تصنيف منظومة التأريض
في شبكة توزيع كهرباء محافظة ديالى وأثرها في تحسين الأداء والحماية [+]

مجيد رشيد زيدان [*]

المستخلص :

يقدم البحث الحالي تصنيفا لمنظومة التأريض في شبكة توزيع كهرباء محافظة ديالى مقارنة بالأنظمة المعتمدة عالميا حسب المواصفات القياسية العالمية (IEC) والأمريكية (NEC) ، ثم بيان أثر التأريض في تحسين أداء وحماية المنظومات الكهربائية علاوة على حماية الأفراد من خطر الصعق الكهربائي وذلك من خلال الاختبارات العملية المتمثلة بقياس مقاومة الأرضي لبعض المحطات الثانوية في مدن (بعقوبة ، الخالص ، المقدادية) .
وتضمن البحث في بدايته دراسة نظرية لأنواع الطرق المستخدمة لتأريض نقطة الحياد Neutral point في الشبكات الكهربائية لغرض التقليل من تيار العطب الأرضي وكذلك دراسة الأنظمة المعتمدة عالميا لأساليب التأريض في هذه الشبكات من أجل التوصية باعتماد أفضل الأنواع والأكثر ملائمة لمنظومة التوزيع الحالية.

CLASSIFICATION OF GROUNDING SYSTEM IN ELECTRIC DISTRIBUTION NETWORK OF DIYALA GOVERNMENT AND IT'S EFFECT ON IMPROVEMENT OF PERFORMANCE AND PROTECTION

Majeed Rashid Zaidan

Abstract :

This paper presents a classification of grounding system in electric network of Diyala government compared with standard systems (IEC) and (NEC) , then it show the effect of grounding on improvement of performance and protection in electrical systems in addition to protection of persons from electric shock , all these are tested through practical experimental that represented by measure the resistance of grounding for some electric substations in (Baquba , Alkhalis , and Almuqdadiya) cities.
It also includes a study of some types and methods of neutral point grounding (N) in electrical networks that is used to reduction of earth fault current , then a study of accredited international grounding systems in this networks , all these studies are investigated to give recommendation and depend on the better types and more accordant for present distribution system .

Key Words :-
IEC : International Electric Code
NEC : National Electric Code
BS : British Standard

[+] تاريخ إستلام البحث 2013/2/4 ، تاريخ قبول النشر 2014/4/2
[*] مدرس / المعهد التقني / بعقوبة

1 . المقدمـة : Introduction

نظرا لأهمية الطاقة الكهربائية باعتبارها تمثل جزءا أساسيا من المستلزمات الضرورية للحياة ، ولما تتطلبه من استخدام للعديد من الأجهزة والمعدات فأن هناك الكثير من المخاطر الناجمة عن استخدام هذه الطاقة وأحيانا بسبب بعض الظروف الطارئة والتغيرات المفاجئة والكبيرة في جهد العرم voltage surges التي تمر بها المنظومات الكهربائية ، حيث تنشأ الفولتية العالية نتيجة بعض العوامل منها الأعطاب faults التي تحدث في الشبكة بسبب تلامس موصلات الدوائر مع موصلات ذات جهد أعلى أو بسبب ظاهرة البرق والصواعق أحيانا . [1] [2]

لذا أصبح لزاما تحقيق أكبر قدر ممكن من السلامة لمستخدميها علاوة على حماية المنظومات ذاتها أيضا من الخسائر التي قد تلحق بها ، وأحد هذه الوسائل المهمة هو استخدام نظام التأريض الذي يمكن تمثيله بطوق النجاة أو مظلة الهبوط حيث تقدر قيمتهما عند الحاجة إليهما . [2]

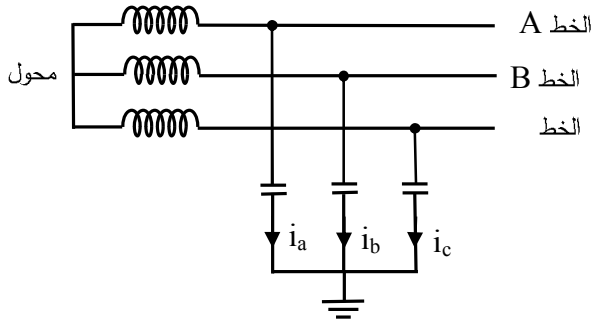
ويطلق البريطانيون حسب المواصفات البريطانية (BS) وكذلك المواصفات العالمية (IEC) لفظ earthing على هذا النظام وذلك على أساس أنه عملية توصيل بالأرض ، وعلى العكس من ذلك فأن المواصفات الأمريكية (NEC) تفرق تفريقا واضحا بين لفظ ground ولفظ earth . ويعتبر الأمريكيون أن اللفظ الأدق في الاستعمال هو لفظ grounding حيث انه يشير إلى وجود جسم له جهد مرجع reference voltage تقاس بالنسبة له جميع الجهود الأخرى وهذا الجسم ليس بالضرورة هو الأرض ، فعملية التأريض داخل السيارة مثلا هي في الواقع عملية توصيل بجسم السيارة ، وكذلك الحال في الطائرة أو في القمر الصناعي هي عملية توصيل بجسم الطائرة أو بجسم القمر الصناعي . وعلى ذلك فان لفظ ground في جميع المواصفات والمراجع الأمريكية تعني الجسم الذي تمر فيه التيارات عن طريق التوصيل الكهربائي معه والذي يعتبر جهده صفرا نسبة لباقي المنظومة أما لفظ earth فيستعمل للدلالة على الأرض ذاتها . [3]

