الجمهورية العربية السورية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة دمشق

كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

قسم الطاقة الكهربائية

تحديد موقع العطل على خط النقل باستخدام الشبكات العصبونية

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في هندسة الطاقة الكهربائية

إعداد:

م. فارس عاشور

إشراف:

أ.د. مصطفى الحزوري

العام الدراسي:2022-2023

موافقة لجنة الحكم على طباعة رسالة الماجستير

بالإشارة إلى قرار مجلس كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية رقم /2638 / تاريخ 8/20/ 2023 وبعد الرجوع إلى اللائحة التنفيذية لقانون تنظيم الجامعات الصادر بالمرسوم الجمهوري رقم /250/ لعام 2006 وقرار مجلس جامعة دمشق رقم /2590 / ص.م تاريخ 22 / 7 / 2019 القاضي بشأن الموافقة على تسجيل رسالة الماجستير لطالب الدراسات العليا المهندس فارس عاشور في هندسة الطاقة الكهربائية بعنوان:

تحديد موقع العطل على خط النقل باستخدام الشبكات العصبونية

واستناداً لأحكام المادتين 163 و164 من اللائحة التنفيذية لقانون تنظيم الجامعات الصادرة بالمرسوم الجمهوري رقم /250/ تاريخ 2016/7/10 وقرار مجلس الجامعة رقم 8/1436 تاريخ 2012/2/15 المتضمن إجراءات القيد في الدراسات العليا وتشكيل لجان الحكم واجراءات المناقشة العلنية للرسائل والأطروحات والدفاع عنها ومنح الدرجات العلمية, وقرار مجلس البحث والدراسات العليا رقم /185/ المتخذ في الجلسة رقم /2/ المنعقدة بتاريخ 2023/10/2 القاضي بتشكيل لجنة الحكم على رسالة الماجستير في هندسة الطاقة الكهربائية التي أعدها المهندس فارس عاشور من السادة الأساتذة:

الدكتور مصطفى الحزوري: أستاذ في قسم هندسة الطاقة الكهربائية – جامعة دمشق	عضواً مشرفاً
الدكتور غيث ورقوزق: أستاذ مساعد في قسم هندسة الطاقة الكهربائية-جامعة دمشق	عضواً
الدكتور ريم المنور: مدرس في قسم هندسة الطاقة الكهربائية – جامعة دمشق	عضواً

وبعد أن قامت لجنة الحكم بمناقشة رسالة الماجستير التي تقدم بها المهندس فارس عاشور علنياً في تمام الساعة الحادية عشرة من صباح يوم الأربعاء الموافق 2023/10/18 فقد قام الباحث بالتعديلات المطلوبة من اللجنة على الرسالة وأصبحت جاهزة للطباعة.

دمشق / /2023

الدكتور ريم المنور	الدكتور غيث ورقوزق ٢٠٢٣/١٠/٣٠	الدكتور مصطفى الحزوري

كلمة الشكر

الحمد لله حمدا طيبا كثيرا، الحمد لله من قبل ومن بعد، الحمد لله الذي وفقنا لهذا العمل المتواضع ونرجو من الله عز وجل أن يوفقنا لما يحب ويرضى وأن ينفع بنا الاسلام والمسلمين.

أتقدم في نهاية عملي هذا بالشكر الجزيل إلى أمي العزيزة التي طالما كانت تتعب وتسهر على راحتي وتدعو لي بالتوفيق، وكذلك أشكر زوجتي التي كانت لي معينة ومشجعة لي طيلة الوقت، وأشكر أخوتي وأخواتي الذين كانوا لي عونا ومعينا في كل أوقاتي، وكذلك أشكر كل من أعانني وتقدم لي بالنصح من أساتذتي وزملائي الذين ساعدوني في عملي هذا، وأسألك الله العظيم أن يكون هذا العمل فاتحة خير لما بعده.

وفي الختام أصل وأسلم على نبينا محمد معلم الناس الخير وعلى آله وأصحابه الطيبين الطاهرين.

جدول المحتويات

فهرس الأشكال التوضيحية.....5
فهرس الجداول.....8
قائمة المصطلحات باللغتين العربية والإنكليزية.....10
الملخص.....11
الفصل الأول.....12
الإطار العام للبحث.....12
1-1-مقدمة.....13
1-2-الدراسات المرجعية:.....13
1-3-مشكلة البحث.....15
1-4-هدف البحث.....15
1-5-أهمية البحث.....16
1-6-مسوغات البحث.....16
1-7- منهج البحث وأدواته.....16
1-8-هيكل الرسالة.....16
الفصل الثاني.....18
دراسة في طرق تحديد موقع العطل المختلفة، وطريقة حاكمة الحماية المسافية في ذلك.....18
2-1-مقدمة.....19
2-2- النماذج الرياضية لقياس مسافة العطل.....19
2-2-1-النموذج الرياضي لحساب موقع العطل بدون اعتبار الـ(locomotive).....19
2-2-1-1-حالة بارامتر خط النقل المجمع(lumped):.....20
2-2-1-2- حالة بارامتر خط النقل الموزع:.....21
2-2-2-النموذج الرياضي لقياس مسافة العطل باعتبار الـ locomotive:.....26
2-3- تحديد موقع العطل باستخدام تقنية بيانات النهايتين:.....31
2-4-معادلات حسابات الأعطال:.....33
2-5-حاكمة الحماية المسافية:.....35
2-5-1-مبدأ عمل حاكمة الحماية المسافية principle of distance relay.....35
2-5-2- مناطق الحماية Zones of protection.....36

الفصل الثالث.....40
الشبكات العصبونية (ANN)وبنيتها وأنواعها.....40
3-1-مفهوم الشبكات العصبونية.....41
3-2- مكونات الشبكة العصبونية الاصطناعية:.....41
3-3- توابع التفعيل:.....42
3-3-1- تابع العتبة أو تابع الخطوة:.....43
3-3-2- التابع الخطوي الخطي أو تابع التطابق:.....43
3-3-3- التابع الأسيّ.....43
3-4- البنية المعمارية للشبكات العصبونية:.....44
3-4-1- الشبكة ذات الطبقة الواحدة الأمامية:.....44
3-4-2- الشبكة ذات الطبقات المتعددة الأمامية:.....45
3-4-3- الشبكات ذات التغذية الخلفية:.....46
3-5- طرائق تعليم الشبكات العصبونية:.....46
3-5-1- التعليم المراقب (بواسطة معلم) Supervised *Learning of ANN's*:.....46
3-5-2- التعليم غير المراقب (بدون معلم) Unsupervised learning:.....47
3-6- خوارزميات تعليم الشبكة:.....47
3-6-1- مرحلة الانتشار الامامي:.....47
3-6-2- مرحلة الانتشار العكسي:.....47
3-7- قيم الأوزان الابتدائية Initializing weights:.....48
3-8-التدريب training:.....48
الفصل الرابع.....49
خوارزمية اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل باستخدام الشبكات العصبونية.....49
4-1-مقدمة.....50
4-2-خوارزمية تحديد موقع العطل على خط النقل.....50
4-3-الشبكة المرجعية المدروسة IEEE 5BUS.....51
4-3-1- جريان الحمولة للشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....54
4-3-2- نمذجة دارة العطل للشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....55
4-3-3- بناء الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....59
4-3-3-1-طبقة الدخل للشبكة العصبونية Input layer.....59

