دراسة تأثير التلوث على ظاهرة الومضة العابرة لعوازل خطوط شبكة الجنوب الغربي العراقية(132kV)

وارد صايل وارد
ماجستير هندسة كهربائية
مدرس مساعد/ المعهد التقني /الشطرة

مصدق رشيد شنور
بكالوريوس هندسة كهربائية
مدرب فني / المعهد التقني/ الشطرة

الخلاصة

تصنف ظاهرة الومضة العابرة كأحدى اهم المشاكل التي تعاني منها العوازل المستخدمة في انظمة النقل والتوزيع، والتي تتسبب بخروج مفاجئ للمنظومة المستخدمة. يعد التلوث احد اهم المسببات الرئيسية لهذه الظاهرة وعند الفولتية التشغيلية للنظام .

تم في هذا البحث دراسة تأثير التلوث على اداء الومضة العابرة لعوازل خطوط الضغط العالي (132 kV) لشبكة الجنوب الغربي المارة بالمناطق الصحروية، انتخبت اربعة من المواقع ذات الظروف البيئية القاسية والتي تعرضت عوازلها للتلوث ليتم بعدها فحص قيم فولتيات الانهيار في مختبر الضغط العالي .

يكشف البحث عن وجود تغيرات ذات معنى فى الاداء الكهربائي للعوازل نتيجة الظروف الصحراوية والمتمثلة بالعواصف الرملية ودرجة الحرارة والرطوبة العالية، لقد اظهرت النتائج انخفاضا خطيرا" في قيمة فولتية الانهيار كلما ازداد العازل تلوثا" كما قورنت النتائج مع العوازل الغير ملوثة.

كلمات رئيسية : الضغط العالي، الومضة العابرة، العوازل، التلوث، العواصف الرملية.

A STUDY OF POLLUTION EFFECT ON FLASHOVER PHENOMENA FOR SOUTH-WEST IRAQI (132KV) GRID INSULATORS

Warid Sayel Warid
Technical Institute Shatra

Musadak Rasheed Sanwar
Technical Institute Shatra

Abstract

The flashover phenomena constitutes as one of the important high voltage insulators problems which may cause costly outage for power system. pollution is the most essential element in this phenomena at system working voltage.
In this paper, a research program is executed to investigate the pollution effect on flashover phenomena for south – west Iraqi (132kV) grid insulators routing through desert areas .
In order to carryout the investigation, four typical sites have been selected, for each site one insulators string that suffering from deposition of contaminated substances has been select and brought to high voltage laboratory for checking flashover voltage values.

From the present work it can be concluded that to a large extent, insulators show a significant changes in the electrical performance as exposed to desert environmental conditions like high temperature, humidity and sandstorms .
A significant reduction in flashover voltage is observed as the pollution amount increases, these results have been compared with the new insulators.

قائمة الرموز

IEC 507 : وثيقة الفحص القياسي للجمعية الكهروتقنية الدولية

DSL : طريقة الطبقة الملحية الجافة (Dry Salt Layer Method)

DDG : طريقة العداد الاتجاهي لكثافة الترسب الرملي (Directional Dust Deposit Density)

NSDD : طريقة كثافة الترسب الملحي الغير ذائب(Non-Slouble Salt Deposit Density)

ESDD :طريقة كثافة مكافئ الترسب الملحي (Equivalent Salt Deposit Density)

المقدمة

كنتيجة للتطور والنمو السريع لمتطلبات الحمل تم ادخال العديد من انظمة القدرة الكهربائية الى الخدمة وبفولتيات متنوعة [Ahmet and Suleiman. ,1990]، لقد قضت الحاجة بمرور خطوط الضغط العالي عبر المناطق الغير مأهولة مثل الصحراء بسبب توافر عامل الامان والادخار، ومرورها بالقرب من المناطق الساحلية لوجود التجمعات السكانية او المناطق الصناعية بسبب المتطلبات التشغيلية [١،٦] .

تستخدم عوازل الضغط العالي لفصل مستويات متعددة من الفولتية وبسبب طبيعة بناء خطوط النقل الهوائية والمحطات الثانوية المكشوفة تتعرض هذه العوازل غالبا الى عدة مؤثرات اهمها (ترسب المواد الملوثة، درجة الحرارة العالية، الرطوبة، العواصف الرملية) [١،٦،٧] ، ومع مرور الزمن يترسب التلوث على سطح العازل وتتشكل طبقة(Electrolyte) تحت تأثير هذه الظروف البيئية والمناخية مثل (الضباب، الرطوبة، الامطار)، وفي بعض الحالات وعندما يكون تصميم العازل غير مناسب وكفوء تنتهي المسألة بحدوث الومضة العابرة.