2 . تأريض المنظومات الكهربائية : Electrical systems grounding

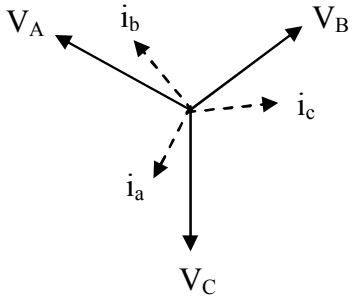
ويقصد به إيجاد اتصال بين الموصلات الحاملة للتيار والأرض من خلال توصيل نقطة الحياد في منظومات القدرة بموصل إلى داخل الأرض ولغرض فهم موضوع البحث والوقوف على أهمية التأريض لابد من دراسة المنظومات غير المؤرضة أولا للمقارنة بينها وبين المنظومات المؤرضة .

2 – أ . المنظومات غير المؤرضة (المعزولة) : Ungrounded systems

نظرا لوجود قيمة سعوية مابين خطوط نقل القدرة والأرض بسبب اختلاف الجهد فأن المنظومات من هذا النوع تكون متصلة بالأرض عن طريق متسعات مابين الخطوط والأرض ، وكما في الشكل (1) .



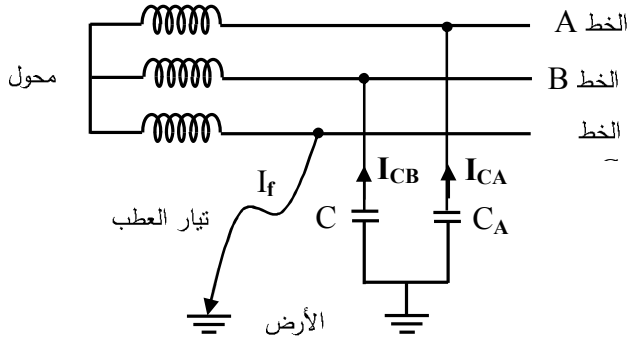
الشكل (1): نظام غير مؤرض (معزول)



الشكل (2): الجهود والتيارات في حالة الاتزان

وعند عدم وجود عطب Fault فأن محايد المنظومة يكون تحت تأثير الحمل المتوازن Balanced load وجهد المحايد في هذه الحالة يكون قريبا من الصفر .

ومن الشكل أعلاه نلاحظ وجود ثلاثة تيارات شحن متماثلة هي (i_a , i_b , i_c) وقيمتها مساوية لـ V / X_C حيث (V : الجهد الطوري) و (X_C : المفاعلة السعوية للطور بالنسبة للأرض) ولأن هذه التيارات متوازنة مع بعضها لهذا سوف لن يسري إلى الأرض أي تيار (أي أن محصلته تساوي صفر) وهذه التيارات تسبق جهودها بزاوية مقدارها (90) درجة كما موضح في الشكل (2) أعلاه ، وفي حالة حدوث عطب (I_f) بين أحد الخطوط والأرض ولنفرض مع الخط (C) كما مبين في الشكل (3) .



الشكل (3): حالة العطب في نظام غير مؤرض

فان التيار الذي سوف يسري فيه يكون ذو مركبتين الأولى (I_{CA}) عبر الخط ذاته ثم الى نقطة العطب ثم المتسعة (C_A) فالخط الأول (A) ، والمركبة الثانية (I_{CB}) عبر الخط (C) أيضا ثم الى نقطة العطب ثم المتسعة (C_B) فالخط الثاني (B) . إن الجهد الذي ولد هذين التيارين هما (V_{CA} , V_{CB}) ، وحيث ان الممانعة سعوية القيمة فأن التيار سيكون متقدما بالطور بمقدار (90) درجة عن الجهد وقيمته :-

$$I_{CA} = V_{CA}/X_C = \sqrt{3}\, V/X_C \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$I_{CB} = V_{CB}/X_C = \sqrt{3}\, V/X_C \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

وتيار القصر سيكون المجموع الطوري لهذين التيارين و كالآتي :-

$$I_{S.C} = \sqrt{3}.\sqrt{3}\, V/X_C = 3\, V/X_C \ldots\ldots\ldots (3)$$

وبذلك تحصل الحالات التالية للنظام غير المؤرض عندما يحدث فيه عطب بين أحد الخطوط والأرض :-