4-3-3-2- الطبقة المخفية للشبكة العصبونية Hidden layer 62
4-3-3-3- طبقة الخرج للشبكة العصبونية Output layer 62
4-3-3-4- عملية بناء الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف العطل على الخط (1-3) 65
4-3-3-5- عملية تدريب الشبكة العصبونية 67
4-3-4- بناء الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS 71
4-3-4-1-طبقة الدخل للشبكة العصبونية Input layer 72
4-3-4-2- الطبقة المخفية للشبكة العصبونية Hidden layer 75
4-3-4-3- طبقة الخرج للشبكة العصبونية Output layer 75
4-3-4-4- عملية بناء الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) 77
4-3-4-5- عملية تدريب الشبكة العصبونية 79
4-3-5- اختبار الخوارزمية المتبعة لاكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS 83
4-3-5-1-نتائج اختبار الخوارزمية على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS 85
الفصل الخامس 86
تطبيق خوارزمية اكتشاف وتصنيف العطل باستخدام الشبكات العصبونية على خط نقل من الشبكة السورية .. 86
5-1-مقدمة 87
5-2-نمذجة الشبكة السورية المدروسة في برنامج الـ ETAP 87
5-3- جريان الحمولة للشبكة السورية المدروسة 89
5-4- بيانات خط النقل المدروس خط الزاهرة-تشرين2 90
5-4-1- بيانات الأعطال الحقيقية لخط الزاهرة-تشرين2 90
5-4-2- بناء الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على خط الزاهرة-تشرين2 94
5-4-3- تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على خط الزاهرة-تشرين2 94
5-4-4- بناء الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على خط الزاهرة-تشرين2 95
5-4-5- تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على خط الزاهرة-تشرين2 96
5-5- نتائج اختبار الخوارزمية على خط الزاهرة –تشرين2 97
الفصل السادس 99
تطبيق خوارزمية اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل باستخدام الشبكات العصبونية على نموذج لخط النقل في بيئة برنامج ماتلاب في الزمن الحقيقي. 99
6-1-مقدمة 100
6-2- نمذجة خط النقل المدروس 100

6-3- نمذجة دارة القياس والأعطال لخط النقل المدروس في برنامج الماتلاب..... 101
6-4- بناء الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على نموذج خط النقل المدروس..... 102
6-5- تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على نموذج خط النقل المدروس 103
6-6- بناء الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على نموذج خط النقل المدروس 105
6-7-نمذجة دارة اكتشاف وتصنيف الأعطال وتحديد موقع العطل على خط النقل باستخدام الشبكات العصبونية بالزمن الحقيقي..... 106
6-8- اختبار دارة اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل بالزمن الحقيقي 107
الفصل السابع..... 110
النتائج والتوصيات 110
7-1 –النتائج 111
7-2- التوصيات 111
8-الملاحق..... 112
9- الخاتمة..... 130
المراجع:..... 131

فهرس الأشكال التوضيحية

الشكل (2-1) حالة عطل على خط النقل عند النقطةf [8].....19
الشكل (2-2) الدارة المكافئة لدارة العطل على خط النقل [8].....20
الشكل(2-3a)الدارة المكافئة لخط النقل أثناء حدوث العطل [8].....21
الشكل (2-3b) الدارة المكافئة لخط النقل بعد حدوث العطل [8].....22
الشكل (2-4) العلاقة بين مسافة العطل lf و التابع Flf [8].....24
الشكل (2-4a) الدارة المكافئة لخط النقل قبل حدوث العطل [8].....27
الشكل(2-4b) الدارة المكافئة لخط النقل أثناء حدوث العطل [8].....28
الشكل (2-4c)الدارة المكافئة لخط النقل بعد حدوث العطل [8].....28
الشكل (2-5) الدارة المكافئة لخط نقل مغذى من الطرفين [4].....31
الشكل (2-6) نظام تحديد العطل بالاعتماد على الـ GPS [4].....32
الشكل (2-7) عطل على خط النقل بين باسبار الإرسال وباسبار الاستقبال [4].....33
الشكل (2-8) مبدأ عمل الحاكمة المسافية [1].....35
الشكل (2-9) العلاقة بين زمن تشغيل الحاكمة والممانعة [1].....36
الشكل (2-10) خواص مسافة/زمن للحماية المسافية ثلاثية المناطق [1].....37
الشكل (3-1) آلية عمل خوارزمية تدريب الشبكة العصبونية.....41
الشكل (3-2) مكونات الشبكات العصبونية [3].....42
الشكل (3-3) الوصف الرياضي للعصبون [3].....42
الشكل (3-4) تابع العتبة [12].....43
الشكل (3-5) التابع الخطي [12].....43
الشكل (3-6) تابع sigmoid [12].....43
الشكل (3-7) شبكة وحيدة الطبقة [12].....44
الشكل (3-8) شبكة متعددة الطبقات [12].....45
الشكل (3-9) اختصار الشبكة متعددة الطبقات [12].....46
الشكل (4-1) المخطط الصندوقي لخوارزمية تحديد موقع العطل على خط النقل.....51
الشكل (4-2) الشبكة المرجعية IEEE 5 BUS.....52
الشكل (4-3) جريان الحمولة للشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....54
الشكل (4-4) دارة العطل على الخط (1-3).....55
الشكل (4-5) الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....59
الشكل (4-6) نافذة الشبكات العصبونية nftool.....65
الشكل (4-7) نافذة تعيين مصفوفة الدخل ومصفوفة الهدف للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال للخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....66
الشكل (4-8) نافذة تعيين عدد عينات التدريب وعينات التقييم وعينات الاختبار للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....66
الشكل (4-9) نافذة تحديد عدد العصبونات في الطبقة المخفية للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....67

