المعهد التقني / الكوفة

قسم التقنيات الكهربائية

فرع الشبكات الكهربائية

محاضرة رقم (١١)

المادة / تقنية الضغط العالي

عنوان المحاضرة / الصواعق الكهربائية

لطلبة المرحلة الثانية

هلال طالب ياسين

مدرس المادة

الصواعق الكهربائية

ان السحب تشحن بالكهرباء باحتكاكها بالهواءالمشحون وتتجمع الشحنات الموجبة على اعلى السحابة واسفلها حيث تصل درجة الحرارة مابين (١٠ – ٤٠)درجة مئوية تحت الصفربينما تتركز الشحتات السالبة في وسط السحابة حيث تصل درجة الحرارة الى الصفر المئوي وعندمايحدث التفريغ الكهربائي بين منطقتين مختلفتين في الشحنة داخل السحابة الواحدة او بين سحابتين متجاورتين ويصل فرق الجهد بينهما الى حد معين ويحدث البرق على هيئة شرارة كهربائية تنتشرفي مساحة كبيرة السماء وقد يحدث هذا التفريغ بين السحابة والارض وما عليها من مباني واشجار وتسمى هذه الظاهرة بالصاعقة لما تحدثه من دمار وعليه يمكن تعريف

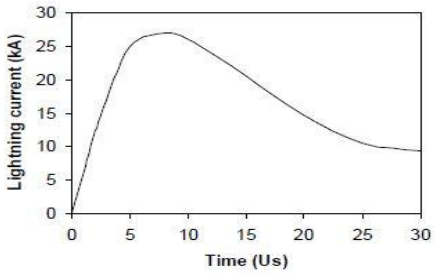
الصاعقة بانها ظاهرة جوية طبيعية تنشأ نتيجة العواصف الرعدية وتراكم الشحنات في الغيوم بحيث تصبح شدة المجال الكهربائي بين السحابة والارض اكبر من المجال الكهربائي لانهيار الهواء فيحدث تفريغ كبيرللشحنات بين السحابة والارض وقد تصل الشحنة الى ١٠٠ كولوم ويكون الجهد الكهربائي بحدود ١٠٠ ميكافولت وتصل المسافةبين السحابة والارض الى ١٠ كيلومتر .

الموجة النبضية للصاعقة

يبين الشكل موجة التيار النبضية للصاعقة ومنها نلاحظ بان التيار النبضي (الدفعي)

يزداد الى قيمته العظمى خلال زمن صغير جدا يصل الى ١٠ مايكروثانية وتسمى هذه الموجة بالموجة الامامية.

اما الموجة التي ينخفض فيها التيار تدريجيا الى الصفر فتسمى موجة ذيل الموجة وتأخذ وقتا اطول حوالي (٢٠ – ١٠٠) مايكروثانية وموجة الذيل هي المسئولة عن انهيار المعدات الكهربائية .



تقسم الصواعق على خطوط النقل الى نوعين هما

الصواعق المباشرة وهي اكثر تأثيرا وأقل حدوثا

الصواعق التأثيرية وتحدث نتيجة تسرب الشحنات من البرج خلال عوازل التعليق الى خط النقل وهذه العملية تحتاج الى زمن يستغرق المئات من الثواني وبذلك يكون الخط محمل بالشحنات لايمكن تسربها فجأتا

النموذج الرياضي للصاعقة

ان السحابة تمثل خزان كبير للشحنات فوق الارض مع وجود الهواء كعازل بين السحابة والارض وعند التفريغ بين السحابة والارض باول صاعقة قيادية والتي تتبعها الصواعق الرئيسية بكمية تيارات عالية فمن الممكن إعتبار الصاعقة الرعدية كمصدر تيار قيمته (I_0)مع معاوقة مصدر قيمتها (Z_0)

نفرض ان الصاعقة ضربت معدة كهربائية لها ممانعة Z فأن الجهد (V)على المعدة تساوي $V = I Z = I_0 \frac{ZZ_0}{Z+Z_0} = I_0 \frac{Z}{1+\frac{Z}{Z_0}}$

$$V = ZI_0$$

V= ارتفاع الجهد

I_0 = تيا الصاعقة =

اذا ضربت صاعقة خط كهربائي مباشرة فان موجة الخط تنقسم الى جزأئين وتسير كل موجة في اتجاه معاكس فالمعاوقة الدفعية الفعلية للخط الهوائي تساوي$\frac{Z}{2}$