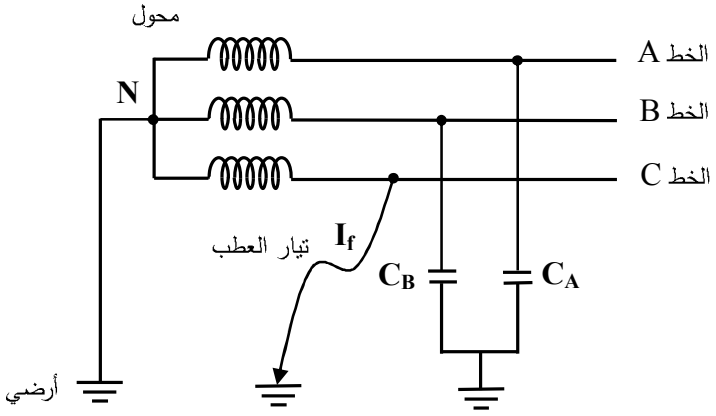
1. ارتفاع الجهد في كل من الخطين السليمين بقيمة (1.73%) عن القيمة الطورية له ، وذلك لأن الجهود كانت مسنودة الى نقطة التعادل في الأحوال الاعتيادية بينما تصبح مسنودة الى النقطة الأقل جهدا وهي جهد الأرض في حالة العطب أو دائرة القصر ، أي أن :- $V_{AE} = V_{BE} = \sqrt{3}\ V_{ph}$ ..... (4)

   ومن هذا تنتج أضرار جسيمة تؤدي الى انهيار العازل وتلف معظم ملفات المكائن الكهربائية .
2. ارتفاع قيمة تيار الشحن في الخطين السليمين بمقدار ($\sqrt{3}$) من القيمة الاسمية لها .
3. ارتفاع قيمة تيار الشحن في الخط المقصور بمقدار (3) مرات من القيمة الاسمية له .
4. تولد قوس كهربائي بسبب محصلة تيارات الشحن وبالتالي تأثيره على منظومة الاتصالات القريبة .

2 – ب . المنظومات المؤرضة : Grounded systems

عند حصول عطب أو دائرة قصر من أحد الخطوط الى الأرض في هذا النوع من المنظومات ، وكما مبين في الشكل (4) سواء كان تيار القصر أم محصلة التيارات السعوية فأنها تمر الى الأرض ثم الى نقطة التعادل (N) التي تأخذ نفس جهد الأرض وبهذا ينتج الأتي :-

1. عدم ارتفاع الجهد على الأطوار التي لم يحدث فيها عطب لأن نقطه التعادل موصلة بالأرض .
2. تلاشي قوس الأرضي المؤثر على العزل علاوة على تقليل مقدار التداخل مع الاتصالات أيضا .
3. تسهيل استخدام أجهزة الحماية ضد العطب الأرضي وتحسين أدائها .



الشكل (4): نظام مؤرض

3 . طرائق تأريض نقطة الحياد : Methods of neutral point grounding

يتم تأريض نقطة حياد المنظومات الكهربائية (N) باستخدام إحدى الطرائق التالية :- [4]

أ – التأريض المباشر : Solid grounding

ب – التأريض بمقاومة : Resistance grounding

جـ – التأريض بمفاعلة : Reactance grounding

د – التأريض بمفاعل حثي كابح : Resonant reactance grounding

هـ – التأريض بمحول متعرج : Zigzag transformer grounding

4 . أنواع أنظمة التأريض : Types of grounding systems

توجد ثلاثة أنواع من أنظمة التأريض حسب المواصفات القياسية الدولية يتكون كل منها من حرفين وهي :-

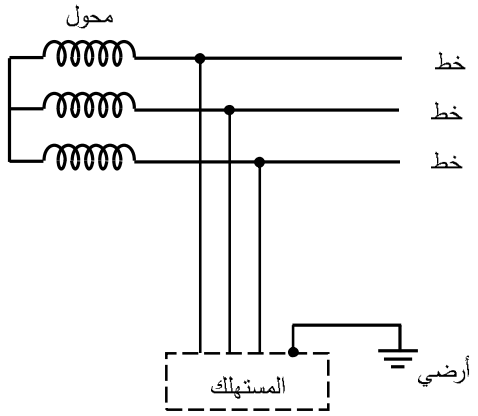
4 – 1 النظام IT :

إذ يشير الحرف (I) من جهة اليسار الى Isolated أي معزول ويعني بأنه لاتوجد نقطة متصلة بالأرضي من جهة مصدر الطاقة ، ويشير الحرف (T) من اليمين الى كلمة Terre وتعني الأرض بالفرنسية أي وجود اتصال مباشر بين نقطة بجانب المستهلك والأرضي وكما في الشكل (5) . إذ إن هذا النظام لا يوجد به أي اتصال بأرضي المنظومة وقد يوجد فقط مقاومة مرتفعة كما في حالة الطائرات والسفن حيث لا توجد أرض لعمل الأرضي ، ويستخدم فيه جهاز لمراقبة