الشكل (4-10) نافذة تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....67
الشكل (4-11) معلومات الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال للخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....69
الشكل (4-12) منحني الأداء للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف العطل للخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....70
الشكل (4-13) حالة التعلم للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....70
الشكل (4-14) منحنيات الملاحقة للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال للخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....71
الشكل (4-15) بنية الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....72
الشكل (4-16) نافذة الشبكات العصبونية nftool.....78
الشكل (4-17) نافذة تعيين مصفوفة الدخل ومصفوفة الهدف للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على خط النقل (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....78
الشكل (4-18) نافذة تعيين عدد عينات التدريب وعينات التقييم وعينات الاختبار للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....79
الشكل (4-19) نافذة تحديد عدد العصبونات في الطبقة المخفية للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....79
الشكل (4-20) نافذة تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على خط النقل (1-3) من الشبكة المرجعيةIEEE 5BUS.....80
الشكل (4-21) معلومات الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....81
الشكل (4-22) منحني الأداء للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....82
الشكل (4-23) حالة التعلم للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....82
الشكل (4-24) منحنيات الملاحقة للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....83
الشكل (4-25) حالة اختبار لخوارزمية تصنيف وتحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.....85
الشكل (5-1) نموذج الشبكة السورية المدروسة.....89
الشكل (5-2) نموذج الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال عل خط الزاهرة-تشرين2..94
الشكل (5-3) نافذة تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على خط الزاهرة-تشرين2.....95
الشكل (5-4) نموذج الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على خط الزاهرة –تشرين2.....96
الشكل (5-5) نافذة تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على خط الزاهرة –تشرين2...96
الشكل (5-6) مدى تطابق القيم الحقيقية مع القيم المتوقعة لمسافة العطل على خط الزاهرة –تشرين2.....98
الشكل (6-1) نموذج خط النقل المدروس.....101
الشكل (6-2) نموذج دارة القياس والأعطال لخط العطل المدروس.....101
الشكل (6-3) الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على نموذج خط النقل المدروس .103

الشكل (6-4) نافذة تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على نموذج خط النقل المدروس 103
الشكل (6-5) نافذة حفظ الشبكة العصبونية 104
الشكل (6-6) المخطط الصندوقي للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال 104
الشكل (6-7) الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على خط النقل المدروس 105
الشكل (6-8) نافذة تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على نموذج خط النقل المدروس 105
الشكل (6-9) المخطط الصندوقي للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على نموذج خط النقل 106
الشكل (6-10) نموذج دارة اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل باستخدام الشبكات العصبونية بالزمن الحقيقي 107
الشكل (6-11) نوافذ اختبار دارة اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل بالزمن الحقيقي 109

فهرس الجداول

الجدول (2-1) بارامترات خط النقل 19
الجدول (4-1) قيم الاستطاعة الفعلية والردية المولدة والمستهلكة عند كل باسبار للشبكة المرجعية IEEE 5BUS 52
الجدول (4-2) نوع كل باسبار، التوتر الابتدائي، زاوية الطور عند الباسبار للشبكة IEEE 5 BUS 53
الجدول (4-3) القيم الحقيقية للمركبات الموجبة والصفرية لمحددات خطوط النقل للشبكة المرجعية IEEE 5 BUS 53
الجدول (4-4) نتائج جريان الحمولة للشبكة المرجعية IEEE 5BUS 54
الجدول (4-5) قيم التوترات والتيارات للأطوار الثلاثة والتيار الصفري لأجل مواقع عطل مختلفة على الخط (1-3) 55
الجدول (4-6) قيم مصفوفة الدخل للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال للخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS 59
الجدول (4-7) قيم مصفوفة الهدف للشبكة العصبونية المسئولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال للخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS 62
الجدول (4-8) عينة من مصفوفة الخرج للشبكة العصبونية المسئولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال للخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS 71
الجدول (4-9) قيم مصفوفة الدخل Inputs للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS 72
الجدول (4-10) قيم مصفوفة الهدف Targets للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعيةIEEE 5BUS 75
الجدول (4-11) نتائج اختبار خوارزمية اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل للخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS 85
الجدول (5-1) جزء من جريان الحمولة للشبكة السورية 90
الجدول (5-2) محددات خط النقل الزاهرة-تشرين2 90
الجدول (5-3) البيانات الحقيقة للتيارات والتوترات ثلاثية الطور لخط الزاهرة –تشرين2 المأخوذة من مسجلات الأعطال 90
الجدول (5-4) قيم التوترات والتيارات ثلاثية الطور والتيار الصفري لمختلف الأعطال على خط الزاهرة-تشرين2 91
الجدول (5-5) نتائج اختبار خوارزمية اكتشاف وتصنيف الأعطال وتحديد العطل على خط الزاهرة –تشرين2 97
الجدول (6-1) مواصفات خط النقل المدروس 100
الجدول (6-2) مواصفات التوليد المغذي لخط النقل المدروس 100
الجدول (6-3) مواصفات الحمولة المربوطة على نهاية خط النقل المدروس 100
الجدول (6-4) عينة من نتائج تحليل الأعطال على نموذج خط النقل المدروس في مواقع مختلفة 102
الجدول (6-5) نتائج اختبار خوارزمية تصنيف وتحديد موقع العطل على نموذج خط النقل باستخدام الشبكات العصبونية بالزمن الحقيقي. 109
الجدول (8-1) معطيات المركبة الموجبة لمحددات خطوط النقل ذات التوتر 230 كيلو فولت للشبكة السورية المدروسة 112
الجدول (8-2) محددات المركبة الصفرية لخطوط النقل ذات التوتر 230KV للشبكة السورية المدروسة 118
الجدول (8-4) محددات المركبة الصفرية لخطوط النقل ذات التوتر 400KV للشبكة السورية المدروسة 124

الجدول (8-5) محددات التوليد للشبكة السورية المدروسة..... 124
الجدول (8-6) بيانات الأحمال للشبكة السورية المدروسة..... 128

قائمة المصطلحات باللغتين العربية والإنكليزية

الرقم	العربية	الانكليزية
1	الشبكات العصبونية الصنعية	ANN: Artificial Neural Network
2	حماية لفصل القاطع عند العطل	SOTF: Switch ON To Fault
3	نظام تحديد الموقع العالمي	GPS: Global Position System
4	قاطع دائرة	CB: Circuit Breaker
5	استقبال/إرسال	R/T : Resave /Transfer
6	محولة تيار	CT: Current Transformer
7	محولة توتر	VT: Voltage Transformer
8	وحدة أخذ العينات	SU: Sample Unit
9	مسجلات الأعطال الرقمية	DFRs: Digital Fault Recorders
10	وحدة قياس الطور	PMU: Phase Measurement Unit
11	متوسط الخطأ التربيعي	mse : mean square error
12	التغذية الخلفية	BP: Back Propagation
13	اكتشاف الأعطال وتصنيفها باستخدام الشبكات العصبونية الصنعية	FDCANNs: Faults Detector and Classifier Using Artificial Neural Networks
14	محدد موقع العطل على خط النقل باستخدام الشبكات العصبونية الصنعية	LFPANNs: Locator Fault Position on Transmission Line Using Artificial Neural Networks

الملخص

إن فكرة البحث جاءت من خلال ابتكار طريقة تمكننا من إيجاد موقع العطل على خط النقل بدقة وذلك بالاعتماد على قيم التيارات والتوترات أثناء العطل مباشرة ودون اللجوء إلى العمليات الحسابية المعقدة.

