Ministry of Education and Scientific Research
Elmergib University
Faculty of Engineering Al-khoms
Department of Electrical and Computer Engineering
Elmergib Journal of Electrical and Electronic Engineering

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المرقب
كلية الهندسة الخمس
قسم الهندسة الكهربائية والحاسوب
مجلة المرقب للهندسة الكهربائية والالكترونية

EJEEE
Volume 1, Issue 1, Nov 2022

تأثير التغذية الإضافية على مشكلة قصر المدى في عملية ضبط جهاز الحماية المسافية (حالة الدراسة شبكة كهرباء زليتن 30 كيلو فولت)

سليمان عبدالسلام بن رحمة[1،*]، محمد مصطفي قحويط[2]، سالم مصباح عوينات[3]، عبد الكريم سالم ابشيش[4]
[1،2]قسم الهندسة الكهربائية والحاسوب، كلية الهندسة، الجامعة الأسمرية الإسلامية، زليتن، ليبيا
[3]شركة الكهرباء، زليتن، ليبيا
[4]قسم الهندسة الكهربائية والإلكترونية، كلية الهندسة الخمس، جامعة المرقب- ليبيا
البريد الالكتروني للمولف: asebshish@elmergib.edu.ly[4]

ملخص البحث
نظرًا للأهمية الكبيرة في الحصول على نظام حماية مناسب , وذو موثوقية عالية في عملية الفصل عند حدوث الأعطال الكهربائية , لذلك فإن دراسة أجهزة الحماية المسافية و التي تعتبر من أهم أنواع الحماية لخطوط النقل ذات أهمية بالغة, نظرا لتأثر عملية ضبط أجهزة الحماية المسافية بالعديد من العوامل ، مثل التغذية الإضافية وتأرجح الطاقة والخطوط المتقاربة ومقاومة الأعطال .أذا توافرت أحد هذه المسببات في الشبكة الكهربائية ينتج عنة قراءة غير صحيحة لمقدار المقاومة المقاسة من جهاز الحماية, وبالتالي يحدث تقديرات خاطئة من قبل أجهزة الوقاية لمكان العطل. في هذه الورقة تم دراسة تأثير التغذية الإضافية على مناطق الحماية لجهاز الوقاية المسافية، حيث تم افتراض وجود هذه المشكلة في جزء من شبكة الكهرباء 30 كيلوفولت لمدينة زليتن، وتم تحليل النتائج المتحصل عليها باستخدام برنامج النيبلان.

الكلمات المفتاحية: الحماية المسافية، التغذية الإضافية، قصر المدى.

The Effect of Additional Feeding on the Problem of Under-Reach in the Process of Setting the Distance Protection Device (Case Study: The Zliten Power Network 30 KV)

Suliman A. Ben Rahma[1,] , Mohammad M. Qhiweet[2], Salem M. Awinat[3],
Abdalkarim S. Ebshish[4*]
[1]Departmaent of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Engineering, Al Asmarya Islamic University, Zliten, Libya
[2]Genaral Electrical Company, Zliten, Libya
[3]Departmaent of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Engineering, Elmergib University, Alkhoms, Libya
[*]Corresponding Author, Email Address: asebshish@elmergib.edu.ly

Abstract- The protection of overhead transmission lines in the power system has always been and still remains, a vital topic, and due to the great importance in obtaining an appropriate and highly reliable protection system, the distance protection, which is one of the most important types of protection for transmission lines, is affected by many factors that affect the measured impedance. , such as the presence of additional feeding, power fluctuations and resistance to faults, these factors may cause wrong estimates by the protection devices and thus not take the correct decisions to protect the electrical network in case of faults. In this paper, we study the existence of a cause for the short-term problem, which is the additional feeding, by using the Al-Niblan program on part of the Zliten 30 kV

Submitted 08 Aug. 2022; Final Version Received 08 Oct. 2022; Accepted 08 Oct. 2022; Published Online in Dec. 2022
 Copyright © 2022 EJEEE

electricity network, and then finding solutions to reduce the impact of this problem and increase the effectiveness of the distance protection devices.

Keywords – Distance protection, supplementary feeding, under-reach.

1.المقدمة

تستخدم الوقاية المسافية بشكل واسع في حماية الخطوط المتوسطة والطويلة في الشبكة الكهربائية، نظرا لقدرتها على اكتشاف الأعطال وتحديد منطقة حدوثها [1],[2].

مبدأ عمل جهاز الوقاية المسافية يعتمد علي حساب قيم المعاوقة عن طريق قسمة قيمة الجهد على قيمة التيار للخط المراد حمايته, وعلى أساس هذه القيمة يتخذ جهاز الوقاية المسافية العمل المناسب من القيام بالفصل أو الانتظار وذلك كله وفق الضبط المعد مسبقا[2].

يمكن حساب قيمة المعاوقة المقاسة في الظروف التشغيلية العادية للخط وفقا للمعادلة التالية:

$$Zs = \frac{Z_{Line} + Z_{Load}}{VT\ ratio / CT\ ratio} = Z'_{Line} + Z'_{Load} \quad (1)$$

حيث:

Z_{Line}: معاوقة الخط.

Z_{Load}: معاوقة الحمل.

Z'_{Line}: معاوقة الخط بالنسبة لجهاز الوقاية المسافية.

Z'_{Load}: معاوقة الحمل بالنسبة لجهاز الوقاية المسافية.

VT ratio: نسبة التحويل لمحول الجهد بين الجانب الابتدائي والجانب الثانوي.

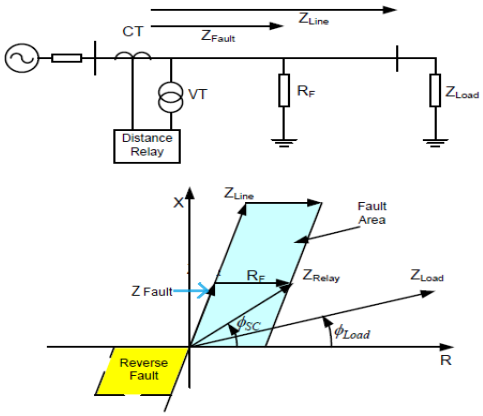
CT ratio: نسبة التحويل لمحول التيار بين الجانب الابتدائي والجانب الثانوي.

عند حدوث عطل على خطوط النقل تختلف المعاوقة المقاسة للخط عن المعاوقة المقاسة في الظروف التشغيلية العادية للخط (تسمى في هذه الحالة بمعاوقة العطل (Z'_{Fault})) نظرا لارتفاع التيار المار بالخط وانخفاض الجهد المطبق علية، وبذلك يكون جهاز الحماية قادر علي تحديد وجود المشكلة من عدم وجودها, وكذلك معرفة مكان حدوث العطل.

2. مخطط المعاوقة

مخطط المعاوقة لجهاز الوقاية يوضح العلاقة بين المعاوقات المختلفة التي تكون موجودة قبل حدوث العطل والمعاوقة التي تظهر بعد حدوث العطل[3]. الشكل (1) يبين مخطط المعاوقة لخط كهربائي، في ظروف التشغيل العادية تكون المعاوقة التي يراها جهاز الوقاية المسافية تقع على الخط الذي يمثل الحمل (Z_{load}), ولكن بعد حدوث العطل تنتقل قيمة المعاوقة إلى الخطZ_{line} ما لم تؤثر عليها مقاومة العطل (R_f) [1],[4].