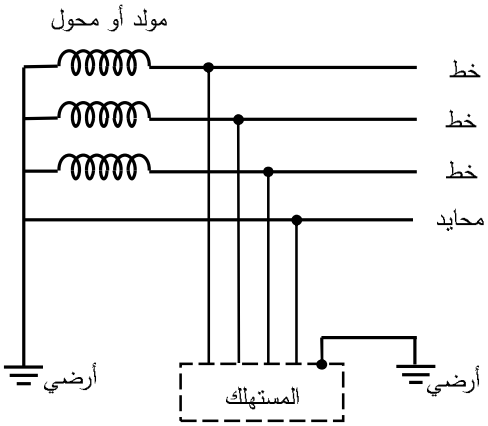
العزل وعند انخفاض أو انهيار العزل يعطي هذا الجهاز إنذار ، علاوة عليه فأن نظام IT والذي يسمى بالأمريكية Isolated power system يستخدم في حالات نادرة مثل غرف العمليات في المستشفيات .

4 – 2 النظام TT :

يشير الحرف (T) من جهة اليسار الى وجود اتصال مباشر من جانب مصدر الطاقة والأرضي ، ويشير الحرف الثاني (T) من اليمين الى وجود اتصال مباشر بين نقطة بجانب المستهلك والأرضي أيضا ، وفيه يتم عمل وصلة أرضي الحماية عند جانب المستهلك بغض النظر عن الأرضي الموجود عند مصدر الطاقة في الشكل (6) . وأهم ما يميز هذا النظام هو خلوه من التداخلات ذات التردد المنخفض والتردد المرتفع والتي تصل من خلال الموصل المحايد والناتجة عن الأجهزة الكهربائية المختلفة المتصلة به ، ولهذا يفضل هذا النظام في الاستخدامات الخاصة مثل مواقع الاتصالات السلكية واللاسلكية . كما انه يتجنب مخاطر قطع المحايد (N) .



الشكل (5): النظام نوع IT



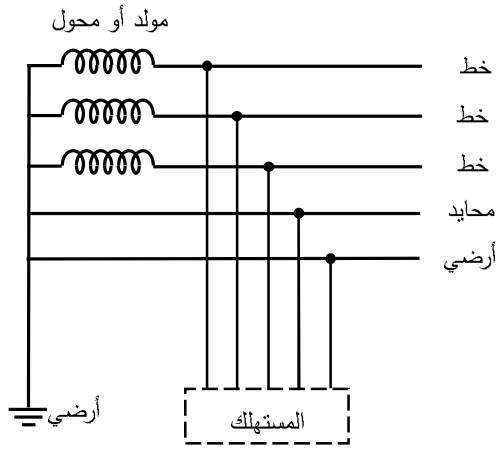
الشكل (6): النظام نوع TT

4 – 3 النظام TN :

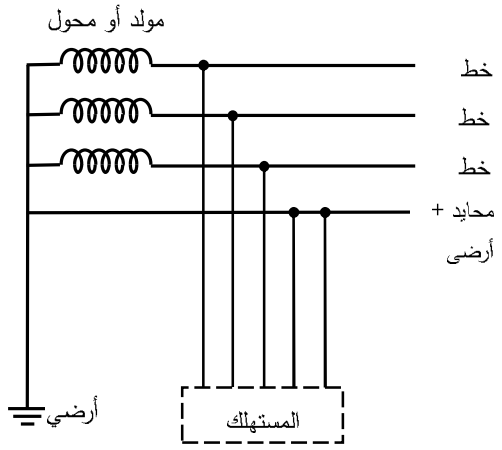
وفيه يتم توصيل جانب مصدر الطاقة بالأرضي (الحرف T) وغالبا ماتكون نقطة النجمة في النظام الثلاثي الأطوار والحرف (N) تعني المحايد Neutral ويرمز الى وجود اتصال مباشر بين المستهلك والمحايد وهو متصل بالأرضي أيضا ، وتوجد ثلاثة طرق لتوصيل هذا النظام هي :-

4 – 3 – أ . النظام TN - S : وحرف الـ (S) يعني Separate أي منفصل وفيه يكون الموصلين PE و N منفصلين عن بعضهما ويتصلان فقط قرب مصدر الطاقة . وتعتمد معظم الدول العربية هذا النظام داخل المباني إلا في حالات خاصة مثل غرف العمليات كما أسلفنا ، الشكل (7)

4 – 3 – ب . النظام TN - C : وحرف الـ (C) يعني Combined أي الجمع بين كل من الموصلين PE و N بموصل واحد يرمز له (PEN) بين مصدر الطاقة ونقطة مدخل المستهلك بينما يتم الفصل بينهما في النقاط الفرعية النهائية للأجهزة عند المستهلك ، والشكل (8) يبين هذا النوع .