لذلك الغرض تم بناء خوارزمية تعتمد هذه الخوارزمية على شبكة عصبونية أولى مسؤولة عن اكتشاف وتصنيف العطل، دخل هذه الشبكة عبارة عن القيم الفعال لمطالات تيارات الأطوار الثلاثة والتيار الصفري، بعد تحديد وجود العطل وتحديد صنف العطل يتم إعطاء الأمر لشبكة عصبونية ثانية مسؤولة عن تحديد موقع العطل على خط النقل وذلك بالاعتماد على القيم الفعالة لمطالات التوترات والتيارات للأطوار الثلاثة والتيار الصفري.

تمت الدراسة باستخدام نماذج مختلفة من الشبكات العصبونية وذلك في بيئة برنامج MATLAB وإجراء حسابات جريان الحمولة والقصر على خطوط النقل ضمن برنامج الـETAP .

تم اختبار هذه الخوارزمية بداية على خط النقل (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS، ومن ثم على خط النقل الزاهرة-تشرين2 من الشبكة السورية 230KV، كانت نتائج الاختبار في كلتا الحالتين دقيقة.

بعد ذلك تم تطبيق الخوارزمية على نموذج خط نقل 230KV ضمن بيئة ماتلاب بالزمن الحقيقي واختبارها كذلك كانت النتائج دقيقة.

الكلمات المفتاحية

خط النقل، طرق تحديد موقع العطل، الحاكمة المسافية، الشبكات العصبونية، تصنيف وتحديد موقع العطل.

الفصل الأول

الإطار العام للبحث

1-1-مقدمة

استخدمت طرق مختلفة للتنبؤ وحساب مسافة العطل على خط نقل القدرة الكهربائية من بينها طريقة معطيات النهاية الواحدة، ثم استخدمت تقنية معطيات النهايتين في تحديد موقع العطل Two End Data Technique for Fault Location حيث تسمح تقنية الاتصالات الحاضرة اليوم باستخدام المعطيات من كلا نهايتي خط النقل وحساب موقع العطل باستخدام هذه المعطيات حيث تجمع المعطيات من كلا النهايتين في موقع واحد ليتم تحليلها ويجب أن تكون متزامنة بشكل تقريبي من كلا النهايتين قبل إنجاز التحليل، وعلى الرغم من أن طريقة قياس النهايتين two-end measurements technique أفضل من قياسات النهاية الواحدة لتحديد موقع العطل Fault location وأثبت كفاءتها في تحديد موقع العطل على الخط. إلا أننا ما زلنا بحاجة الى تحديد نقطة العطل بدقة أكثر وبزمن أسرع بدون الحسابات وإنما بتعليم الشبكة العصبونية من الحالات الحقيقية المسجلة على مسجلات الأحداث.

1-2-الدراسات المرجعية:

الدراسة المرجعية الأولى بعنوان:

استخدام تقانات الذكاء الصنعي في تحسين عملية كشف أعطال نظام القدرة الكهربائية وتصنيفها

Using Artificial Intelligence Techniques to improve power system Fault Detection and Classification (2016)

الكاتب: رسالة دكتوراه للمهندسة ريم الغضبان

مكان النشر: جامعة دمشق

خلاصة الدراسة:

قام الباحثون من خلال هذه الرسالة ببناء شبكات عصبونية لكشف الأعطال على نظام القدرة الكهربائية وتصنيفها ومقارنة النتائج مع أنظمة خبيرة بنيت لنفس الغرض في كشف وتصنيف الأعطال من حيث السرعة والدقة في الأداء وباستخدام لغات وبيئات برمجية متنوعة منها كليبس وسي شارب وبيئة ماتلاب.

الدراسة المرجعية الثانية بعنوان:

التحديد اللحظي لموقع العطل في منظومة النقل باستخدام الشبكة العصبونية الصنعية

Transmission System on –Line Fault Location Using Artificial Neural Network (2010)

الكاتب: **Dr. Adil Hameed Ahmed* & Hatim Ghadhban Abood-**

مكان النشر: **Eng. &Tech. Journal, Vol 28, No.5, 2010**

خلاصة الدراسة:

قام الباحثون من خلال هذا البحث بدراسة أنظمة الحماية لخطوط النقل الكهربائية واقتراح تقنية مناسبة لتحديد موقع العطل باستخدام الشبكات العصبونية الصنعية، وقاما في بداية البحث بعملية نمذجة وتحليل لدارات القصر (Short Circuit)على خطوط نقل القدرة الكهربائية وتطوير برنامج حاسوب في بيئة برنامج MATLAB، وذلك لحساب تيارات الأعطال وتوترات عقد الشبكة وتوزع التيارات في فروع الشبكة الكهربائية أثناء العطل، ثم تحديد موقع العطل عند حدوثه على خط النقل.

الدراسة المرجعية الثالثة بعنوان:

كشف وتصنيف الأعطال باستخدام الشبكات العصبونية

Detect and Classify Faults Using Neural Nets (1996)

الكاتب: **Kezunovic, M; Rikalo, I**

مكان النشر:

Texas A&M Univ., Co llege Station, TX, Computer Applications in Power, IEEE, Volume: 9 Issue:4, Issue Date: Oct 1996.

خلاصة الدراسة:

بين الباحثون من خلال هذه الدراسة أن تحليل أعطال خط نقل القدرة الكهربائية هو شيء أساسي من أجل الأداء المناسب لنظام القدرة. ونحتاجه لكي تقوم حواكم الحماية بالأداء الصحيح، إضافة إلى مراقبة أداء الحواكم والقواطع الآلية وعناصر الحماية والتحكم الأخرى، كما بينت الدراسة استخدام الباحثين لشبكة عصبونية دربت لتحقق أنماط أعطال خط نقل القدرة الكهربائية في نظام يعتمد على مسجلات الأعطال الرقمية للمحطة والتي يتم تحليلها باستخدام جهاز الكمبيوتر، إضافة إلى تحليل العطل في الحزمة البرمجية لملفات مسجل العطل الرقمي (Digital Fault Recorder) DFRمن أجل تحقيق هذه الغاية.

الدراسة المرجعية الرابعة بعنوان:

الطريقة البديلة لتحديد موقع العطل على خط النقل بالاعتماد على الشبكة العصبونية الصنعية

An Alternative Approach for Location of Transmission Line Faults based on Artificial Neural Network

الكاتب: **Preeti Gupta1, R.N. Mahanty2**

مكان النشر: IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE)

خلاصة الدراسة:

بين الباحثون في هذه الدراسة إمكانية تطبيق الشبكات العصبونية (ANN) لتحديد موقع العطل على خط النقل، حيث اعتمد الباحث على قيم التيارات والتوترات ثلاثية الطور كعينات دخل للشبكة العصبونية، كما نفذ الباحث المحاكاة على نموذجين من أنظمة القدرة الكهربائية: النموذج الأول عبارة عن خط نقل مغذى من جهة واحدة، أما النموذج الثاني فهو عبارة عن خط نقل مغذى من النهايتين، وقد أجرى الباحث على هذين النموذجين مختلف أنواع الأعطال وذلك عند ظروف تشغيل مختلفة سواء في موقع العطل، زاوية العطل، أو مقاومة نقطة العطل.