Submitted 08 Aug. 2022; Final Version Received 08 Oct. 2022; Accepted 08 Oct. 2022; Published Online in Dec. 2022
 Copyright © 2022 EJEEE

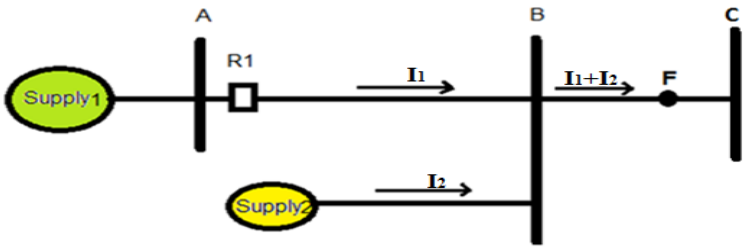


شكل (1) مخطط المعاوقة [1]

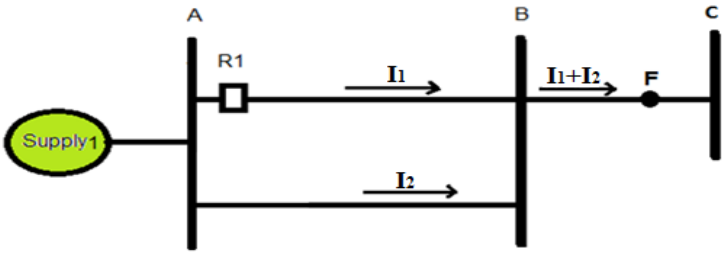
حيث R_f هي مقاومة متغيرة تختلف باختلاف نوع ومكان العطل, ويتسبب وجودها في حدوث تقارب بين زاوية معاوقة العطل Z_{fault} وزاوية معاوقة الحمل Z_{load} لتكون معاوقة جديدة هي Z Relay مما يُصعب من اكتشاف الأعطال ذات مقاومة العطل الكبيرة, في حالة الأعطال الأرضية تتكون مقاومة العطل من مقاومة القوس الكهربائي ومقاومة الأرض ومقاومة أي نقطة تلامس مع الخط, وتتراوح قيمة هذه المقاومة ما بين الصفر وعدة مئات من الأومات, لهذا تعد دراسة معاوقة العطل كمقدار وزاوية في أجهزة الوقاية المسافية من الأمور المهمة التي تساعد على اكتشاف الأعطال وخاصة الأعطال التي يوجد بها مقاومة عطل كبيرة [3].

3. التغذية الإضافية كأحد مسببات مشكلة قصر المدى

تحدث مشكلة قصر المدى عندما يرى جهاز الوقاية المسافية العطل القريب على أنه بعيد، أو بمعنى أخر جهاز الوقاية يرى معاوقة أكبر من المعاوقة الحقيقية، وبالتالي لا يغطي المدى المخصص له بشكل كامل بل يغطي جزءا منه فقط، فإذا حدث عطل في مدى حمايته يتجاهله ويعتبره خارج مدى حمايته مما يتسبب في وجود العطل لفترة زمنية قد تؤدي إلى ضرر بالشبكة الكهربائية، وتتسبب أيضا هذه المشكلة في تحديد خاطئ لموقع العطل. أحد مسببات مشكلة قصر المدى وجود التغذية الإضافية وهي عبارة عن وجود أكثر من تغذية لخط كهربائي محمي بجهاز وقاية مسافية بحيث لا يمر كل التيار خلال جهاز الوقاية، وقد تكون هذه التغذية من مصدر مفصول عن المصدر الرئيسي كما هو موضح في الشكل (2)، أو تكون التغذية من نفس المصدر الرئيسي كما هو موضح في الشكل (3)، ويظهر تأثير هذه المشكلة في عملية ضبط حدود مناطق الحماية ZONE-2 وZONE-3.



شكل (2) مشكلة التغذية الإضافية من مصدر مفصول عن المصدر الرئيسي



Submitted 08 Aug. 2022; Final Version Received 08 Oct. 2022; Accepted 08 Oct. 2022; Published Online in Dec. 2022
 Copyright © 2022 EJEEE

شكل (3) مشكلة التغذية الإضافية من نفس المصدر الرئيسي

قيمة التيار (I_2) يؤثر على قيمة الجهد عند موضع جهاز الوقاية كما هو موضح في المعادلة (3)، لذلك تكون قيمة المعاوقة المقاسة أكبر من المعاوقة الحقيقية وهذا يتسبب في حدوث قصر مدى لجهاز الوقاية المسافية [1] ,[5], [6].

$$V_R = I_1 * Z_{AB} + (I_1 + I_2) * Z_{BF} \quad (2)$$

$$Z_R = Z_{AB} + Z_{BF} * \left(1 + \frac{I_2}{I_1}\right) \quad (3)$$

حيث :

V_R :الجهد الكهربائي عند جهاز الوقاية.

I_1 :التيار المار بجهاز الوقاية.

Z_{AB} :معاوقة الخط بين القضبان A و B.

I_2 :التيار الذي لا يمر بجهاز الوقاية.

Z_{BF} :معاوقة الخط بين القضيب B والنقطة F.

Z_R :المعاوقة التي يراها جهاز الوقاية المسافية.

قيمة المعاوقة للخط بين القضيبين B وC بالنسبة لجهاز الوقاية R1 في الشكلين (3) & (4) تزداد بمقدار يعادل الجزء بين القوسين في المعادلة (4), ولهذا يمكن تعديل قيم معاوقة الخطوط التي تتغذي من أكثر من مصدر بحيث تحسب قيمتها من خلال المعادلة (4), وهي تمثل تصحيح الخطأ في المعاوقة الناتج عن التغذية الإضافية.

$$Z_{Line}(\text{المقاسة}) = Z_{Line}(\text{الحقيقية})\left(1 + \frac{\text{مجموع تيارات المصادر الإضافية}}{\text{التيار المار بجهاز الوقاية}}\right) \quad (4)$$

4.منهجية البحث

في هذه الورقة تم الاعتماد بشكل أساسي على البيانات الخاصة بشبكة كهرباء زليتن 30 كيلو فولت متضمنة كل البيانات اللازمة لدراسة مشكلة قصر المدى وتحليلها وهي موضحة في الجداول التالية [7]:

الجدول (1) اطوال الخطوط الكهربائية

طول ونوع الخط	اسم الخط
OVERHEAD،17KM	LINE1 & LINE1+
OVERHEAD،11KM	LINE2 & LINE2+
OVERHEAD،10KM	LINE3 & LINE3+
OVERHEAD،5KM	LINE4 & LINE4+
OVERHEAD،4.5KM	LINE5 & LINE5+
OVERHEAD،5.8KM	LINE6 & LINE6+
OVERHEAD،2KM	LINE7 & LINE7+
OVERHEAD،4.5KM	LINE8 & LINE8+
CABLE،2.5KM	LINE9 & LINE9+

الجدول (2) مواصفات الخطوط الكهربائية

مواصفات الخط	نوع الخط

Submitted 08 Aug. 2022; Final Version Received 08 Oct. 2022; Accepted 08 Oct. 2022; Published Online in Dec. 2022
 Copyright © 2022 EJEEE