لقد تكرر حدوث حالات الومضة العابرة في العديد من انظمة القدرة الكهربائية وهذه الحالة تقلل من وثوقية الشبكة وتتسبب بخسائر مادية غير قابلة للاسترداد.

تعتمد الية الومضة العابرة او احتمالية حدوثها على نوع التلوث والفترة الزمنية التي وضع فيها العازل في البيئة الملوثة، لذا اصبح من المهم التحقق من العوامل التي تسبب التلوث لسطح العازل وقياس مدى شدته لغرض التصميم الصحيح لعزل الخطوط الهوائية والمحطات الثانوية بالاضافة الى اختيار نوع العزل والبرنامج المناسب لصيانة العازل [Seyyed and Ahmed ,2004].

برزت الحاجة في الاونة الاخيرة لطريقة تعطي بيانات دقيقة تحت ظروف فيزياوية قياسية حول الية التلوث، ونظرا لاهمية المسألة اجريت العديد من البحوث والدراسات حول علاقة التلوث مع ظاهرة الومضة العابرة ، لتأتي النتائج باثبات قوة ارتباط هذه الظاهرة بمدى شدة التلوث على سطح العازل.

استخدم الباحثون [Ahmet and Suleiman. ,1990] تعريض سلسلة العوازل من نوع (Longrod) للتلوث الطبيعي وبفترات زمنية مختلفة كوسيلة لاجراء الفحوصات لبيان مدى شدة التلوث وتأثيره على فعالية الومضة العابرة، اما الباحثون (Berlijn and Engelbrech (2001) فقد ادخلو فحص الجهد المتزايد (Progressive Stress test) بالاشتراك مع طريقة الطبقة الملحية الجافة (DSL) لمقارنة اداء التلوث لعوازل مختلفة واحتساب امكانية حدوث الومضة العابرة تحت ظروف تلوث معينة، ناقش الباحثون [Florian and Josef (2005)] نتائج قياس زاوية التوصيل (Contact Angle) لعينات من المواد العازلة ولعدة اسماك مختلفة من التلوث المصطنع (Artificial Pollution) .

الباحث [Krystian (2003)] تم بحث اداء العوازل ذات الحلقات الحلزونية الشكل الملوثة (Sprial Shaped sheds) وفي عدة بلدان، حيث اظهرت النتائج انخفاض قيمة فولتية الانهيار لهذا النوع من العوازل مقارنة مع العوازل ذات الحلقات القياسية (Standard Sheds). اقترح الباحثون(2003) Mats and Ralf طريقة فحص تلوث جديدة سميت بطريقة الطبقة الملحية الجافة (DSL) وتم مقارنة نتائج الفحص مع الفحص القياسي (IEC507) (Salt-Fog test) واظهرت الطريقة الجديدة ملائمتها للتطبيق في الظروف المناخية للساحل ولعدة انواع من العوازل.

كما طور الباحثون [Mohamed and Hassan, 2002] نموذج (موديل) لمحاكاة العاصفة الرملية المحملة بذرات الرمل المشحونة بفولتيات متناوبة مرة وبفولتيات مستمرة مرة اخرى ومن ثم معرفة مدى تأثيرها على خصائص الومضة العابرة.

استعرض الباحثان [Seyyed and Ahmed (2004)] عدة طرق لقياس شدة التلوث بضمنها (NSDD, DDG ESDD,) ومن ثم مقارنتها مع طريقة (Leakage Current Measurement) .

مراحل تشكل الومضة العابرة للعازل الملوث [٧]

١- ترسب (Settling) المادة الملوثة على سطح العازل .
٢- اختلاط المادة الملوثة القابلة للذوبان (Soluble Pollutants) مع مياه الامطار ومن ثم تكون الطبقة الموصلة (Conductive Layer).
٣- بداية تكون التيار التسربي في العازل.
٤- ارتفاع درجة حرارة سطح العازل.
٥- جفاف سطح العازل .
٦- حدوث التفريغات الجزيئية (Partial Discharge) ومن ثم الومضة العابرة.

انواع التلوث

يبين **الشكل رقم(١)** شدة التلوث الذي تتعرض له اسطح العوازل، اما **الشكل رقم(٢)** فيبين عازل ملوث تالف بسبب الومضة العابرة، يمكن تصنيف التلوث الذي يصيب سطح العازل الى ثلاثة انواع[١،٧،٦] :-

أ-التلوث البحري (Saline Pollution) :-

تتصف به المناطق الساحلية حيت تتواجد الكثير من التجمعات السكانية ويتميز المناخ هناك بالرطوبة العالية وانتشارالبخار المحمل بالاملاح.

ب-التلوث الصناعي (Industrial Pollution) :-

ينتشر في المواقع الصناعية بهيئة غازات وابخرة مما يرفع من احتمالية حدوث الحالات الطارئة.

