، وهناك العديد من الأشياء التي تسبب ذلك، منها:-

● البرق

يعد البرق من الأسباب الشائعة في حدوث الزيادة في الجهد الكهربائي في شبكات المدن الكهربائية، فعندما يحدث البرق قريباً من خطوط الطاقة سواء كانت معلقة في السماء أو تحت الأرض أو في البنايات، فإن الطاقة الكهربائية تكتسب ضغطاً كهربائياً يصل إلى عدة ملايين من الفولتات، ويسبب هذا ارتفاعاً حاداً في الطاقة يفوق تقريباً تحمل معظم أجهزة الوقاية، ولذا يجب في حالة العواصف البرقية فصل جميع الأجهزة الإلكترونية من المخارج الكهربائية، لأنها قد تتعرض للتلف حتى ولو كانت موصولة بأجهزة الحماية. إذ يمكن لخطوط الهاتف أو خطوط نقل الإرسال التلفزيوني توصيل فرق الجهد العالي، لذلك إذا كان الحاسب الآلي أو أجهزة غالية الثمن متصلة بالخط عن طريق المودم، أو بالكيبل المحوري، فإنه يجب حمايتها بواسطة أجهزة الحماية، لأن الارتفاع ينتقل عبر خطوط الهاتف والكوابل المحورية كما في خطوط نقل الطاقة، مما قد يؤدي إلى تلفيات كبيرة.

● أجهزة الكهرباء عالية الطاقة

تعد أجهزة الكهرباء التي تستهلك قدراً كبيراً من الطاقة مثل المصاعد الكهربائية والمكيفات والثلاجات من الأسباب الشائعة في حدوث الارتفاع الحاد والمفاجيء في فرق الجهد الكهربائي، حيث تستهلك هذه الأجهزة طاقة كبيرة عند بدء التشغيل، يولد هذا التشغيل طلباً فجائياً وسريعاً للطاقة مما يعطل الجريان الثابت للجهد في النظام الكهربائي، وهذا قد يسبب تلفاً حاداً للأجهزة سواءً في الحال أو بشكل تدريجي.

● أخطاء التمديدات

تمثل الأخطاء في تمديدات الطاقة الكهربائية، والعيوب في تجهيزات الشركة، وخطوط نقل الطاقة ذات الجهد المنخفض سبباً رئيسياً لحدوث الزيادة المفاجئة في الجهد الكهربائي، ويعد نظام المحولات والخطوط التي تنقل الطاقة من المولد إلى المخارج في منازلنا نظاماً معقداً، حيث توجد عشرات النقاط التي يمكن عندها حدوث الفشل، كما أنه لا يمكن تلافي حدوث الزيادة المفاجئة في أنظمة توزيع الطاقة الكهربائية في عصرنا الحاضر.

طريقة الحماية

يعد حدوث الزيادة في فرق الجهد من الأشياء المعتادة، ولايمكن تجنبها، ولكن السؤال الذي يتبادر إلى الذهن هو إذا كان ارتفاع الجهد جزءً متأصلاً في أنظمتنا الكهربائية ـ فلماذا لم نكن نحتاج إلى أجهزة الوقاية في منازلنا قبل خمسين عاماً؟

يتمثل الجواب على هذا السؤال في وجود العديد من الأجهزة المعقدة والمتطورة في وقتنا الحاضر مثل: الحاسبات، وأجهزة الميكروويف، ومشغلات الفيديو وغيرها، التي تتميز بأنها أقل حجما وأكثر سهولة وضعفاً من الأجهزة قديماً ، ولذا فإنها أكثر حساسية لزيادة التيار، فمثلاً المعالجات الرقيقة المستخدمة في أجهزة الحاسب وكثير من الأجهزة المنزلية تكون حساسة جداً لارتفاع الجهد الكهربائي الحاد والمفاجيء، ولا تعمل بطريقة مناسبة إلا عندما يصلها تيار كهربائي مناسب.

تعتمد الحاجة إلى استخدام جهاز الوقاية على نوع الجهاز المستخدم، ففي حالة المصباح العادي لاتدعو الحاجة إلى مثل هذا الجهاز، بينما يكون ذلك ضرورياً في حالة الحاسبات الإلكترونية ، لأن ارتفاع التيار يؤدي إلى تلف الجهاز، أو علي الأقل يقلل من عمره الافتراضي، أو قد يؤدي إلى فقدان البيانات المخزنة فيه.