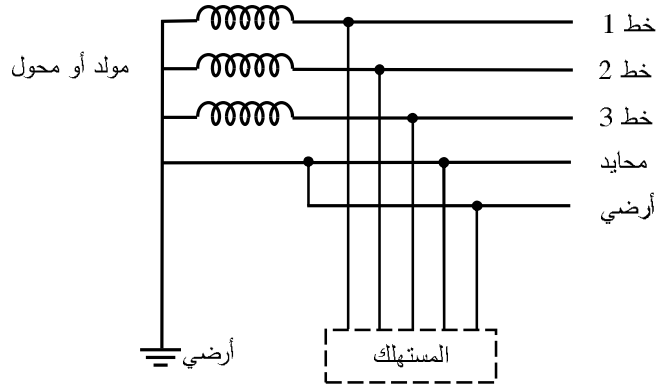


الشكل (7) نظام TN - S



الشكل (8) نظام TN - C

4 – 3 – جـ . النظام TN - C - S : وفيه يكون جزء من النظام مشترك Combined في جزء الشبكة الأقرب الى المحولة ومنفصل Separate في بعض الأجزاء أو التفرعات ، وكما في الشكل (9) ويعتمد هذا النظام في معظم الحالات في الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا . [5]



الشكل (9) نظام TN - C - S

والجدول (1) يوضح مقارنة بين أنواع أنظمة التأريض المعتمدة عالميا من حيث الأمان والكلفة والتداخل الكهرومغناطيسي ومخاطر السلامة وبعض الفقرات الأخرى وكما مبين فيه . [6]

الجدول (1) مقارنة بين أنواع أنظمة التأريض .

فقرات المقارنة	IT	TT	TN-S	TN-C	TN-C-S
الحاجة الى قضيب الأرضي	يحتاج	يحتاج	لا يحتاج	لا يحتاج	لا يحتاج
ممانعة دائرة العطب الأرضي	عالية	متوسطة	قليلة	قليلة	قليلة
كلفة موصل الحماية PE	منخفضة	منخفضة	عالية جدا	منخفضة جدا	عالية
مخاطر انقطاع المحايد N	لا توجد	لا توجد	لا توجد	كبيرة جدا	كبيرة
الأمان	قليل الأمان	آمن	أكثر أمانا	الأقل أمانا	آمن
التداخل الكهرومغناطيسي	قليل جدا	قليل جدا	قليل	كثير	قليل
مخاطر السلامة	عند ارتفاع الجهد	عند زيادة ممانعة الأرضي	انقطاع موصل الحماية PE	عند انقطاع المحايد N	عند انقطاع المحايد N

5 . اجراءات البحث : Procedures

للوقوف على نوع نظام التأريض في شبكة توزيع كهرباء محافظة ديالى المبينة في الملحق (1) وبيان أهميته وأثره في أداء وحماية المنظومة الكهربائية تضمنت إجراءات البحث مايأتي :-

5 – 1 تصنيف منظومة التأريض : Classifications of grounding system

وبهذا الصدد تم اختيار المحطات الثانوية الكهربائية التالية في محافظة ديالى وهي :-

أ . المحطة الكورية في بعقوبة (63 M.V.A)

ب . محطة العبارة في بعقوبة (63 M.V.A)

جـ . محطة الخالص (32 M.V.A)

د . محطة العظيم في الخالص (21 M.V.A)

هـ . محطة الغالبية (32 M.V.A)

و . المحطة الفرنسية في المقدادية (32 M.V.A)

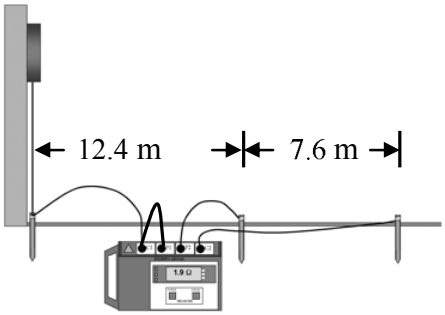
ثم أجريت دراسة لنظام التأريض المستخدم في هذه المحطات بالتفصيل ابتداءا من استلام الجهد المتوسط (33 kv) لغاية مغذيات التوزيع (11 kv) . كما تم دراسة نظام التأريض المستخدم في شبكات التوزيع التي تغذيها المحطات أعلاه ابتداءا من محولات الخدمة (0.4 kv / 11) لغاية دور ومحلات المستهلكين ، وقد تم اختيار (40) دارا من الحي السكني التابع للمعهد التقني في محافظة ديالى إضافة الى (10) من المحلات التجارية القريبة منها لبيان تكامل إجراءات نظام التأريض المنفذ من قبل شركة توزيع الكهرباء من جهة ودور ومحلات المستهلكين من جهة ثانية