OVERHEAD	2R(1) OHM/KM =0.2 78X(1) OHM/KM =0.3 C(1) OHM/KM =0.009543 B(1) OHM/KM =2.9971 R(0) OHM/KM =0.422 X(0) OHM/KM =1.531
CABLES	R(1) OHM/KM =0.041 X(1) OHM/KM =0.1143 C(1) OHM/KM =0.3271 B(1) OHM/KM =102.732 R(0) OHM/KM =0.0361 X(0) OHM/KM =0.0614

الجدول (3) مواصفات التغذية

اسم التغذية	مواصفات التغذية
FEEDER ACAAM	S max = 25MVA R(1)/X(1) max = 0.141 Z(0)/Z(1) max = 2.93 R(0)/X(0) max = 0.293 F = 50Hz
FEEDER ALBORJ	S max = 40MVA R(1)/X(1) max = 0.14 Z(0)/Z(1) max = 2.93 R(0)/X(0) max = 0.293 F = 50Hz
FEEDER HAKMON	S max = 30MVA R(1)/X(1) max = 0.14 Z(0)/Z(1) max = 2.93 R(0)/X(0) max = 0.293

الجدول (4) الأحمال

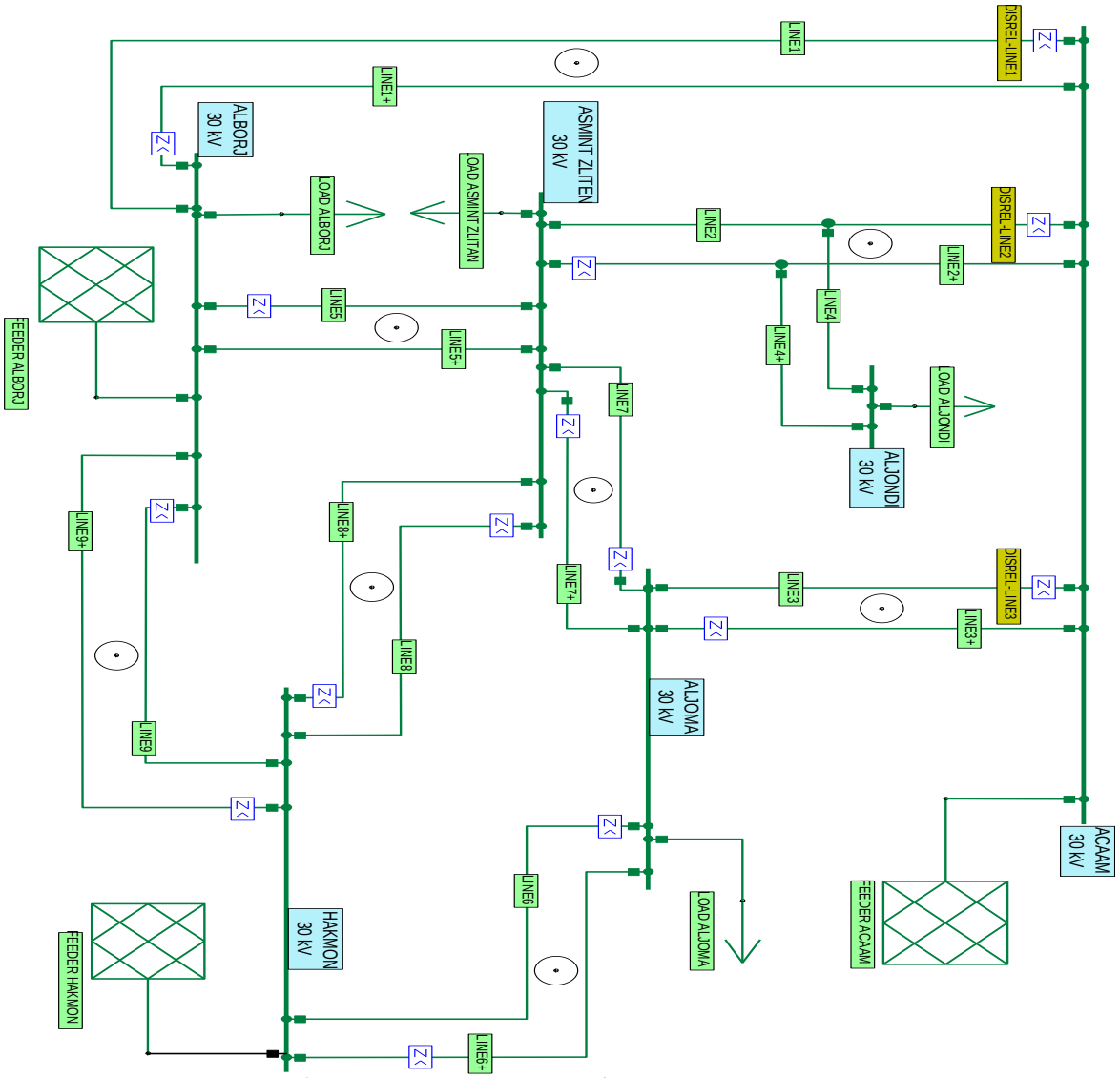
اسم الحمل	مواصفات الحمل
LOAD ALJONDI	S = 11MVA 5PF = 0.8
LOAD ALBORJ	S = 35MVA 5PF = 0.8
LOAD ASMINT ZLITAN	S = 25MVA 5PF = 0.8
LOAD ALJOMA	S = 20MVA 5PF = 0.8

Submitted 08 Aug. 2022; Final Version Received 08 Oct. 2022; Accepted 08 Oct. 2022; Published Online in Dec. 2022
 Copyright © 2022 EJEEE

5 . النتائج

1.5 دراسة خط النقل الكهربائي كعام – البرج (ACAAM -ALBORJ)

الخط الذي تمت عليه الدراسة في هذه الورقة هو جزءمن شبكة كهرباء زليتن 30 كيلو فولت, كما في الشكل (4), باعتبار أنه يوجد خط واحد بين كعام والبرج في حالة خدمة وهو LINE1 وبالتالي لا توجد معاوقة مشتركة, كذلك تم فرض أن الخط LINE4 يتغذى من أكثر من مصدر تغذية من بينها LINE1, واعتبار أن نهاية الخط LINE4 حمل فقط, وفيما يلي مراحل الدراسة لهذا الخط :



شكل (4) جزء من شبكة كهرباء زليتن

1.1.5 ضبط جهاز الوقاية المسافية DISREL-LINE1

قيمة الضبط للمنطقة الاولى1-ZONE هي 80% من طول الخط الموصول به جهاز الوقايةDISREL-LINE1, أما زمن الفصل فهو 0 ثانية, وتكون قيمة الضبط كالتالي :

$$Z_{ZONE-1} = 80\% * 17Km * \frac{(0.21 + j0.38)\Omega}{Km} = 2.856 + j5.168\ \Omega$$

Submitted 08 Aug. 2022; Final Version Received 08 Oct. 2022; Accepted 08 Oct. 2022; Published Online in Dec. 2022
 Copyright © 2022 EJEEE

قيمة الضبط للمنطقة الثانية ZONE-2 هي 100% من طول الخط الموصول به جهاز الوقايةDISREL-LINE1 و50% من طول أقصر خط تالي، أما زمن الفصل فهو 0.35 ثانية، وقيمة الضبط لهذه المنطقة كالتالي:

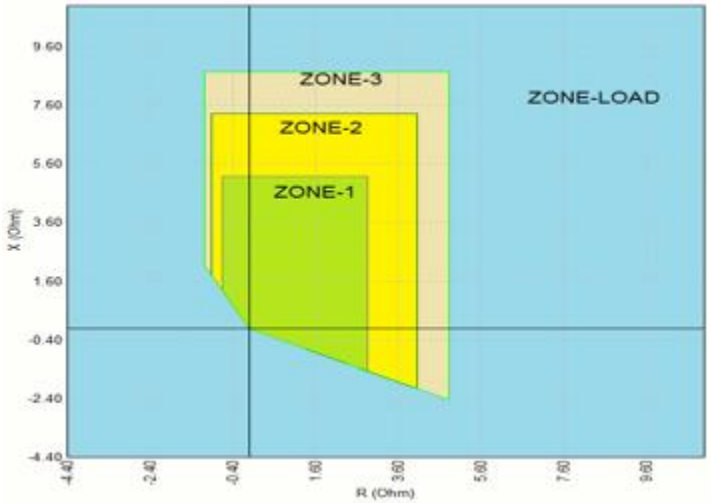
$$Z_{ZONE-2} = (100\% * 17Km + 50\% * 4.5Km) * \frac{(0.21 + j0.38)\Omega}{Km} = 4.043 + j7.315\ \Omega$$

قيمة الضبط للمنطقة الثالثة ZONE-3 هي 100% من طول الخط الموصول به جهاز الوقاية DISREL-LINE1 و120% من طول أطول خط تالي، وزمن الفصل 0.8 ثانية، وقيمة الضبط هي:

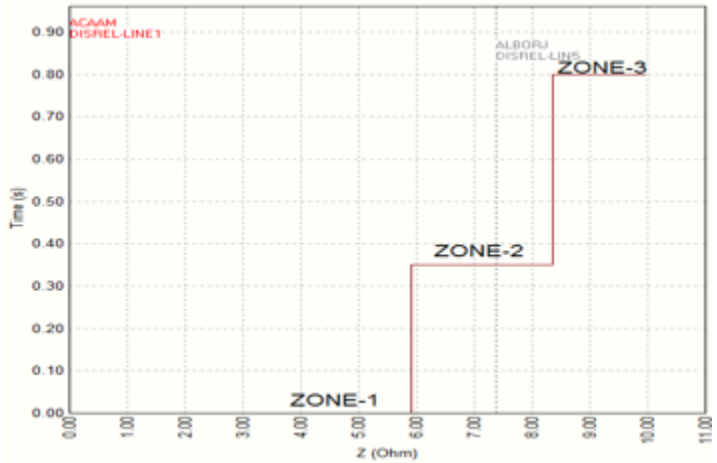
$$Z_{ZONE-3} = (100\% * 17Km + 120\% * 5Km) * \frac{(0.21 + j0.38)\Omega}{Km} = 4.831 + j8.74\ \Omega$$

$$K0 = \frac{(0.43 + j1.53) - (0.21 + j0.38)}{3 * (0.21 + j0.38)} = 0.8989 \angle -18.1°$$

تم إدخال هذه القيم في الجهاز DISREL-LINE1على برنامج نيبلان للحصول على خصائص مناطق الحماية وأزمنة عملها وكانت النتائج كما هو مبين بالشكلين (5) و (6) على التوالي.



شكل(خطأ! لا يوجد نص من النمط المعين في المستند.) حدود مناطق الحماية للجهاز DISREL-LINE1

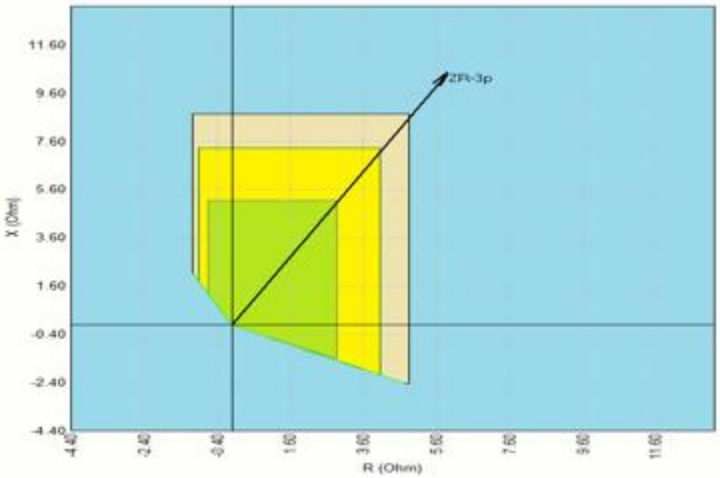


شكل (6) أزمنة عمل مناطق الحماية للجهاز DISREL-LINE1

2.1.5 اختبار فاعلية جهاز الوقاية DISREL-LINE1 في منطقة الحماية ZONE-2

Submitted 08 Aug. 2022; Final Version Received 08 Oct. 2022; Accepted 08 Oct. 2022; Published Online in Dec. 2022
 Copyright © 2022 EJEEE

الغرض من هذه المرحلة هو تبيان القصور المتوقع حدوثه في عمل أجهزة الوقاية المسافية بسبب وجود التغذية الإضافية، الاختبارات للمنطقتين الثانية ZONE-2 والثالثة ZONE-3 اجريت بفرض حدوث عطل من نوع 3-PHASE. بفرض حدوث عطل على الخط LINE5 عند 50% من طوله وفي الشكل (7) موقع هذا العطل على مخطط حدود مناطق الحماية .



شكل (7) يظهر موقع حدوث العطل 50% من الخط LINE5 على مخطط مناطق الحماية قبل الضبط

الجدول (5) يبين قيمة المعاوقة المقاسة بجهاز الوقاية DISREL-LINE1 وقيمة المعاوقة الفعلية للعطل ونسبة الخطأ بينهما لعطل عند 50% من الخط LINE5.

جدول (خطأ! لا يوجد نص من النمط المعين في المستند.)معاوقة العطل المقاسة والفعلية ونسبة الخطأ للعطل 50% من LINE4 قبل التعديل

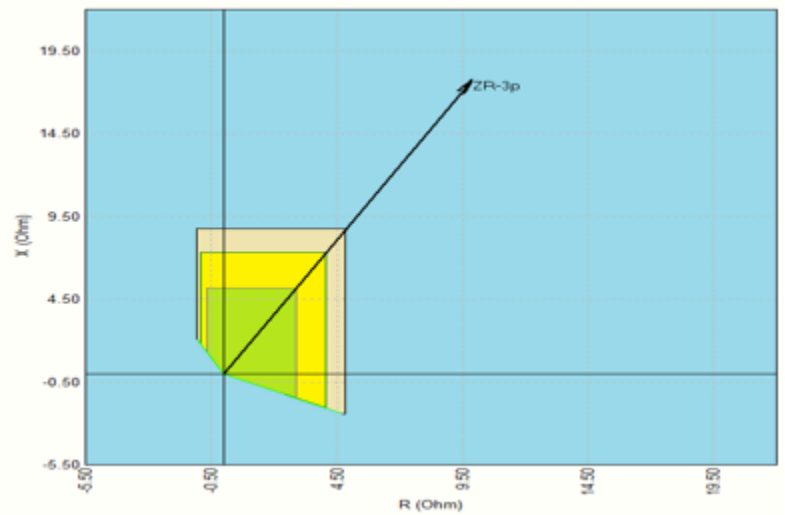
موقع العطل	المعاوقة المقاسة	المعاوقة الفعلية	نسبة الخطأ	
			X	R
50% من طول LINE4	5.921+j10.465	4.043 +j7.315	%43.062	%46.451

يلاحظ من النتائج السابقة ما يلي:
1-يظهر العطل في منطقة الحملZONE-LOAD مع انه من المفترض أن يحدث في المنطقة الثانية ZONE-2 وذلك حسب الضبط المسبق لجهاز الوقاية DISREL-LINE1 وهذا يؤدي الي عدم فصل العطل مما يدل على عدم فاعلية هذا الضبط.
2-سبب حدوث نسبة الخطأ المرتفعة هو وجود التغذية الإضافية من المصدر FEEDER ALBORJومن الخط LINE4.