الدراسة المرجعية الخامسة بعنوان:

تصنيف الأعطال في خطوط النقل الكهربائية بالاعتماد على الشبكات العصبونية

Classification of Faults in Power Transmission Lines Using Artificial Neural Networks (2013)

الكاتب: **Dr. Tareek Ibrahim, Dr. TammamHayder, Ali Asaad**

مكان النشر:

Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (0) 2013

خلاصة الدراسة:

تدرس هذه المقالة منهجية جديدة لتحديد وجود العطل من عدمه، وتصنيف الأعطال في الوقت الحقيقي بالاعتماد على الشبكات العصبونية في خطوط نقل القدرة الكهربائية. تعتمد هذه الخوارزمية على استخدام إشارات الجهود والتيارات بوصفها إشارات دخل للشبكات العصبونية بعد تقطيعها بتردد تقطيع KHZ1، وبدون استخدام نافذة بيانات متحركة، حيث إشارات الدخل تعالج لحظيا على شكل سلسلة من البيانات المتلاحقة.

1-3-مشكلة البحث

إيجاد موقع عطل على خط النقل وذلك انطلاقا من معرفة قيم التوترات والتيارات.

1-4-هدف البحث

إن الغرض الرئيسي من البحث يكمن في تصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل باستخدام الشبكات العصبونية وذلك من خلال:

- بناء خوارزمية لتحديد موقع العطل على خط النقل.

- بناء شبكات عصبونية (ANN) لتصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل بدقة وذلك بالاعتماد على قيم مطالات التوتر والتيار أثناء العطل، بغض النظر عن معرفة مختلف محددات العطل مثل نوع العطل، مقاومة العطل، وزاوية الخط الابتدائية.

1-5-أهمية البحث

تأتي أهمية البحث من خلال دراسة الأنواع المختلفة من الأعطال التي من الممكن أن تحدث على خط النقل الكهربائي وبناء نماذج للشبكات الكهربائية سواء شبكة مرجعية IEEE5BUS او الشبكة السورية على برنامج الـ ETAP ومن ثم إنجاز حسابات جريان الحمولة والقصر ضمن البرنامج للحصول على البيانات اللازمة لتدريب الشبكات العصبونية المستخدمة لتصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل المنشئة ضمن بيئة MATLAB.

يمكن الاستفادة من الدراسة في تصميم وتنفيذ حماية مسافية لخط النقل معتمدة على الشبكات العصبونية الصنعية.

1-6-مسوغات البحث

-نمذجة الشبكات الكهربائية باستخدام برنامج الـETAP .

-بناء خوارزمية لتصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل باستخدام الشبكات العصبونية.

-بناء شبكات عصبونية لتحديد موقع العطل على خط النقل.

1-7- منهج البحث وأدواته

اعتمد البحث في إعداد البيانات اللازمة من خلال إنجاز عمليات جريان الحمولة والقصر على الشبكات المدروسة ضمن برنامج الـETAP وكذلك استخراج بيانات حقيقية من مسجلات الأعطال FDRs

استخدم برنامج ال MATLAB لبناء الشبكات العصبونية المستخدمة لتصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل.

1-8-هيكل الرسالة

نظمت باقي أجزاء الرسالة على النحو الآتي:

-الفصل الأول: الإطار العام للبحث.

-الفصل الثاني: يتضمن دراسة في طرق تحديد موقع العطل المختلفة، وطريقة حاكمة الحماية المسافية في ذلك.

-الفصل الثالث: دراسة في الشبكات العصبونية (ANN)وبنيتها وأنواعها وطرائق تدريبها.

-الفصل الرابع: بناء خوارزمية تحديد موقع العطل على خط النقل باستخدام الشبكات العصبونية وتطبيقها على خط نقل من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS.

-الفصل الخامس: تطبيق خوارزمية اكتشاف وتصنيف العطل باستخدام الشبكات العصبونية على خط نقل من الشبكة السورية.

-الفصل السادس: تطبيق خوارزمية اكتشاف وتصنيف العطل باستخدام الشبكات العصبونية على نموذج لخط نقل في بيئة برنامج ماتلاب في الزمن الحقيقي.

-الفصل السابع: النتائج والتوصيات.

الفصل الثاني

دراسة في طرق تحديد موقع العطل المختلفة، وطريقة حاكمة الحماية المسافية في ذلك

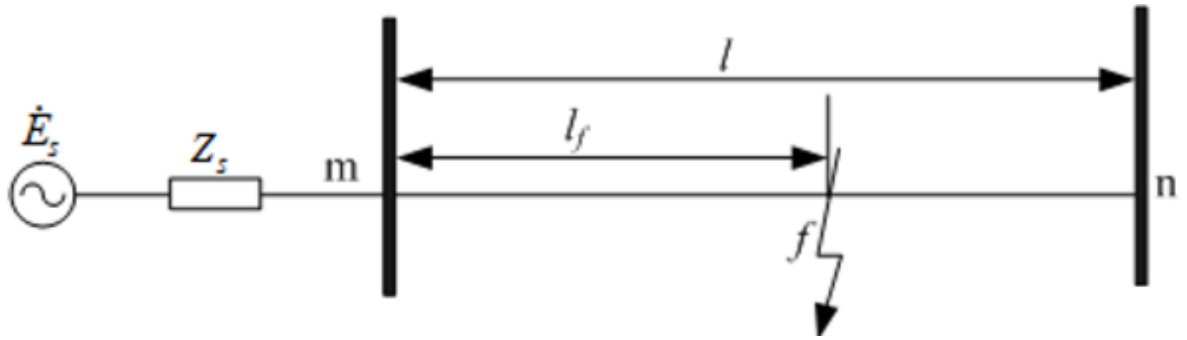
2-1-مقدمة

يتضمن هذا الفصل الطرق المختلفة لتحديد موقع العطل على خط النقل سواء الطرق الحسابية المختلفة التي تعتمد في تحديد موقع العطل على قيم التيارات والتوترات في حالات العطل الثلاثة (قبل العطل، أثناء العطل، بعد العطل) وكذلك الاعتماد على محددات خط النقل وزاوية العطل الابتدائية، كما تم الحديث عن الحماية المسافية لخط النقل وطرائق معايرة مناطق الحماية الخاصة بها.

2-2- النماذج الرياضية لقياس مسافة العطل

2-2-1-النموذج الرياضي لحساب موقع العطل بدون اعتبار الـ(locomotive)

يبين الشكل (2-1) دارة القصر على خط النقل في نظام نقل مؤلف من منبع طاقة كهربائية Es مع ممانعة Zs، خط نقل طوله L بينما تمثل النقطتين m,n نقطة بداية الخط ونهاية خط النقل. نقطة حدوث العطل f والمسافة الفاصلة بين نقطة العطل والمحطة هي Lf.



الشكل (2-1) حالة عطل على خط النقل عند النقطةf [8]

إن معادلة خط النقل عادة تصف الطاقة المنتقلة في نظام شبكة النقل من خلال شبكة الاتصال.