5 – 2 قياس مقاومة الأرضي : Measurement of grounding resistance

من المعلوم إن قيمة مقاومة الأرضي المثالية هي (صفر) ، إلا انه لايمكن الحصول على هذه القيمة بسبب العديد من العوامل المؤثرة عليها ، وتبين المواصفات الدولية (IEC) و (NEC) إن قيمة مقاومة الأرضي المقبولة هي (1) أوم أو أقل حيث قيست المقاومة لثلاثة قضبان مختلفة في كل محطة باستخدام الجهاز الرقمي نوع Megger DET4TCR2 المبين في الشكل (10) وبطريقة الهبوط في الجهد Fall of Potential Method والتي استخدم فيها قضيبين مساعدين من الفولاذ الصلب المغطى بالنحاس Copper-coated Steel إضافة الى أحد قضبان التأريض الأصلية في المحطة حيث دفنت في الأرض وعلى امتداد خط مستقيم ثم وصلت كالآتي :-

5 – 2 – أ تم قصر طرف الجهد P_1 في الجهاز مع طرف التيار C_1 ثم وصلا بالقضيب المراد قياس مقاومته وكما موضح في الشكل (11) .

الشكل (10) جهاز قياس مقاومة الأرضي



الشكل (11) طريقة القياس

5 – 2 – ب وصل طرف التيار C_2 بقضيب تأريض مساعد والمبين في الشكل (12) حيث دفن في الأرض بعمق 50 Cm وبمسافة تبعد 20 m عن قضيب التأريض الأصلي .

الشكل (12) قضيب التأريض المساعد

5 – 2 – جـ وصل طرف الجهد P_2 بقضيب تأريض مساعد آخر بحيث يبعد بنسبة مساوية لـ 62 % من المسافة الكلية أي (12.4 m) لأن هذا المدى يكون مستوي قياس الجهد فيه ثابت . [7]

5 – 2 – د تم تشغيل الجهاز وسجلت قيمة مقاومة قضيب التأريض وكما مبين في الجدول (2) .

6 . النتائج : Results

طبقا لإجراءات البحث تبين مايلي :–

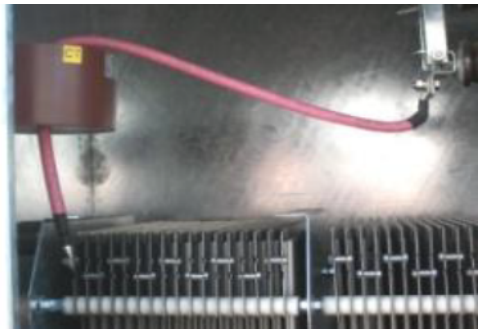
1. ان منظومة التأريض في المحطات الثانوية عبارة عن شبكة نحاسية مدفونة تحت سطح أرضية المحطة وموصلة بالتوازي مع شبكة التسليح الحديدية (mesh) لخرسانة أرضية المحطة .
2. استخدم سلك نحاسي مجدول (Stranded copper conductor) بقياس ($120\ mm^2$) للشبكة الرئيسية في كل محطة و($95\ mm^2$) للفروع المربوطة الى المعدات ، الشكل (13) .
3. تم توصيل شبكة الأرضي الى قضبان تأريض نحاسية بقياس ($2.5\ m * 120\ mm^2$) في بعض المحطات وبقياس ($3\ m * 120\ mm^2$) في محطات أخرى وبعدد إجمالي (10) قضبان لكل محطة .
4. تم تأريض كافة هياكل الأجهزة والمعدات داخل المحطات للقضاء على جهد التلامس وجهد الخطوة Touch and Step Voltage لتكون نقطة الحياد آمنة فيها ، وكما مبين في الشكل (14) .

الشكل (13) توصيل أسلاك منظومة التأريض

الشكل (14) تأريض معدات المحطة

5. استخدمت مانعات صواعق عدد (2) على جوانب المحولات و(8) فوق سطح البناية ، كما في الشكل (15)
6. تم توصيل نقطة تعادل المحولات الى مقاومة قيمتها (21 Ω) لغرض تقليل التيار العائد إليها عند حصول القصر الأرضي ولتوفير حماية إضافية تم نصب محولة تيار (C.T) بنسبة تحويل (5 / 300) مربوطة الى مناولة الكترونية وهذه المناولة تعطي الإيعاز لفتح قاطعي الدورة (11 kv) و(33kv) للمحولة في حالة حصول العطب الأرضي ، الشكل (16) .

الشكل (15) مانعة الصواعق فوق بناية المحطة



الشكل (16) مقاومة تأريض المحايد لمحولات المحطة

أما فيما يخص منظومة التأريض في مناطق الاستهلاك فتبين مايأتي :-

أ. كانت نقاط الحياد وهياكل جميع محولات الخدمة (11 / 0.4 kv) مؤرضة من خلال سلكين معزولين من النحاس بقطر ($50\ mm^2$) وصل كل منهما الى قطب تأريض نحاسي منفصل عن الآخر وبطول (1.5 m) دفنا تحت الأرض ، والغاية من فصل الأرضي لكي لا يرتفع الجهد على هيكل المحول عند حدوث قصر بين أي طور والأرض ، وكما في الشكلين التاليين (17) و (18) .