ج- التلوث الصحراوي (Desert Pollution) :-

يتمثل بالاتربة المتراكمة على العوازل، فعند العواصف الرملية يغطى السطح الخارجي للعازل بذرات الرمل، لقد عانت الكثير من بلدان الشرق الاوسط مثل(العراق، البحرين، اجزاء من الامارات العربية المتحدة، شمال افريقيا، مصر، سوريا) من التلوث الصحراوي، اما منطقة البحر الميت في الاردن فتعاني بشكل نسبي من تلوث مكون من ذرات الرمل المحملة بنسبة عالية من الاملاح، وقد يكون هناك خليط من انواع التلوث المذكورة، فعلى سبيل المثال في منطقة كراتشي (باكستان) يوجد خليط من التلوث البحري والصحراوي الذي احدث العديد من حالات الومضة العابرة بشكل متكرر.

البيانات المستخدمة

تتألف شبكة الجنوب الغربي من مجموعة خطوط ضغط فائق وبفولتية (132kV, 400kV)، حيث يبين **الجدول رقم(١)** المأخوذ من دائرة شبكات الجنوب الغربي اسماء الخطوط والجهد المسلط وعدد الابراج والدوائر، يركز البحث على العوازل المستخدمة في خطوط (132kV) حيث يبين **الشكل رقم(٣)** ابعاد العوازل من نوع (Cap and Pin) .

تتعرض اغلب هذه الخطوط لعواصف رملية موسمية مما يرفع من احتمالية حدوث الومضة العابرة (Flash Over) بالاضافة الى الظروف البيئية القاسية المتمثلة في الكثير من الاحيان بدرجات الحرارة العالية وارتفاع معدلات الرطوبة النسبية حيث يظهر **الشكل رقم (٤)** عازل ملوث من نوع (Longrod) المستخدم في احدى خطوط (132 kV)، كما يظهر **الشكل (٥)** عازل تالف من نوع (Longrod).

النتائج والمناقشة

لغرض اجراء البحث تم انتخاب اربع خطوط (132 kV) والتي تكون اكثر عرضة للعواصف الرملية وهي (المصب العام-رميلة الجديدة)، (الناصرية القديمة –المصب العام)، (الناصرية –السماوة)، (شمال السماوة-الرميثة) وهذا طبقا" للمعلومات المأخوذة من دائرة شبكات الجنوب الغربي، حيث تتم عملية الصيانة الدورية لخطوط(132 kV) ومن خلال استمرار عمليات الصيانة لوحظ ان تلك الخطوط كانت الاكثر تلوثا وهي في نفس الوقت الاكثر تسجيلا لحالات الومضة العابرة، كما تؤكد ايضا المعلومات المأخوذة من الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي ان المناطق التي تمر فيها هذه الخطوط الاربعة هي الاكثر تعرضا للعواصف الرملية مقارنة مع بقية الخطوط، لقد تم فتح سلسلة من العوازل الملوثة نوع **(**Cap and Pin**)** من كل خط منتخب عند اجراء احدى عمليات الصيانة وبنفس العمر التشغيلي لهذه الخطوط والتي اسست عام ١٩٦٧.

تم استخدام تقنية فحص الجهد المتزايد (Progressive Stress Test) او فحص رفع الفولتية (Rising Voltage Test) لاحتساب قيمة فولتية الانهيار ((الومضة العابرة)) للعازل ومقارنة تأثير التلوث على عوازل مختلفة، يتم في هذا النوع من الفحوصات رفع قيمة الفولتية المسلطة على العازل (Object) بأسلوب الخطوة(Step-Wise Fashion) التي يمكن من خلالها اجراء حساب احصائي للنتائج، يرتكز هذا الفحص على عدة متغيرات وهي(فولتية البدء، فترة الخطوة، قمة الخطوة، عددالخطوات).

يتألف الفحص المستخدم من جزئين، حيث نبدأ بالجزء الابتدائي المتمثل برفع الفولتية المسلطة على العازل، ابتدأ من الصفر وبعدد من الخطوات ذات فترة زمنية معينة (Step Duration) وصولا للفولتية الاعتيادية المسلطة على العازل (76 kV)، اما في الجزء الرئيسي يتم زيادة الفترة الزمنية للخطوة وتقليل قمة الخطوة (Step

Amplitude) (مقدار الزيادة في الفولتية) لتمكين التسخين بالتيار التسربي (Leakage Current) وظاهرة حزمة القوس الجاف (Dry Band Arc Phenomena).

اعتمدنا في هذا البحث فترة خطوة (3 دقائق) مع قمة خطوة (15 kV) في الجزء الابتدائي للفحص المؤلف من (20 دقيقة)، وفترة خطوة (8 دقائق) وقمة خطوة (7 kV) في الجزء الرئيسي الذي يتوقع فيه حدوث الومضة العابرة والمؤلف من (80 دقيقة).