يتمثل دور جهاز الوقاية في التخلص من الجهد الزائد، وتحويله إلى الأرض عن طريق سلك التأريض (Grounding line)، وهناك عدة طرق تعمل بها أجهزة الحماية، منها:-

● أنابيب الغاز

تتمثل في أنبوبة مملؤة بغاز خامل رديء التوصيل، تعمل هذه الأنابيب بنفس مبدأ المقاومة المتغيرة، فتقوم بتحويل التيار الزائد من الخط الحار إلى الأرض، فعندما يصل التيار عند مستوى معين فإنه يكون رديء التوصيل، ولكن عندما يزيد فرق الجهد بشكل مفاجيء فوق ذلك المستوى، فإن تلك الزيادة تعمل على تأين الغاز فيصبح موصلاً للكهرباء، فيؤدي ذلك إلى تسريب التيار إلى الأرض إلى أن يعود إلى المستوى المطلوب، وعند ذلك يعود الغاز إلى

خواصه الأصلية فيصبح رديء التوصيل مرة أخرى، وبالتالي يمر التيار عن طريق مساره الطبيعي.

● الدوائر المتوازية

تقوم بعض الشركات المصنعة لمثل هذه الأجهزة بتزويدها بدوائر متوازية تعمل على تشتيت (Suppress) التيار، فلا يحول التيار الزائد إلى خط آخر، ولكن يبطأ في طريقه من خلال الخط الحار. تقوم هذه الدوائر باكتشاف الارتفاع المفاجيء والشديد في فرق الجهد، وعندئذ تختزن هذه الزيادة، ومن ثم تقوم بإطلاقها تدريجياً. توفر هذه الأجهزة درجة حماية عالية لأنها تستجيب بسرعة، كما أنها لا تلقي بالكهرباء الزائدة إلى الخط الأرضي.

● المقاومة المتغيرة

المقاومة المتغيرة عبارة عن وصلة بين خطي الطاقة الساخن وخط الأرض (التأريض)، شكل(١)، وتتكون من ثلاثة أجزاء، هي: قطعة من أكسيد فلز (Metal Oxide Varistor-MOV) في الوسط، وقطعتين من أشباه الموصلات تربطهما بكل من مصدر الطاقة والأرض . وتعمل هذه المقاومة المتغيرة على تحويل الزيادة في فرق الجهد.

تسلك أشباه الموصلات مسلك مقاومة متغيرة تعتمد على فرق الجهد، فعندما يكون فرق الجهد تحت مستوى معين فإن الإلكترونات في القطع شبه الموصلة تسير

● شكل (١) جهاز حماية بسيط مزود بمنصهر ونظام التكيف الخطي الخانق

بطريقة معينة فتحدث مقاومة عالية، وحينما يزيد فرق الجهد عن ذلك المستوى فإن الإلكترونات تتصرف بطريقة مختلفة محدثة مقاومة أقل. أما بالنسبة للمقاومة المتغيرة المصنوعة من أكسيد الفلز فإنها لا تعمل أي شيء عندما يكون فرق الجهد في وضعه الصحيح، ولكن عندما يرتفع فرق الجهد عالياً فإنها تصبح موصلة فتعمل على توصيل جزء كبير من التيار إلى الأرض للتخلص من فرق الجهد الزائد.

يعود فرق الجهد في الخط الحار إلى مستواه الطبيعي حالما يفرّغ التيار الزائد - بواسطة المقاومة المتغيرة - إلى الأرض، وترتفع المقاومة المتغيرة مرة أخرى، وهكذا فإن دور المقاومة المتغيرة هو توجيه التيار الزائد فقط ، بينما تسمح للتيار القياسي بالمرور إلى الأجهزة المتصلة بجهاز الحماية، لذا يعمل الجهاز كصمام لتحسس الضغط فينفتح فقط عندما يكون هناك ضغطاً زائداً عن الحد المطلوب، وينغلق عندما يكون عند المستوى المطلوب.

هناك مشكلة في أجهزة الوقاية تتمثل في أن المقاومة المصنوعة من أكسيد الفلز يمكن أن تحترق عند ارتفاع الجهد لمرة واحدة، ولهذا فإنه من الضروري استخدام أجهزة وقاية مزودة بمؤشر ضوئي يوضح ما إذا كان الجهاز يعمل بكفاءة عالية، أم لا؟.

● المنصهر

تزود بعض الواقيات بمنصهر(Fuse) يسمح بمرور الكهرباء مادام في حدود تحمّل الجهاز. أما إذا زاد عن الحد المقبول فإن الحرارة الناتجة عن ذلك تؤدي إلى صهر السلك الموصل، وبالتالي قطع الكهرباء عن الجهاز وحمايته من التلف.