الشكل (17) تأريض محولة الخدمة

الشكل (18) توصيل سلكي التأريض الى القطبين

ب. لم تنفذ منظومة تأريض داخل دور ومحلات المستهلكين التي تم اختيارها كنموذج في إجراءات البحث على الإطلاق ، إذ لا تتوفر قواطع دورة التسرب الأرضي فيها ولم يوصل خط الأرضي الى الأجهزة الكهربائية. بل تم توصيل الخطين (الفعال والمتعادل) فقط الى مآخذ التيار .

أما قيمة مقاومة الأرضي التي قيست حسب إجراءات البحث فقد كانت كما في الجدول (2) والذي يتبين منه إن المحطة الكورية في مدينة بعقوبة هي الأقل قيمة لكون أرضية المحطة طينية رطبة في حين سجلت أعلى قيمة لمقاومة التأريض في محطة ناحية العظيم في مدينة الخالص لكون تربتها رملية جافة رغم تشابه جميع مستلزمات التأريض في المحطتين مما يدلل على إن السبب يعود الى اختلاف المقاومة النوعية للأرض Resistivity ويتبين أيضا ان معدل قيمة مقاومة الأرضي قريبة جدا من الحالة المثالية وهي (صفر) أوم حسب المواصفات العالمية كما أسلفنا مما يجعل نسبة البعد عن هذه الحالة قليل جدا وكما موضح أدناه .

الجدول (2) قيمة مقاومة الأرضي في المحطات الثانوية الكهربائية .

اسم المحطة الثانوية	مقاومة القضيب الأول بالـ (Ω)	مقاومة القضيب الثاني بالـ(Ω)	مقاومة القضيب الثالث بالـ(Ω)	معدل قيمة مقاومة الأرضي بالـ (Ω)	نسبة البعد عن الحالة المثالية %
الكورية في بعقوبة	0.11	0.11	0.12	0.11	% 0.0011
العبارة في بعقوبة	0.16	0.15	0.11	0.14	% 0.0014
الخالص	0.20	0.21	0.22	0.21	% 0.0021
العظيم في الخالص	0.27	0.48	0.30	0.35	% 0.0035
الغالبية	0.12	0.15	0.15	0.14	% 0.0014
الفرنسية في المقدادية	0.13	0.13	0.13	0.13	% 0.0013

وخلال إجراء البحث برزت مشكلة في إحدى المحطات الثانوية قيد الإنشاء في مدينة بعقوبة وهي محطة المصطفى (63 M.V.A) ، حيث أختير موقع المحطة فوق منطقة نفايات سابقة (ذات عازلية عالية) وبعد قياس مقاومة منظومة التأريض كانت نتائج القيم عالية ، وكما هو معلوم فانه في حالة زيادة هذه المقاومة عن الحد المسموح لها وهو (1) أوم حسب المواصفات العالمية فانه يلزم خفضها من خلال زيادة قطر القضيب أو طوله أو زيادة عدد القضبان وأحيانا من خلال معالجة التربة كيميائيا . علما أن زيادة طول القضيب يعطي نتائج أفضل مقارنة بزيادة قطره . [8]

لذلك تمت المعالجة بزيادة طول وعدد قضبان التأريض في المحطة ، علاوة على ذلك فقد دفنت على عمق (5) متر ، حيث تم الوصول الى طبقات الأرض ذات المقاومة النوعية الواطئة من خلال ملامسة القضبان للماء الذي وجد بهذا العمق ثم أضيف الملح والفحم الى قاع الحفرة وبارتفاع (50 Cm) مما أدى الى انخفاض مقاومة تأريض المحطة والتي قيست بعد المعالجة وكانت كما في الجدول (3) .

الجدول (3) مقارنة بين قيمة مقاومة الأرضي في محطة المصطفى بين الحالتين .

محطة المصطفى الثانوية 63 M.V.A	عدد القضبان	طول القضيب (متر)	مقاومة القضيب الأول(Ω)	مقاومة القضيب الثاني(Ω)	مقاومة القضيب الثالث (Ω)	معدل قيمة مقاومة الأرضي (Ω)	نسبة الخطأ طبقا للمواصفات العالمية %
قبل المعالجة	10	2.5	3.7	1.5	2	2.4	% 140
بعد المعالجة	14	3	0.18	0.13	0.17	0.16	% 0.0016