تم اجراء فحص الجهد المتزايد على عازل جديد من نوع (Cap and Pin) المستخدم في خطوط (132kV) حيث يبين **الشكل رقم (٦)** علاقة الزمن مع الفولتية المسلطة على العازل وبدون حدوث ظاهرة الومضة العابرة، اما **الشكل رقم (٧)** فيبين اداء عازل (132kV) لخط (شمال السماوة –الرميثة) والمعرض مسبقا للتلوث الطبيعي حيث يظهر الشكل ان فولتية الومضة العابرة للعازل المفحوص هي (139 kV) وهي اقل بكثير من الفولتية التي يمكن ان يتحملها العازل، اما **الشكل رقم(٨)** فيبين نفس العلاقة السابقة لعازل(132 kV) مأخوذ من خط (الناصرية- سماوة) حيث كانت قيمة فولتية الومضة العابرة (118 kV) وهي اسواء من الحالة السابقة بسبب كون التلوث الحاصل في عوازل خط (الناصرية- السماوة) اكثر بكثير من خط (شمال السماوة – رميثة)، اما الشكل رقم (٩) فيبين النتيجة لخط ((الناصرية القديمة – المصب العام) حيث كانت قيمة فولتية الومضة العابرة (111 kV) وهي اقل نسبيا من الحالة السابقة، اما العازل المفحوص لخط (المصب العام _ رميلة الجديدة) والذي يبدو اكثر العوازل تلوثا والموضح اداءه في **الشكل (١٠)** اظهر انخفاضا خطيرا بقيمة فولتية الومضة العابرة لتنخفض الى (97 kV).

يبين **الشكل رقم (١١)** قيم فولتيات الومضة العابرة لجميع العوازل المفحوصة للخطوط الاربعة المنتخبة حيث يتبين لدينا انخفاض فولتية الومضة العابرة كلما ازداد العازل تلوثا .

الاستنتاجات

لوحظ انخفاض قيمة فولتية الومضة العابرة للعوازل الملوثة مقارنة مع العازل الغير ملوث وهذا يقلل من وثوقية الشبكة ويرفع احتمالية حدوث الاعطال المفاجئة خصوصا عند العواصف الرملية الشديدة، كما لوحظ ايضا ان عوازل خط (المصب العام – الرميلة الجديدة) هو اكثر خطوط (132 kV) تلوثا واكثرها انخفاضا في قيمة فولتية الومضة العابرة مما يثبت صحة العلاقة ما بين كمية التلوث وفولتية الانهيار.

يوصي البحث بزيادة عدد مرات التنظيف الدوري للعوازل العاملة ضمن المناطق الاكثر عرضة للعواصف الرملية واستخدام الدهان الهيدروكربوني لطلاء اسطحها .

المصادر

[1] Ahmet R. and Suleiman M. " Pollution Flashover Performance of High Voltage Insulators A Round Jeddah Region", Journal of Islamic Academy of Sciences, Vol.3, No.1, PP. 1-5.1990

[2] Berlijn S. and Engelbrech C. " Use of Progressive Stress in DSL- Tests to Compare the Pollution Performance of Insulators", Nordic Insulation Symposium, Stockholm, 11-13 June, PP. 183-190.2001

[3] Florian F. and Josef K. "Contact Angle Measurement on Insulators Surfaces with Artifical Pollution Layers and Various Surface Roughnesses", Proceeding of the XIVth International Symposium on High Voltage Engineering, Tsinghua University, China, 25-29 August, PP. 47-51-2005

[4] Krystian C. " Pollution Behaviour of Insulators with Sprial Shaped Sheds", Interfaces In Electrical Insulation Systems, Vol. 8, No. 8, PP. 97-102-2003

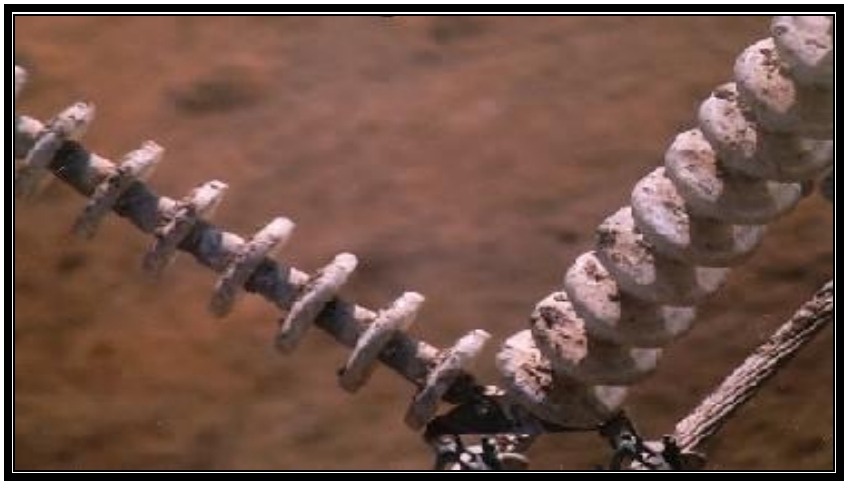
[5] Mats H. and Ralf H." The Dry Salt Layer (DSL) Method A New Pollution Test Method for Coastal Environment" , IEEE Transaction on Power Delivery, Vol. 18, N0. 3, PP. 953-959, 2003