● نظام التكيف الخطي

يوجد في بعض أجهزة الوقاية نظام التكيف الخطي (Line-conditioning system) لتنقية الضوضاء الناجمة عن التذبذبات الصغيرة في ا لتيار، وهو عبارة عن نظام بسيط جداً، حيث يمر الخط الحار في طريقه إلى السلك الموصل إلى المخارج من خلال ملف الخنق المقفل (Toroidal choke coil). وهو عبارة عن حلقة من مادة مغناطيسية

● شكل (٢) المكونات الداخلية لجهاز وقاية مع نظام التكيف الخطي الخانق.

ملفوف حولها سلك فلزي (مغناطيس كهربائي بسيط)، شكل (٢). يسبب انخفاض وصعود التيار المار في السلك الحار شحن المغناطيس الكهربائي فيؤدي إلى حدوث انبعاث قوى كهرومغناطيسية تعمل علي تنعيم الزيادة والارتفاع في التيار الكهربائي. هذا التيار المكيف أكثر ثباتاً وأكثر ملائمة للأجهزة الإلكترونية.

مستوى الحماية

تختلف قدرة الأجهزة بدرجات متفاوتة، فيوجد مجال واسع بينها في كل من القيمة والأداء. وتكون أجهزة الوقاية التي سعرها في حدود خمسة دولارات عبارة عن سلك لإمداد الطاقة فقط، ولا يوفر إلا حماية قليلة جداً. وفي المقابل توجد أنواع أخرى تكلف مئات أو آلاف الدولارات تتمتع بدرجة حماية عالية ضد جميع الصواعق التي تضرب قريباً منها.

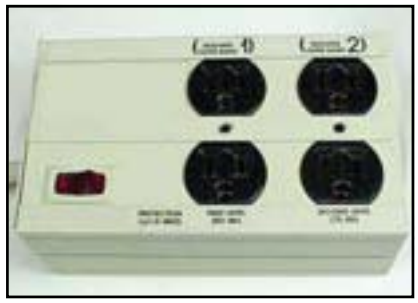
تحتاج الأجهزة الحساسة لحمايتها من الارتفاع المفاجيء والحاد لأجهزة وقاية فردية لكل مخرج من مخارج الطاقة الكهربائية، ويوجد عدة مستويات أساسية من أجهزة الوقاية من ارتفاع الجهد، هي:-

● شريط الطاقة الأفضل

تتراوح قيمته مابين ١٥ إلى ٢٥دولاراً، وهذا يوفر درجة حماية أعلى من سابقه مع مميزات إضافية للوقاية.

● شريط الطاقة الأساسي

هذا المستوى من الحماية عبارة عن شريط يحمل في طرفه عدة مخارج، وعادة



• شكل (٣) جهاز حماية رخيص يحتوي على نظام التكيف الخطي الخانق ومقاومة أكسيد الفلز المتغيرة .

تعطي هذه النماذج درجة متواضعة من الحماية، شكل (٣).

● جهاز إمداد طاقة لايمكن اعتراضه

يجمع هذا الجهاز بين خاصية الحماية واستمرارية إمداد بالطاقة لا يمكن اعتراضها. يتميز هذا التصميم في أنه يقوم بتحويل الكهرباء المترددة (AC) الزائدة عن الحاجة إلى تيار مستمر (DC) ويخزنها في بطارية خاصة، ومن ثم يقوم بتحويلها مرة أخرى إلى كهرباء مترددة وإرسالها إلى المخارج لتشغيل الأجهزة الكهربائية والإلكترونية. وهذا يفيد في حالة انقطاع التيار، مما يؤدي إلى استمرار عمل الجهاز لبضع دقائق تسمح للشخص الذي يعمل على الحاسب بحفظ عمله ، تصل تكلفة هذه الأجهزة بحدود ١٥٠ دولاراً أمريكياً، ولبعض هذه الأنواع درجة عالية من الحماية، ولكنه قد يتعرض للتلف، ولذا فإنه من الأفضل حمايته باستخدام جهاز وقاية بسيط.

● محطة حماية

توفر درجة عالية من الحماية، ويمكن وضعها تحت جهاز الحاسب أوعلى الأرض. تشتمل بعض موديلاتها على مداخل للهاتف لحمايتها، وقد تحتوي على قاطع آلي . تصل

• شكل (٤) توصيلة كهربائية مزودة بجهاز حماية متوسط مع مخارج للهاتف.

قيمة هذا النوع إلى ٣٠ دولار أو حتى ١٠٠ دولار في الأنواع المتطورة جداً ، شكل (٤).