3.1.5 اختبار فاعلية جهاز الوقاية DISREL-LINE1 في منطقة الحماية ZONE-3

بفرض عطل عند 100% منLINE4، وفي الشكل (8) موقع هذا العطل على مخطط حدود مناطق الحماية.

Submitted 08 Aug. 2022; Final Version Received 08 Oct. 2022; Accepted 08 Oct. 2022; Published Online in Dec. 2022
 Copyright © 2022 EJEEE



شكل (8) يظهر موقع حدوث العطل 100% من الخط LINE4 على مخطط مناطق الحماية قبل التعديل

الجدول (6) يبين قيمة المعاوقة المقاسة بجهاز الوقاية DISREL-LINE1 وقيمة المعاوقة الفعلية للعطل ونسبة الخطأ بينهم العطل عند 100% من الخط LINE4.

جدول (6)معاوقة العطل المقاسة والفعلية ونسبة الخطأ للعطل 100% من LINE4 قبل التعديل

موقع العطل	المعاوقة المقاسة	المعاوقة الفعلية	نسبة الخطأ	
			X	R
100% من طول LINE4	9.904+j17.794	4.62+j8.36	%112.847	%114.372

يلاحظ من نتائج الاختبار السابق ما يلي:
1-يحدث العطل في المنطقة ZONE-LOAD (من المفترض أن يحدث في المنطقة ZONE-3) وذلك حسب الضبط المسبق لجهاز الوقاية DISREL-LINE1هذا الخطأ يجعل جهاز الوقاية لا يشعر بهذا العطل وبالتالي يستمر العطل, وهذا يدل على عدم دقة هذا الضبط.
2-يلاحظ وجود نسبة الخطأ بين المعاوقة المقاسة من الجهاز والفعلية نظرا لوجود التغذية الإضافية من المصدر FEEDER ALBORJ ومن الخط LINE5, وارتفاع نسبة الخطأ بسبب ارتفاع تيار التغذية الإضافية الذي يمر في الخط LINE4.

2.5 الحلول المقترحة لتحسين فاعلية جهاز الوقاية المسافية DISREL-LINE1

بعد المرور بالمرحلة السابقة تبين وجود قصور في أداء جهاز الوقاية المسافيةDISREL-LINE1 , وبالتالي يجب توفير حلول مناسبة لهذه المشكلة وهي كالتالي :

1.2.5 المقترح الأول لحل مشاكل ضبط المنطقتين ZONE-2 وZONE-3 لجهاز الوقاية DISREL-LINE1

ا- حساب حدود منطقة الحماية ZONE-2

لتحسين ضبط منطقة الحماية ZONE-2 تمت محاكة الشبكة المقترحة على برنامج النيبلان بجميع أجهزة الوقاية المسافية الخاصة بها, وإجراء عملية التنسيق فيما بينها, بحيث يصبح كل جهاز وقاية مسافية في الشبكة مرتبط مع أجهزة الوقاية المسافية الأخرى التي تكون في نطاق عمله, وبذلك يصبح لكل جهاز وقاية مسافية حزمة بيانات (جدول لحزمة بيانات تظهر في قائمة SETTING لكل جهاز وقاية في برنامج النيبلان بعد إجراء عملية التنسيق), هذه البيانات تمثل مجموعة من القيم المعدلة (زيادة أو نقص) للمعاوقة ما بين أجهزة الوقاية المسافية وقضبان الشبكة التي في مجال عملها, بحيث تمثل هذه القيم المعدلة المعاوقة الصحيحة للخطوط من جهة قياس أجهزة الوقاية المسافية لاستعمالها عند ضبطها,إن هذا المسبب (التغذية الإضافية) يؤدي إلى حدوث قصر مدى لجهاز الوقاية

Submitted 08 Aug. 2022; Final Version Received 08 Oct. 2022; Accepted 08 Oct. 2022; Published Online in Dec. 2022
 Copyright © 2022 EJEEE

المسافيةDISREL-LINE1 في حماية الخط الذي يمر به تيار التغذية الإضافية وقيمة معاوقة أقصر خط يلي الخط LINE1هو الخط LINE4 والمبينة قيمته في الشكل (9) والمشار إليه بنهايته أي ASMINT ZLITAN.

Decisive nodes for automatic setting

Update from Network

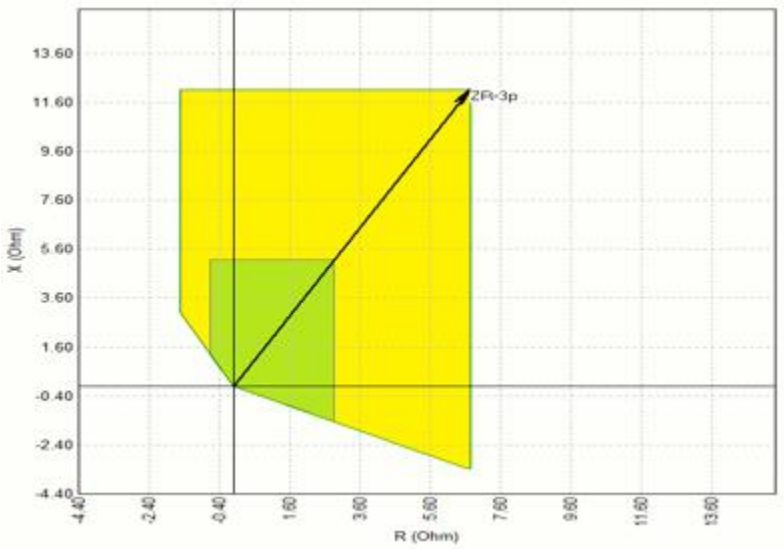
	Activ	Name	Z	Z angle	R	X
			Ohm	°	Ohm	Ohm
	☑	ALBORJ	7.3808	61.0735	3.57	6.46
	☑	ASMINT ZLITAN	20.364	60.8623	9.9157	17.78
	☑	HAKMON	22.403	58.4403	11.725	19.08

شكل(9) القيم التي يحسبها جهاز الوقاية DISREL-LINE1 للمعاوقة بين الجهاز وقضبان الشبكة

يمكن حساب قيمة منطقة الحماية ZONE-2 لجهاز الوقاية DISREL-LINE1 كالتالي:

$$Z_{ZONE-2} = 50\%(3.57 + j6.46 + 9.92 + j17.78) = 6.745 + j12.12\ \Omega$$

بإدخال هذه القيمة في جهاز الوقايةDISREL-LINE1، وبفرض حدوث عطل عند 50% من الخط LINE4, تم الحصول على الشكل (10) لمخطط مناطق الحماية.