[6] Mohamed M. and Hassan M." Effect of Sandstorm with Charged Particles on the Flashover and Breakdown of Transmission Lines", Cigre, Paris, France, Vol. 9, No. 2, PP. 306- 311, 2002

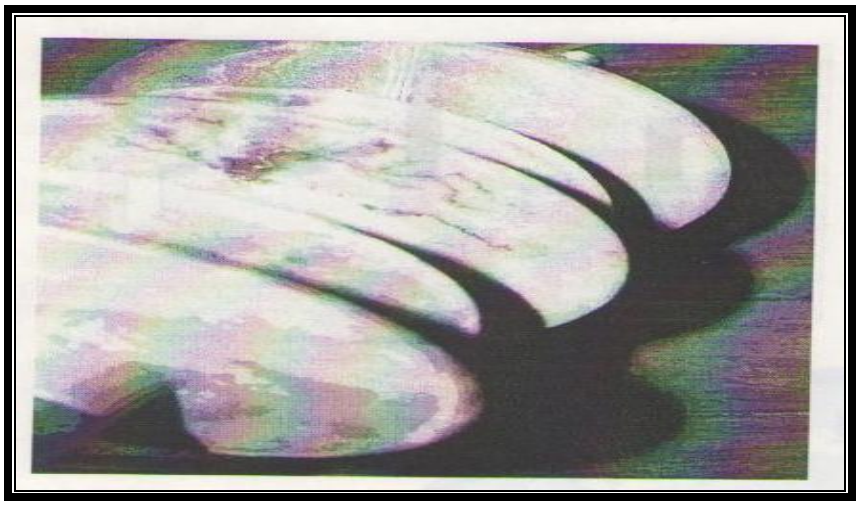
[7] Seyyed M. and Ahmed G." Evalution of Leakage Current Measurement for Site Pollution Severity Assessment", Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies, Vol 10, PP. 39-54,2004.