نموذج الدارة المكافئة للعطل على نظام شبكة النقل يظهر في الشكل (2-3a) حيث مقاومة العطل العابرة عند نقطة العطل Rf.

عموما الـ Locomotive يمكن أن يأخذ بعين الاعتبار كمنبع تيار مباشر أو ممانعة معينة zt.

على فرض بارامترات خط النقل الكهربائي موزعة بشكل موحد حيث ممانعة ومفاعلة وسعة الخط بالقيم الواحدية هي Co,Lo,Ro على التوالي. المقاومة مع الأرض Go هي مهملة في هذه الحالة.

القيم لبارامترات خط النقل موضحة في الجدول (2-1)

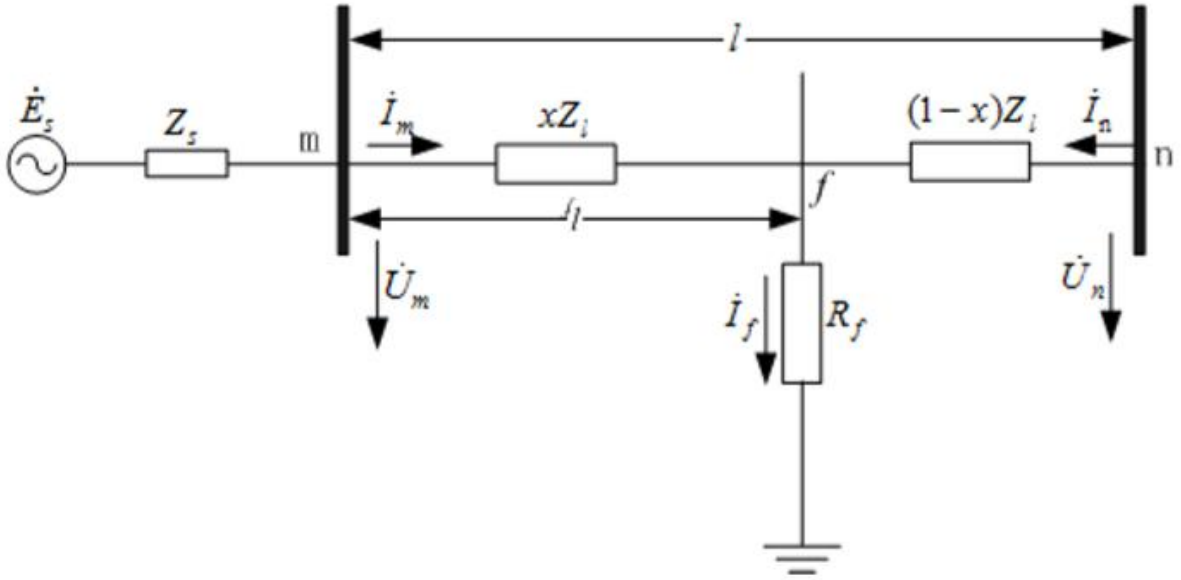
الجدول (2-1) بارامترات خط النقل

البارامتر	القيمة
$\mathrm{Ro}\left(\Omega/K_m\right)$	0.3-0.1
$\mathrm{Lo}(\mathrm{mH}/K_m)$	2.3-1.4
$\mathrm{Co}(\mathrm{nF}/K_m)$	14-10

سوف يتم التمييز بين حاتين من الدراسة:

2-2-1-1-حالة بارامتر خط النقل المجمع(lumped):

يبين الشكل (2-2) الدارة المكافئة لحالة عطل على خط نقل مغذى من جهة واحدة، نقطة العطل f.



الشكل (2-2) الدارة المكافئة لدارة العطل على خط النقل [8]

حيثZ_l هي ممانعة خط النقل وx هي المسافة بين نقطة العطلf والباسبار m بالقيمة الواحدية x=Lf/L .التوتر عند الباسبار mهو U_m يعطى بالمعادلة:

$$\dot{U_m} = \dot{I_m}.x.Z_l + \dot{I_f}.R_f \qquad (1\text{-}2)$$

باعتبار نموذج الدارة المفتوحة بعد العطل فإن $\dot{I_f} = \dot{I_m}$ وبالتالي:

$$\dot{U_m} = \dot{I_m}.x.Z_l + \dot{I_m}.R_f \qquad (2\text{-}2)$$

بفصل طرفي المعادلة الى جزء حقيقي وأخر تخيلي يمكن أن نكتب المعادلات التالية:

$$Im(\dot{U_m}) = Im(\dot{I_m}.Z_l).x + Im(\dot{I_m}).R_f \quad (2a\text{-}2)$$

$$Re(\dot{U_m}) = Re(\dot{I_m}.Z_l).x + Re(\dot{I_m}).R_f \quad (2b\text{-}2)$$

بضرب المعادلة (2a-2)بـ$Re(\dot{I_m})$ و المعادلة (2b-2) بـ$Im(\dot{I_m})$ ،ومن ثم طرح طرفي المعادلتين و القسمة ينتج:

$$x = \frac{Re(\dot{I_m}).Im(\dot{U_m}) - Im(\dot{I_m}).Re(\dot{U_m})}{Re(\dot{I_m}).Im(\dot{I_m}.Z_l) - Im(\dot{I_m}).Re(\dot{I_m}.Z_l)} \qquad (3\text{-}2)$$

بالاعتماد على المعادلة (2-3) يمكن حساب موقع العطل بوجود قيم التيارات و التوترات عند باسبار النهاية m مع تأثير مقاومة نقطة العطل R_f.

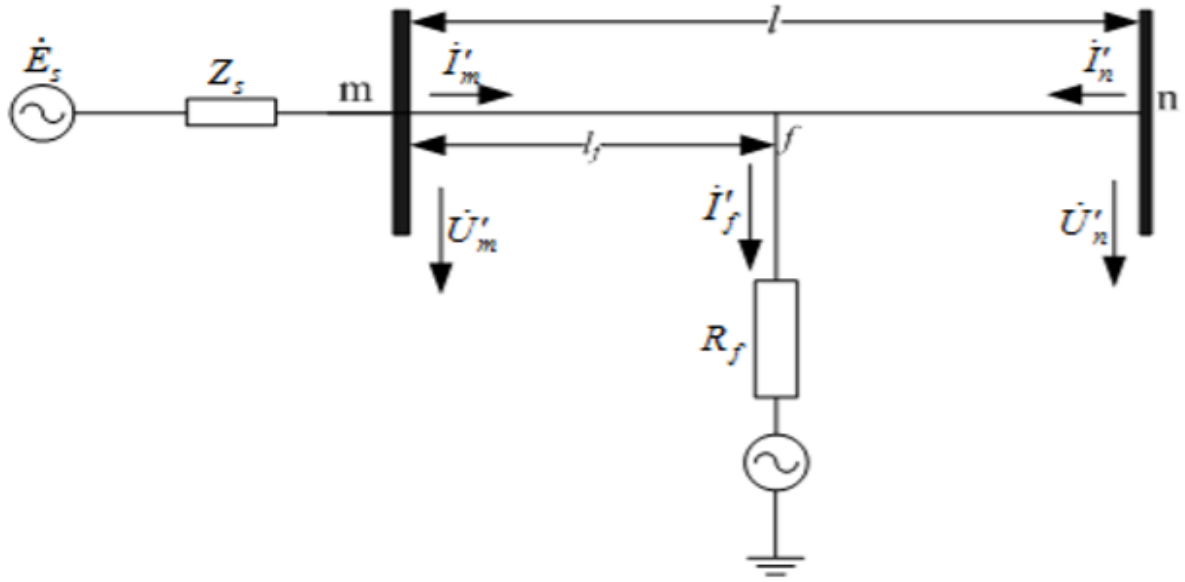
2-1-2-2- حالة بارامتر خط النقل الموزع:

باعتبار ثابت الانتشار ɣ والممانعة المميزة Z_c لبارامترات النظام هي:

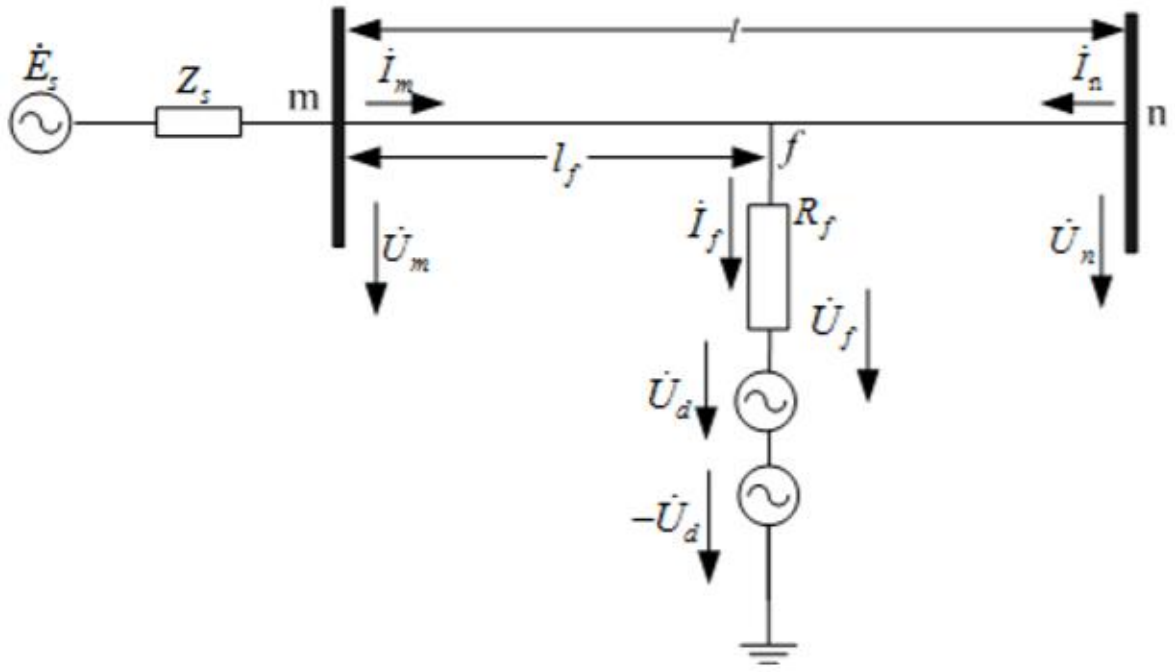
$$ɣ= \sqrt{(R_0 + jWL_0).jWC_0}$$

$$Z_c = \sqrt{(R_0 + jWL_0)/jWC_0}$$

في حالة حدوث عطل مع الأرض يتم الاعتماد على مبدأ التراكب، حيث النظام يتألف من حالة العطل بالإضافة إلى حالة ما قبل العطل كما يظهر في الشكل (2-3a) والشكل(2-3b) .



الشكل(2-3a)الدارة المكافئة لخط النقل أثناء حدوث العطل [8]



الشكل (3b-2) الدارة المكافئة لخط النقل بعد حدوث العطل [8]

كذلك من أجل متغيرات حالة العطل يمكن الحصول عليها من الحساب من خلال القياسات الكهربائية قبل وبعد حدوث العطل، باستخدام المعادلات الآتية:

$$\dot{U}_m^{(1)} = \dot{U}'_m + \dot{U}_m^{(0)}$$

$$\dot{I}_m^{(1)} = \dot{I}'_m + \dot{I}_m^{(0)} \qquad (4\text{-}2)$$

حيث $\dot{U}'_m$ و $\dot{I}'_m$ هي قيم التوتر و التيار عند النقطة (m) أثناء العطل.

$\dot{U}_m^{(1)}$ و $\dot{I}_m^{(1)}$ هي قيم التوتر والتيار عند النقطة (m) بعد حدوث العطل.

$\dot{U}_m^{(0)}$ و $\dot{I}_m^{(0)}$ هي قيم التوتر والتيار عند النقطة (m) قبل حدوث العطل.

بالاعتماد على معادلة خط النقل الأساسية ، فإن التوتر $\dot{U}'_f$ و التيار $\dot{I}'_f$ عند نقطة العطل l_f كما في الشكل(3a-2) يعطى بالعلاقة التالية :

$$\dot{U}'_f = \dot{U}'_m . \cosh \gamma . l_f - \dot{I}'_m . Z_c . \sinh \gamma . l_f$$

$$\dot{I}'_f = \dot{I}'_m . \cosh \gamma . l_f - \frac{\dot{U}'_m}{Z_c} . \sinh \gamma . l_f \qquad (5\text{-}2)$$

حيث cosh,sinh هي توابع من الـhyperbolic .

مركبات العطل عند النهاية n يمكن اعتبارها كما في المعادلة:

$$-\dot{I}'_n = \left(\dot{I}'_f - \dot{I}_f\right).\cosh \gamma.\left(l - l_f\right) - \frac{\dot{U}'_m}{Z_c}.\sinh \gamma.\left(l - l_f\right) \qquad (6\text{-}2)$$

باعتبار منبع التغذية محطة واحدة والدارة مفتوحة عند النهاية n بالتالي $\dot{I}'_n = 0$.