اختيار الجهاز المناسب

يعد شراء الجهاز المناسب للوقاية من الارتفاع الحاد للتيار من الأمور المحيرة لتوفر أعداد هائلة منها، وكثير منها لايساوي شيئاً، ويمكن التأكد من جودة المنتج بملاحظة عدة علامات منها:-

● السعر

يعد السعر مؤشراً جيداً على جودة الجهاز، فالجهاز الذي قيمته ١٠ دولارات لا يتوقع منه أداءً جيداً لأنه بسيط جداً، ويستخدم مواد رخيصة في صناعة المقاومة المتغيرة (MOV)، وذا كفاءة متدنية لاتستطيع حماية الأجهزة من الارتفاعات الكبيرة لفرق الجهد. ومع ذلك فإن السعر العالي لايعني بالضرورة الجودة العالية.

● علامة الجودة

يجب ملاحظة أن يكون الجهاز مقوماً من قبل مختبرات التوثيق (Underwriters Laboratories-UL)، وهي مؤسسة مستقلة وغير ربحية تقوم بفحص المنتجات الكهربائية والإلكترونية. إذا كان المنتج لايحمل تقويمها فإنه يعد خردة، ويحتمل أنه لايحتوي على أية عناصر حماية، ولذا فإن المقاومة المتغيرة تتعرض بسهولة لارتفاع حرارتها بدرجة كبيرة.

قد تكون كثير من محتويات قائمة مختبرات التوثيق رديئة النوعية، إلا أنها تضمن قدرتها على الحماية، وتفي إلى حد ما بمعايير السلامة، كما يجب التأكد من أن المنتج سجل على أنه واقي من ارتفاع الجهد الحاد والمفاجيء (Transient voltage Surge Suppeessor)، وهو يعني أنه يفي بمواصفات مختبرات التوثيق، ومع ذلك يوجد العديد من أشرطة الطاقة المسجلة في قائمة مختبرات التوثيق ولكنها لاتحتوي على أية أجزاء حماية على الإطلاق، إذ إنها مسجلة فقط للعمل كأسلاك جيدة التوصيل متعددة المخارج وليست كأجهزة حماية . وفي حالة شراء أجهزة الحماية المسجلة يجب ملاحظة ما يسمى بالجهد المحدد (Clamping Voltage)، وهو رقم يدل على الجهد الذي يجعل المقاومة المتغيرة (MOV) توصل الكهرباء إلى الخط الأرضي. يدل الرقم الصغير على حماية أفضل، ويوجد ثلاثة من مستويات الحماية في معايرة مختبرات التوثيق هي ٣٣٠فولت، ٤٠٠فولت، ٥٠٠فولت عال جداً.

● امتصاص وتشتيت الطاقة

يدل معدل التشتيت والامتصاص على كمية الطاقة التي يمكن لجهاز الحماية إمتصاصها قبل أن يفشل، ويدل الرقم العالي على قدرة حماية عالية. وللحصول على حماية عالية يجب اختبار الجهاز المعاير عند ٦٠٠ جول أو أكثر.

● وقت الاستجابة

لاتستجيب أجهزة الحماية في الحال للارتفاع المفاجيء في الجهد بل تتأخر قليلاً، فكلما كانت الاستجابة بطيئة دل على أن الأجهزة الإلكترونية المتصلة به قد تتعرض لارتفاع الجهد، مما يعرضها للأعطال والتلف.

وللحصول على أجهزة حماية ذات كفاءة عالية يجب أن لاتزيد مدة الاستجابة عن جزء واحد من المليون من الثانية.

● مؤشر ضوئي

يفضل استخدام أجهزة حماية مجهزة بمؤشر ضوئي يدل على أن جميع مكوناته تعمل، لأن المقاومات المتغيرة ـ المصنوعة من أكاسيد (MOV) ـ قد تحترق بعد تعرضها عدة مرات لزيادة حادة في فرق الجهد، ومع ذلك يبقى جهاز الحماية يعمل كسلك توصيل فقط، ولذلك فإنه بدون المؤشر الضوئي لايمكن ـ بأي طريقة كانت ـ معرفة ما إذا كان جهاز الحماية يعمل بكفاءة أم لا.

● ضمان الشركة المصنعة

تعد الأجهزة التي تضمنها الشركة المصنعة أفضل الأجهزة، فإذا كنت تبحث عن تلك الوصلات الغالية الثمن فإنه يجب أن تشتمل على ضمان، لأنه في حالة فشلها في حماية حاسبك الشخصي فإن الشركة ستقوم بتعويضك بجهاز جديد، ومع أن هذا الضمان لن يغطي كل شي لأن تلف الجهاز قد يؤدي إلى تلف محتوياته من المعلومات وهذه قد لاتقدر بثمن، ولكنه يعطي انطباعاً جيداً عن الشركة بأنها تثق بمنتجاتها.