الجدول(١) يبين بيانات خطوط شبكات الجنوب الغربي

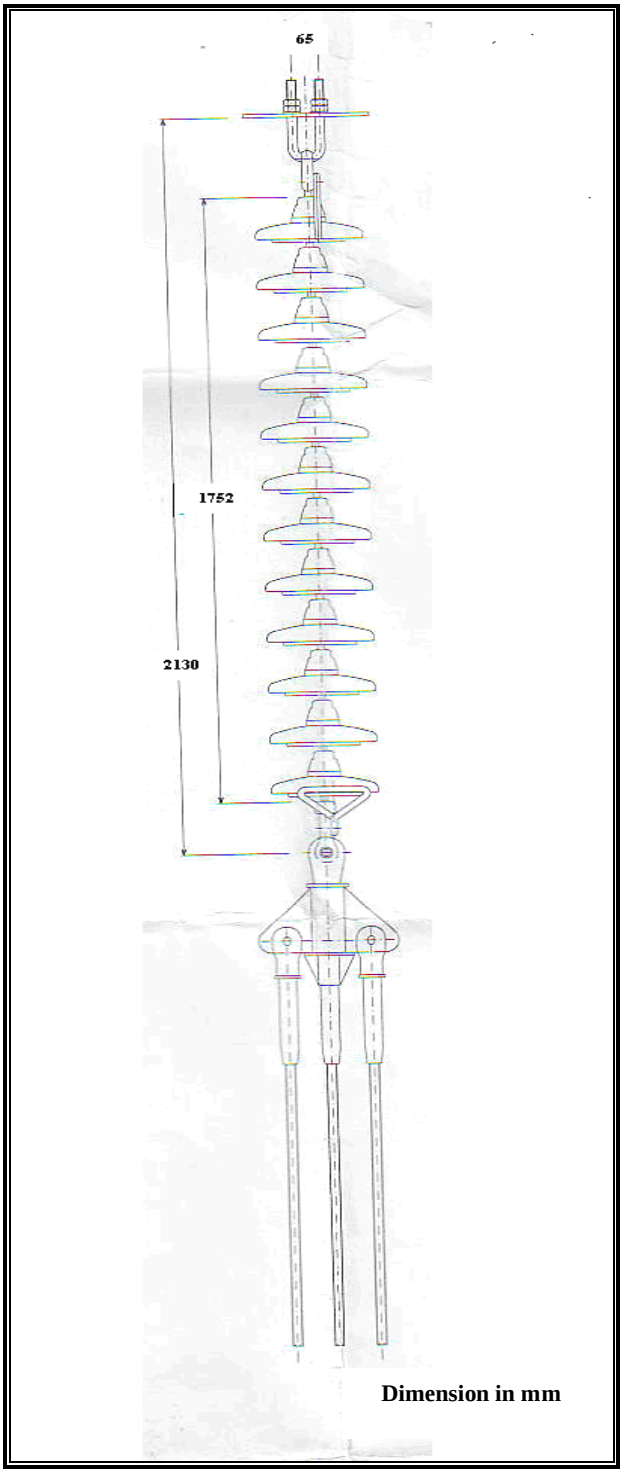
ت	اسم الخط	الجهد KV	طول الخط km	عدد الابراج	عدد الدوائر
١	ناصرية – خور الزبير	٤٠٠	٢٠٥	٤١٦	١
٢	ناصرية – قادسية	٤٠٠	١٧٦,٦	٣٧٨	١
٣	ناصرية – واسط	٤٠٠	١٩٩,٤	٤١٥	١
٤	ناصرية – شطرة /١	١٣٢	٤٦	١٤٨	١
٥	ناصرية – شطرة /٢	١٣٢	٤٦	١٥٢	٢
٦	شطرة – رفاعي	١٣٢	٣٤	١٠٠	١
٧	رفاعي – دجيلة	١٣٢	١٢٩	٤٠٠	١
٨	دجيلة – جنوب الكوت	١٣٢	٣٩	١٢٨	١
٩	ناصرية – سماوة	١٣٢	٩٦	٢٩٩	١
١٠	سماوة – ساوة	١٣٢	٣٤	١٢٧	٢
١١	شمال السماوة – قادسية	١٣٢	٨٥,٥	٢٧١	١
١٢	شمال السماوة- - رميثة	١٣٢	٣٠,٥	٨٨	١
١٣	رميثة – قادسية	١٣٢	٥٥	١٨٥	١
١٤	شمال السماوة – شامية	١٣٢	٩٦,٨	٣٠٨	١
١٥	ناصرية – شمال الناصريه	١٣٢	١٣,١٤	٤٥	٢
١٦	المصب العام – رميلة الجديدة	١٣٢	٩٤	٢٩٠	٢
١٧	ناصرية القديمة – المصب العام	١٣٢	٢٣,١	٥٦	٢
١٨	سماوة – شمال السماوة	١٣٢	٣,٥	١٥	٢
١٩	ناصرية – ناصرية القديمة	١٣٢	٢	٨	٢
٢٠	رفاعي - عمارة	١٣٢	٥٧,٥	١٦٧	٢



الشكل(١) يبين شدة التلوث التي تتعرض له اسطح العوازل



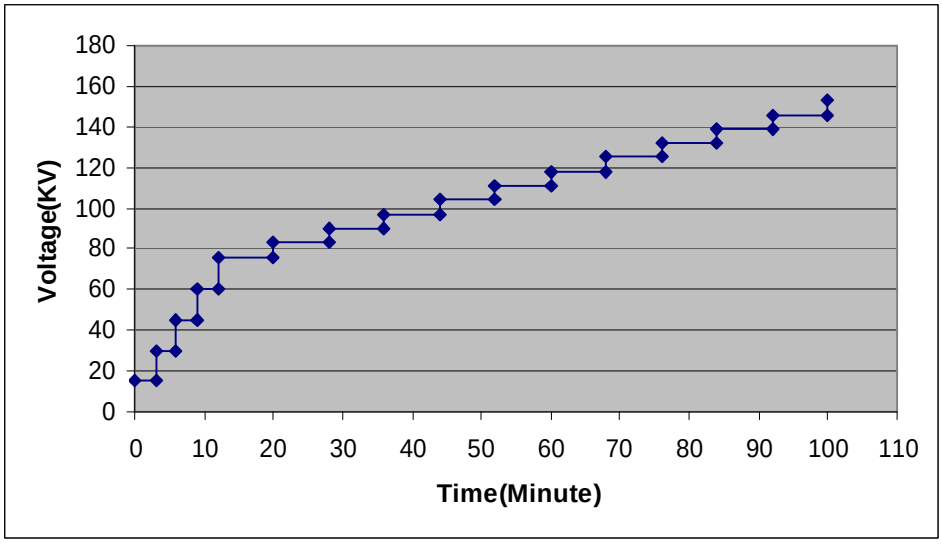
الشكل(٢) عازل ملوث تالف بسبب الومضة العابرة