مثال : ضربت صاعقة خط نقل له ممانعة 400Ω وكان تيار الصاعقة 10 KA

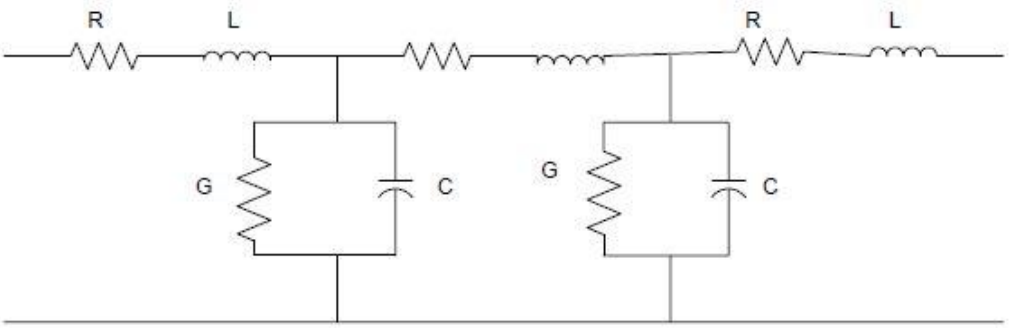
فما هو الجهد المتولد على طرفي خط النقل

$V = I_0 Z = 10 K * 400 = 4 MV$

الجهد على طرفي الخط= $\frac{V}{2} = \frac{4MV}{2} = 2 MV$

انتشار موجات الجهد والتيار الدفعي على خطوط النقل

تعتبر خطوط النقل الطويلةشبكة كهربائية بعناصر كهربائية موزعة على طول الخط لكل وحدة طول وهي الحث (L) والمتسعة (C) والمقاومة (R) وموصلية التسرب (G) . كما في الشكل



يبين الشكل عناصر الخط الكهربائي الطويل الموزعة

وعند إعتبار الخط مثالي أي R = 0 و G = ∞ فان سرعة انتشار الموجة الدفعية يمكن التعبير عنها بالمعادلة التالية

سرعة انتشار الموجة الدفعية (V) $V = \frac{1}{\sqrt{L\,C}}$

المعاوقة الدفعية للخط (Z) $Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$

عند تطبيق جهد e(t) عند احد طرفي الخط الكهربائي غير الفاقد (بدون مفاقيد) تشحن اول متسعة للجهد e وتفرغ بعد ذلك في المكثف الذي يليه من خلال الحث L وتستمر عملية الشحن والتفريغ هذه حتى الطرف الاخر من الخط حيث تنتقل الطاقة الكهروستاتيكية في المكثف الى طاقة مغناطيسية في الملف وتستمر هذه العملية الى نهاية الخط ويسمى هذا الانتشار للجهد والتيار **بالموجات المسافرة**

مثال : خط نقل ثلاثي الاوجه 220 KV وطول الخط 400 Km اذا كانت محاثة الخط L = 1.26 mH /cm ومكثف الخط C = 0.009 µ f /cm جد

١- المقاومة الدفعية للخط

٢ – سرعة انتشار الموجة

٣ – اذا ضربت بداية الخط موجة جهد دفعي 150 kv جد زمن وصولها الى الطرف الاخر

معاوفة الخط = Z= $\sqrt{\frac{L}{C}}$ = $\sqrt{\frac{1.26*10^{-3}}{0.009*10^{-6}}}$ = 374.16Ω

سرعة انتشار الموجة = V = $\frac{1}{\sqrt{L\,C}}$ = $\frac{1}{\sqrt{1.26*10^{-3}\,*0.009*10^{-6}}}$ =$3*10^5$

زمن الوصول = T = $\frac{\text{الطول}}{\text{السرعة}}$ = $\frac{400\,Km}{3*10^5}$ =1.33 sec.