شكل (10) يظهر موقع حدوث العطل 50% من الخط LINE4 على مخطط مناطق الحماية بعد التعديل باستخدام القيم التي يحسبها النيبلان للمعاوقة

الجدول (7) يبين قيمة المعاوقة المقاسة بجهاز الوقاية DISREL-LINE1 وقيمة معاوقة الضبط ونسبة الخطأ بينهم لعطل عند 50% من LINE4.

جدول (7) معاوقة العطل المقاسة والفعلية ونسبة الخطأ للعطل 50% من LINE4 بعد إعادة الضبط باستخدام القيم التي يحسبها النيبلان للمعاوقة

Submitted 08 Aug. 2022; Final Version Received 08 Oct. 2022; Accepted 08 Oct. 2022; Published Online in Dec. 2022
 Copyright © 2022 EJEEE

موقع العطل	المعاوقة المقاسة	المعاوقة الفعلية	نسبة الخطأ	
			X	R
%50 من طول LINE4	6.7388+j12.156	6.745+j12.12	%0.297	%-0.1038

يلاحظ من النتائج السابقة ما يلي:
1-حدوث العطل في المنطقة ZONE-2 وهو المفترض أن يحدث وذلك يدل على فعالية الضبط الجديد لجهاز الوقاية DISREL-LINE1.
2-نسبة الخطأ صغيرة جدا، وهذا يعني فاعلية هذا الضبط لمنطقة الحماية ZONE-2.

ب- حساب حدود منطقة الحماية ZONE-3

لتحسين ضبط منطقة الحماية ZONE-3 , يمكن اختيار أكبر قيمة معاوقة يراها جهاز الوقاية DISREL-LINE1 من بين القيم التي يحسبها برنامج نيبلان في قائمة SETTINH لخطوط النقل, و قيمة معاوقة أطول خط يلي الخط LINE1هو الخط LINE5 كما هو مبين في الشكل (9) , يتم حساب قيمة منطقة الحماية ZONE-3 لجهاز الوقاية DISREL-LINE1 كالتالي :

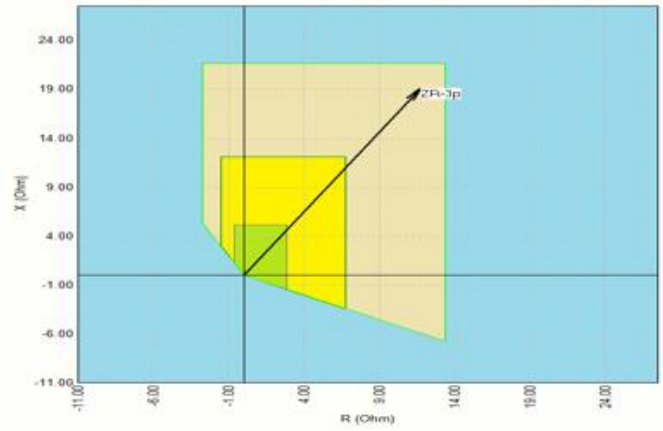
$$Z_{ZONE-3} = Z'_{ZONE-3} + Z''_{ZONE-3}$$

$$Z'_{ZONE-3} = 100\% * 17 * (0.21 + j0.38) = 3.57 + j6.46\ \Omega$$

$$Z''_{ZONE-3} = 120\% * (11.725 + j19.08 - 3.57 - j6.46) = 9.786 + j15.144$$

$$Z_{ZONE-3} = 3.57 + j6.46 + 9.786 + j15.144 = 13.356 + j21.604\ \Omega$$

عند استخدام القيمة السابقة في أعادة ضبط جهاز الوقاية DISREL-LINE1، من اجل اختبار فاعليته عند حدوث عطل عند 100% من الخط LINE5، كانت النتائج كما بالشكل (11) لمخطط مناطق الحماية.



شكل (11) موقع حدوث العطل عند 100% من الخط LINE5 على مخطط مناطق الحماية بعد التعديل باستخدام القيم التي يحسبها النيبلان للمعاوقة

الجدول (8) يبين قيمة المعاوقة المقاسة بجهاز الوقاية DISREL-LINE1 وقيمة معاوقة الضبط ونسبة الخطأ بينهما لعطل 100% من الخط LINE5.

جدول (8) معاوقة العطل المقاسة والفعلية ونسبة الخطأ للعطل 100% من LINE5 بعد التعديل باستخدام القيم

موقع العطل	المعاوقة المقاسة	المعاوقة الفعلية	نسبة الخطأ

Submitted 08 Aug. 2022; Final Version Received 08 Oct. 2022; Accepted 08 Oct. 2022; Published Online in Dec. 2022
www.ejeee.elmergib.edu.ly Email: ejeee@elmergib.edu.lu Phone No:++218913748971 Copyright © 2022 EJEEE

R	X			
%0.1109	%0.005	11.725+j19.0	11.738+j19.0881	LINE5 من طول %100

نلاحظ من النتائج السابقة ما يلي:
1-حدوث العطل في المنطقة ZONE-3 مما يدل على فعالية الضبط الجديد لجهاز الوقاية DISREL-LINE1 للمنطقة ZONE-3.
2-تدني نسبة الخطأ بين المعاوقة التي يراها الجهاز والمعاوقة المضبوط عليها، مما يدل على فاعلية الضبط لمنطقة الحماية ZONE-3.

ج- حساب حدود منطقة االحماية ZONE-2 لجهاز الوقاية المسافيةDISREL-LINE1

بافتراض وجود خط واحد بين كعام والبرج في حالة خدمة وهو الخط LINE1, كذلك الخط LINE4 يتغذى من أكثر من مصدر من بينها LINE1, واعتبار أن نهاية الخط LINE4 عبارة عن حمل بالإضافة إلى مصادر تغذية, وبتطبيق هذه الفرضيات علي الشبكة قيد الدراسة كانت القيم التي يحسبها جهاز الوقاية DISREL-LINE1 للمعاوقة بين الجهاز وقضبان الشبكة عند وجود مصدر تغذية في نهايتي الخط LINE4 موضحة بالشكل التالي:

Decisive nodes for automatic setting

Update from Network

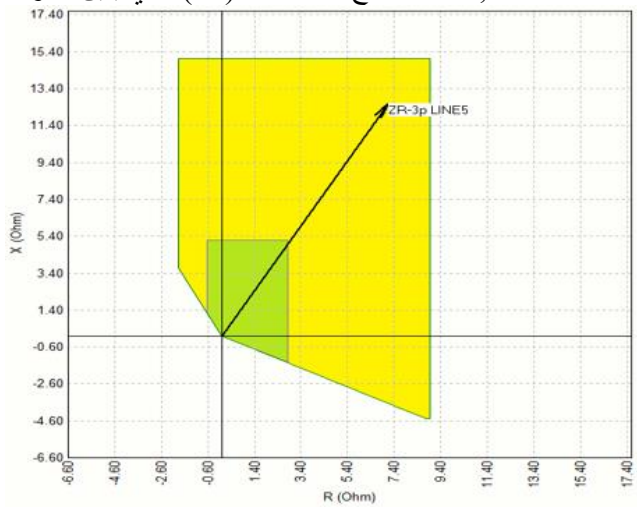
	Activ	Name	Z	Z angl	R	X
			Ohm	°	Ohm	Ohm
	☑	ALBORJ	7.3808	61.073	3.57	6.46
	☑	HAKMON	27.571	58.784	14.288	23.57
	☑	ASMINT ZLITAN	48.602	57.443	26.154	40.96