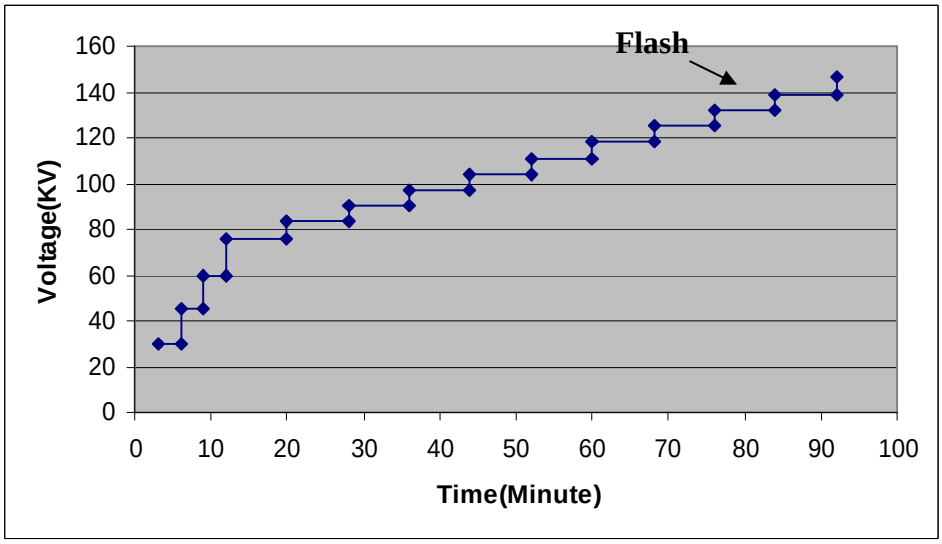
الشكل(٣) يبين ابعاد العوازل من نوع (Cap and Pin) المستخدمة في خطوط (132KV)

الشكل(٤) يبين عازل ملوث من نوع Longrod

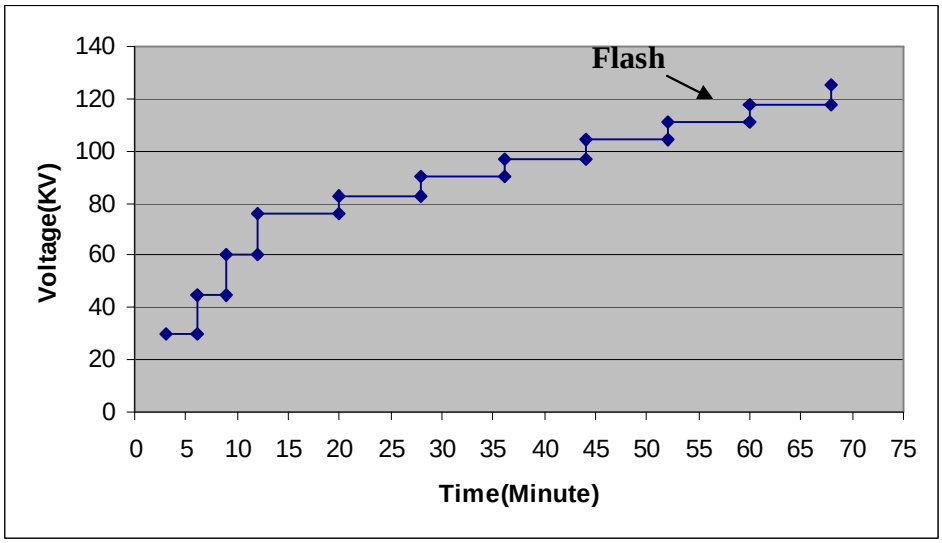
الشكل(٥) يبين عازل ملوث تالف من نوع Longrod



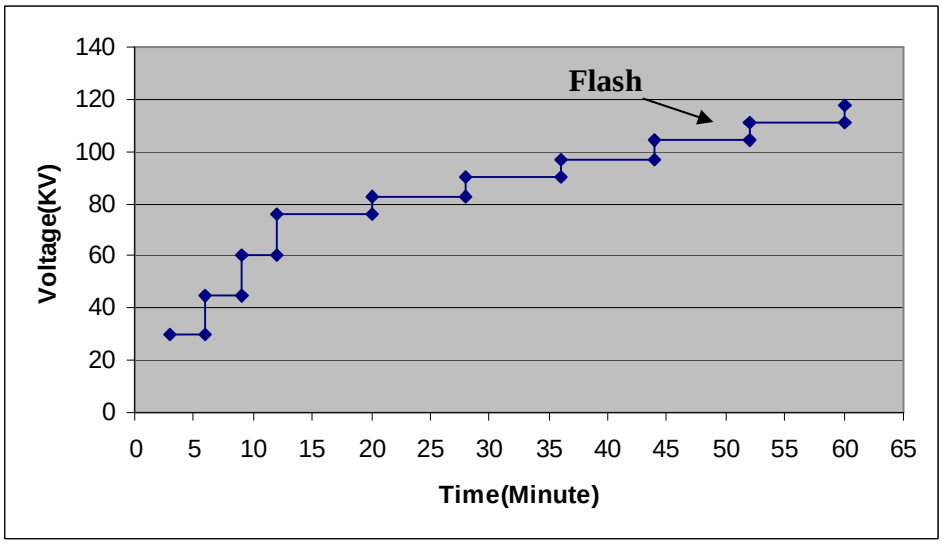
الشكل(٦) يبين علاقة الزمن مع الفولتية المسلطة على عازل جديد من نوع (Cap and Pin)