الاستنتاجات : Conclusions

بعد الانتهاء من إجراءات البحث نستنتج مايأتي :-

1. لا تتطابق منظومة التأريض في شبكة توزيع كهرباء محافظة ديالى مع النوع الأول IT لكونه يتعامل مع شبكات التوزيع ذات الثلاثة أسلاك فقط (بدون المحايد) .
2. يمكن تصنيف المنظومة ضمن النوع الثاني TT عند اتخاذ الإجراءات من جهة المستهلك للقيام بتأريض منفصل لجميع الأجهزة والمعدات الكهربائية الخاصة به والتي لم تؤرض حاليا .
3. يمكن تصنيف المنظومة ضمن النوع الثالث TN في حال استخدام التأريض المتكرر للمحايد في مسافات متساوية لشبكة التوزيع الكهربائية وعند مداخل الدور السكنية والمحلات عند المستهلكين .
4. إن عدم تكامل الإجراءات بين شركة توزيع كهرباء المحافظة والمستهلك كان السبب الرئيسي في عدم تحديد تصنيف منظومة التأريض حسب أحد الأنواع المعروفة عالميا .
5. لكل نظام من أنظمة التأريض محاسن معينة وحسب متطلبات التطبيق ، حيث يفضل نظام IT في غرف العمليات في المستشفيات مثلا . ولا توجد مساوئ لهذه الأنظمة بل هناك كلف إضافية حسب النوع الأفضل .
6. إن قيمة مقاومة الأرضي التي قيست في شبكة توزيع كهرباء ديالى كانت مقبولة ومطابقة للقياسات والمواصفات الدولية (IEC) و (NEC) مما يعني إنها قادرة على :-
   أ. حماية الأفراد من خطر الصعق الكهربائي الناتج عن قصور العزل أو انهياره .
   ب. استمرار خدمة المنظومة الكهربائية وحماية المعدات من أضرار التغيرات المفاجئة والكبيرة في جهد العرم voltage surges والوقاية من خطر التفريغ الكهربائي .
   ج. التشغيل المناسب للمعدات والمنظومات الكهربائية من خلال الحفاظ على ثبات الجهد أثناء التشغيل وتسهيل عمل أجهزة حماية العطب الأرضي .
   د. السيطرة على التداخل الحثي بين دوائر المنظومة الكهربائية والاتصالات القريبة منها .

المصادر : References

1. بنية ، مهدي فرحان'' دراسة الفولتية العالية المتولدة في خطوط نقل الطاقة الكهربائية عند العطب الأرضي '' *مجلة التقني* ، المجلد 19 ، العدد 2 ، ص (118 – 110) ، 2006
2. دراسة فنية '' *حماية التركيبات الكهربائية من تيار التسرب الأرضي* '' وزارة الشؤون البلدية ، المملكة العربية السعودية ، الجزء الأول ، ص (9 – 1) ، 2005
3. NFPA 70 '' *National Electrical Code*'' , National Fire Protection Association , Mike Holt enterprise , Section 250 , PP.(50 – 68) , USA , 2008
4. د. عبدالله ، محمود حسين '' *هندسة الحماية* '' جامعة صلاح الدين ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، العراق ، 1984
5. John ,W . '' *Earthing systems* '' The Electricians Guide to the 16th Edition IEE Regulations , Section 5.2 , USA , 2001
6. Geoff , C. , '' *Earthing* '' , IEE Wiring Matters , pp. (18-24) , Autumn 2005

7. Reeve , W. D. , '' *Principles and Practice of Earth Electrode Measurements* '' By : Reeve Engineers , 2008
8. Henryk,M., Antoni, K.'' *Earthing Systems Fundamentals of Calculation and Design* '' Wroclaw University of Technology , June 2003

ملحق (1) شبكة توزيع كهرباء محافظة ديالى (11 / 33) كيلو فولت

ت	اسم المحطة	الموقع	القدرة M.V.A	ت	اسم المحطة	الموقع	القدرة M.V.A
1	الكورية	بعقوبة	63	15	الغالبية	الغالبية	32
2	العبارة	بعقوبة / الأمين	63	16	بهرز الجديدة	بهرز	10
3	قره تبة	قره تبة	26	17	بهرز القديمة	أبو خميس	5
4	جلولاء	جلولاء	48	18	بني سعد	بني سعد	63
5	السعدية	السعدية	20	19	نوفل	المقدادية	32
6	خانقين	خانقين	25	20	الصدور	المنصورية	16
7	الخالص	مدخل الخالص	32	21	الوجيهية	مدخل الوجيهية	26
8	أسفل الخالص	خالص / زنبور	32	22	أبو جسرة	مدخل أبو صيدا	26
9	الناي	الناي	20	23	الفرنسية	المقدادية	32
10	العظيم	العظيم	21	24	دلي عباس	دلي عباس	32
11	مندلي	مندلي	20	25	السلام	السلام	32
12	النهروان	النهروان	5	26	مخيم العراق الجديد	معسكر اشرف	20
13	كنعان	كنعان	26	27	المصطفى	بعقوبة	63
14	بلدروز	بلدروز	15	–	-----	-----	-----