شكل(12) القيم التي يحسبها جهاز الوقاية DISREL-LINE1 للمعاوقة بين الجهاز وقضبان الشبكة عند وجود مصدر تغذية في كلا نهايتي الخط LINE4

يمكن حساب قيمة منطقة الحماية ZONE-2 لجهاز الوقاية DISREL-LINE1 كالتالي:

$$Z_{ZONE-2} = 50\%(3.57 + j6.46 + 14.29 + j23.57) = 8.93 + j15.02\ \Omega$$

بفرض حدوث عطل عند 50% من الخط LINE5, كانت النتائج كما بالشكل(13) الذي يبين حدود مناطق الحماية:



Submitted 08 Aug. 2022; Final Version Received 08 Oct. 2022; Accepted 08 Oct. 2022; Published Online in Dec. 2022
 Copyright © 2022 EJEEE

شكل (13) يظهر موقع حدوث العطل 50% من الخط LINE5 على مخطط مناطق الحماية بعد التعديل باستخدام القيم التي يحسبها النيبلان للمعاوقةعند وجود مصدر تغذية في كلا نهايتي الخط LINE4

الجدول (9) يبين قيمة المعاوقة المقاسة بجهاز الوقاية DISREL-LINE1 وقيمة معاوقة الضبط ونسبة الخطأ بينهما لعطل 50% من الخط LINE5عند وجود مصدر تغذية في كلا نهايتي الخط LINE4.

جدول (9) معاوقة العطل المقاسة والفعلية ونسبة الخطأ للعطل 50% من LINE5 بعد التعديل باستخدام القيم التي يحسبها النيبلان للمعاوقة عند وجود مصدر تغذية في كلا نهايتي الخط LINE4

موقع العطل	المعاوقة المقاسة	المعاوقة الفعلية	نسبة الخطأ	
			X	R
50% من طول LINE4	7.155+j12.594	8.93+j15.02	%-16.152	%-19.877

يلاحظ من الجدول السابق ما يلي:
1-يظهر العطل في المنطقة ZONE-2 عكس ما هو علية قبل عملية الضبط، وذلك يدل على فعالية الضبط الجديد لجهاز الوقاية DISREL-LINE1.
2-نسبة خطأ بالسالب تدل على حدوث مشكلة بعد مدى وقد تتسبب هذه المشكلة في حدوث تداخل بين مناطق الحماية لنفس النوع.
3-نسبة خطأ مرتفعة نسبيا، وهذا يقلل من فاعلية هذا الضبط لمنطقة الحماية ZONE-2. سبب حدوث ذلك هو أن قيمة التيار المار في الخط LINE4 والآتية من المصادر الإضافية (بالنسبة للخط LINE1) تتغير بتغير موقع العطل (تغير غير خطي)، وبالتالي لكل موقع عطل معاوقة خاصة. يمكن التقليل من ارتفاع نسبة الخطأ بشكل مقبول بتعديل قيم الضبط لمنطقة الحماية لتكون مثلا 30% للخط التالي بدلا من 50% أو بتغير زمن العمل للمنطقة ليكون مثلا 0.5 ثانية بدلا من 0.35 ثانية.

2.2.5 المقترح الثاني لحل مشاكل ضبط المنطقتين ZONE-2 وZONE-3 لجهاز الوقاية DISREL-LINE1

إن القصور في أداء الجهاز DISREL-LINE1 في المنطقة ZONE-2 وفي المنطقة ZONE-3 سببه اختيار قيمة غير مناسبة لضبط حدود مناطق الحماية, وبالتالي يجب تعديل قيم مناطق الحماية للخطوط التي تحدث فيها مشكلة التغذية الإضافية.
ولتحسين قيم ضبط مناطق الحماية يمكن استخدام برنامج نيبلان لمحاكة الشبكة المقترحة بجميع أجزائها، وعند حدوث عطل عند الموقع المراد وصول حدود منطقة الحماية عنده، يتم إيجاد قيم تيارات العطل المارة في نقطة العطل ومن أي مصدر آتية, وباستخدام المعادلة (5) يمكن حساب قيمة المعاوقة المناسبة للخطوط المار بها تيار يسري من عدة مصادر تغذية.
تمر عملية حساب قيم حدود منطقة الحماية ZONE-2 ومنطقة الحماية ZONE-3 لجهاز الوقاية DISREL-LINE1 بالخطوات التالية :

ا- حساب حدود منطقة الحماية ZONE-2

بالرجوع الي الشكل (4) الذي يبين جزء من شبكة زليتن 30 كيلوفولت يتضح إن أقصر خط يلي الخط LINE1 هو الخط LINE5 وبفرض حدوث عطل على 50% من طوله يمكن حساب المعاوقة المقاسة كالتالي:

$$Z_{ZONE-2} = Z'_{ZONE-2} + Z''_{ZONE-2}$$

$$Z'_{ZONE-2} = 100\% * 17 * (0.21 + j0.38) = 3.57 + j6.46\ \Omega$$

$$Z''_{ZONE-2} = 50\% * 4.5 * (0.21 + j0.38) * \left(1 + \frac{(0.871\angle - 82.68) - (0.120\angle - 81.34)}{0.120\angle - 81.34}\right)$$

$$Z''_{ZONE-2} = 3.574 + j6.124\ \Omega$$

Submitted 08 Aug. 2022; Final Version Received 08 Oct. 2022; Accepted 08 Oct. 2022; Published Online in Dec. 2022
 Copyright © 2022 EJEEE

$$Z_{ZONE-2} = 3.57 + j6.46 + 3.574 + j6.124 = 7.144 + j12.584\ \Omega$$

ب- حساب حدود منطقة الحماية ZONE-3

باعتبار إن أطول خط يلي الخط LINE1 هو الخط LINE4 كما هو مبين في الشكل (4) ,عند حدوث عطل على 100% من الخط LINE4 تكون قيمة المعاوقة التي يراها جهاز الحماية للمنطقة الثالثة كالتالي.

$$Z_{ZONE-3} = Z'_{ZONE-3} + Z''_{ZONE-3}$$

$$Z'_{ZONE-3} = 100\% * 17 * (0.21 + j0.38) = 3.57 + j6.46\ \Omega$$

$$Z''_{ZONE-3} = 120\% * 5 * (0.21 + j0.38) * \left(1 + \frac{(0.639\angle - 82.29) - (0.034\angle - 78.01)}{0.034\angle - 78.01}\right)$$