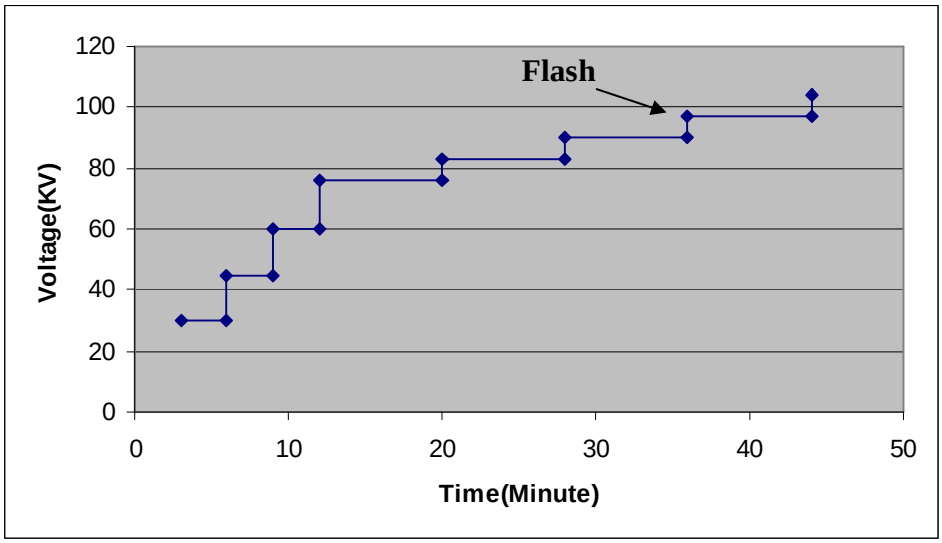
الشكل رقم (٧) يبين اداء عازل (١٣٢ kV) لخط (شمال السماوة- الرميثة)



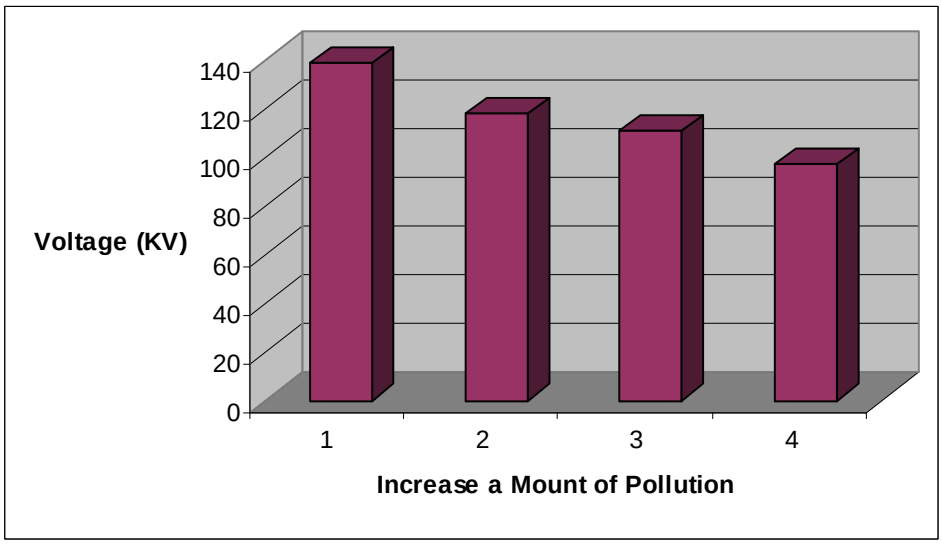
الشكل رقم (٨) يبين اداء عازل (١٣٢ kV) لخط (الناصرية - سماوة)



الشكل رقم (٩) يبين اداء عازل (١٣٢ kV) لخط (الناصرية القديمة - المصب العام)



الشكل رقم (١٠) يبين اداء عازل (١٣٢ kV) لخط (المصب العام - رميلة الجديدة)



الشكل رقم (١١) يبين قيم فولتيات الومضة العابرة لجميع العوازل المفحوصة للخطوط الاربعة المنتخبة