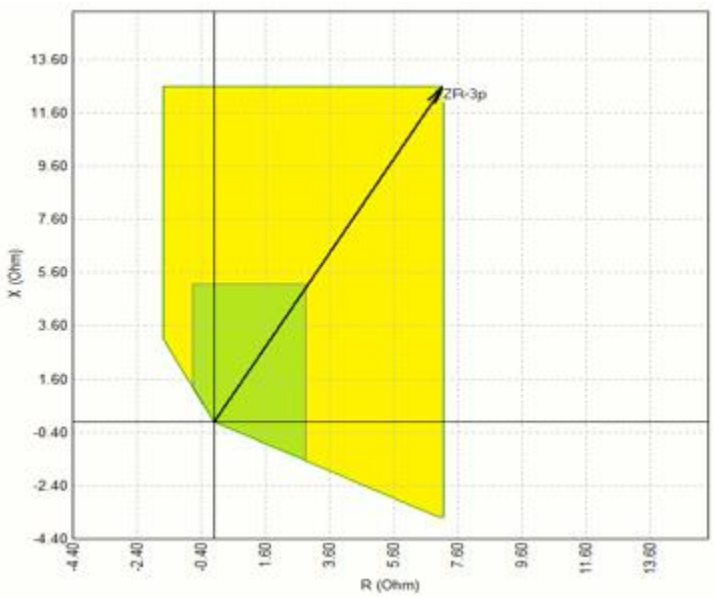
$$Z''_{ZONE-3} = 26.813 + j40.964\ \Omega$$

$$Z_{ZONE-3} = 3.57 + j6.46 + 26.813 + j40.964 = 30.383 + j47.424\ \Omega$$

بإدخال قيم المعاوقة المحسوبة (قيم الضبط) في جهاز الوقاية DISREL-LINE1, والتحقق من فاعلية هذا الضبط وفق الفرضين الآتيين:

أولا : موقع العطل عند 50% من الخط LINE4, كانت النتائج كما في الشكل (14).

ثانيا : فرض حدوث عطل عند 100% من الخط LINE4, كانت النتائج كما في الشكل (15).



شكل (1) موقع حدوث العطل 50% من الخط LINE5 على مخطط مناطق الحماية بعد التعديل بالمعادلة (5)

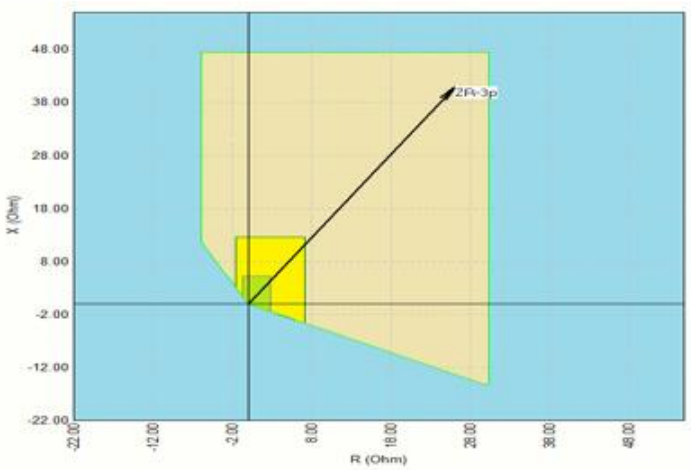
الجدول (10) يوضح قيمة المعاوقة المقاسة بجهاز الوقاية DISREL-LINE1 وقيمة معاوقة الضبط ونسبة الخطأ بينهما.

جدول (10) معاوقة العطل المقاسة والفعلية ونسبة الخطأ للعطل 50% من LINE5

موقع العطل	المعاوقة المقاسة	المعاوقة الفعلية	نسبة الخطأ	
			X	R

Submitted 08 Aug. 2022; Final Version Received 08 Oct. 2022; Accepted 08 Oct. 2022; Published Online in Dec. 2022
 Copyright © 2022 EJEEE

%50 من طول LINE4	7.155+j12.594	7.143+j12.54	%0.079	%0.168



شكل(15) موقع العطل عند 100% من الخط LINE4 على مخطط مناطق الحماية بعد التعديل بالمعادلة (5)

الجدول (11) الذي يبين قيمة المعاوقة المقاسة بجهاز الوقاية DISREL-LINE1 وقيمة معاوقة الضبط ونسبة الخطأ بينهما لعطل عند 100% من LINE4 بعد التعديل بالمعادلة (5).

جدول (11)معاوقة العطل المقاسة والفعلية ونسبة الخطأ للعطل 100% من LINE4 بعد التعديل بالمعادلة (5)

موقع العطل	المعاوقة المقاسة	معاوقة الضبط	نسبة الخطأ
%100 من طولLINE4	26.185+ j40.944	25.914+ j40.596	%1.046 %0.857

من الشكلين السابقين والنتائج السابقة لعملية اختبار جهاز الوقاية DISREL-LINE1 للأعطال عند 50% &100% من الخط LINE5 والخط LINE4 بعد تعديل قيم ضبط مناطق الحماية يلاحظ ما يلي:
1-حدوث العطل50% من الخط LINE5 في المنطقة -ZONE وذلك يدل على فعالية الضبط الجديد لجهاز الوقاية -DISREL LINE1 للمنطقة ZONE-2 .
2-حدوث العطل100% من الخط LINE4 في المنطقة ZONE-3 وهو المفترض أن يحدث وذلك يدل على فعالية الضبط الجديد لجهاز الوقاية DISREL-LINE1 للمنطقة ZONE-3 .
3-نسبة الخطأ صغيرة لكلا الحالتين وليس لها تأثير يذكر على عمل جهاز الوقاية DISREL-LINE1.

6.الخلاصة

وجود التغذية الإضافية يعد احد أسباب حدوث مشكلة قصر المدى , وتأثيرها على عمل جهاز الوقاية المسافية كبير مقارنة بالمعاوقة المشتركة. ويمكن تجنب مشكلة قصر المدى الناتجة عن التغذية الإضافية باستخدام صيغ رياضية أهم عواملها التيارات الكهربائية المارة في الخطوط التي بها أعطال, كما يمكن استخدام القيم التي يحسبها برنامج النيبلان لمعاوقة الخطوط الكهربائية لتحسين فاعلية الضبط في حالة وجود التغذية الإضافية

المراجع

[1] أ. د. محمود جيلاني, نظم الحماية الكهربية علم وفن, الإصدار الثانية ,مايو 2001.
[2] د. م. أحمد صفي الدين, الوقاية من الناحية العملية في محطات المحولات,الإصدار الأول ,القاهرة ,2006.

Submitted 08 Aug. 2022; Final Version Received 08 Oct. 2022; Accepted 08 Oct. 2022; Published Online in Dec. 2022
 Copyright © 2022 EJEEE

[3] أ. د. محمود جيلاني, نظم الحماية الكهربية علم وفن, الإصدار الأول, القاهرة, اكتوبر 2006.
[4] Ziegler G ,Numerical Distance Protection, Principles and Applications, Fourth Edition, 2011.
[5] د. عبدالغني عبدالرزاق عبدالغفور والسيد يوسف محمد يونس, تنظيم حماية المسافة لمنظومة الضغط الفائق ذات الخطوط المزدوجة باستخدام المرحلة المتعددة الأضلاع, كلية الهندسة جامعة الموصل, مجلة هندسة الرافدين, 2006.
[6] Serna J and Jesús M, Calculation of Distance Protection Settings in Mutually Coupled Transmission Lines: A Comparative Analysis,IEEE 2020, Turin, Italy.
[7] الشركة العامة للكهرباء, أدرة المشروعات فرع زليتن.
[8] NEPLAN, User's Guide Electrical, Version 5.

Submitted 08 Aug. 2022; Final Version Received 08 Oct. 2022; Accepted 08 Oct. 2022; Published Online in Dec. 2022
 Copyright © 2022 EJEEE