و بالتالي تيار العطل $\dot{I}'_f$ يمكن اشتقاقه من المعادلتين (2-5)و(2-6):

$$\dot{I}'_f = \frac{\dot{I}'_m.\cosh \gamma.l - \frac{\dot{U}'_m}{Z_c}.\sinh \gamma.l}{\cosh \gamma.(l - l_f)} \qquad (7\text{-}2)$$

باعتبار تيار العطل $\dot{I}'_f$ مولد بواسطة مركبات العطل، وتيار ما بعد العطل $\dot{I}_f = \dot{I}'_f$ (انظر الشكل (3a-2), (3b-2)) بالتالي التوتر عند نقطة العطل بعد حدوث العطل يوصف بالمعادلة التالية:

$$\dot{U}_f = \dot{U}_m^{(1)}.\cosh \gamma.\, l_f - \dot{I}_m^{(1)}.Z_c.\sinh \gamma.\, l_f \qquad (8\text{-}2)$$

بناء عليه فإن ممانعة العطل المكافئة Z_f عند نقطة العطل تشتق من المعادلتين (*8-2*)و(2-8):

$$Z_f = \frac{\dot{U}_f}{\dot{I}_f} = \frac{\dot{U}_f.\cosh \gamma.(l - l_f)}{C_m} = \frac{\dot{U}_f.\cosh \gamma.(l - l_f).\overline{C_m}}{|C_m|} \qquad (9\text{-}2)$$

حيث $|C_m|$و$\overline{C_m}$ هي معامل و مرافق C_m:

$$C_m = \dot{I}'_m.\cosh \gamma.\, l - \frac{\dot{U}'_m}{Z_c}.\sinh \gamma.\, l$$

عموما الممانعة العابرة للعطل Z_f هي عبارة عن مقاومة R فقط و بالتالي القسم التخيلي يساوي الصفر:

$$\mathrm{Im}\left(Z_f\right) = \mathrm{Im}\left(\frac{\dot{U}_f.\cosh \gamma.(l - l_f).\overline{C_m}}{|C_m|}\right) = 0$$

$$\mathrm{Im}\left(\dot{U}_f.\cosh \gamma.\left(l - l_f\right).\overline{C_m}\right) = 0 \qquad (10\text{-}2)$$

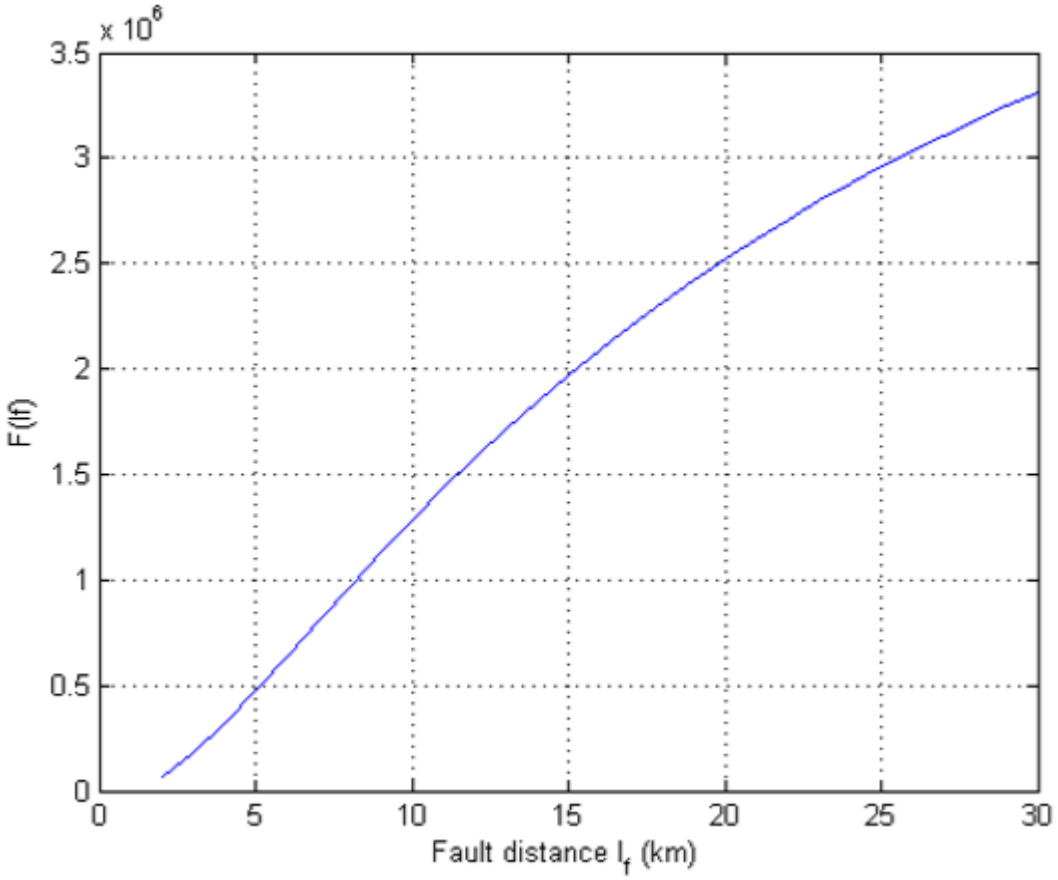
حيث Imهي الجزء التخيلي للمتغير.

من المعادلة (2-10) يمكن أن نرى أن المعادلة لا علاقة لها بممانعة العطل العابرة وممانعة النظام أذا أخذنا بعين الاعتبار عوامل مكثف النظام.

بمعرفة التوتر و التيار عند النقطة m قبل و بعد العطل يمكن أن نحدد المسافة إلى نقطة العطل l_f بحل المعادلة فوق مع بارامترات الخط الكهربائية.

ولكن الحل المباشر للمعادلة (2-10) يتطلب الكثير من حسابات الحمل، يمكن حل هذه المشكلة بطريقة واحده وهي إيجاد العلاقة بين مسافة العطل والمعادلة

$F(l_f) = \mathrm{Im}(\dot{U}_f . \cosh \gamma . (l - l_f) . \overline{C_m})$ المبينة في الشكل (*4-2*).



الشكل (2-4) العلاقة بين مسافة العطل l_f و التابع $F(l_f)$ [8]

عبر منحني العلاقة يمكن تحديد نقطة العطل ولكن الدقة في حساب مسافة العطل تعتمد على دقة المنحني.

طريقة أخرى لحل المشكلة هي تبسيط المعادلة، من المعادلة (2-10) يمكن أن نكتب:

$$\mathrm{Im}(\dot{U}_f . \cosh \gamma . (l - l_f) . \overline{C_m}) = \mathrm{Im}(\dot{U}_f . \overline{C_m}) . Re(\cosh \gamma . (l - l_f)) + Re(\dot{U}_f . \overline{C_m}) . Im(\cosh \gamma . (l - l_f)) \quad (11\text{-}2)$$

حيث Re تمثل الجزء الحقيقي من المتغير.

باعتبار $x = l - l_f$ و $x \in [0, l]$ وباعتبار أن خط النقل قصير بما فيه الكفاية وبسبب القيم المتشابهة لمعامل الانتشار γ يمكن إجراء التقريب التالي:

$$Re(\cosh \gamma.x) \approx 1 \qquad \mathrm{Im}(\cosh \gamma.x) \approx 0$$

$$Re(\sinh(\gamma.x)) \approx Re(\gamma.x)$$

$$Im(\sinh(\gamma.x)) \approx Im(\gamma.x)$$

يمكن تبسيط المعادلة (2-11) كما يلي:

$$\mathrm{Im}\left(\dot{U}_f.\cosh \gamma.\left(l-l_f\right).\overline{C_m}\right) = \mathrm{Im}\left(\dot{U}_f\right).Re(\overline{C_m}) + Re\left(\dot{U}_f\right).Im(\overline{C_m})$$

(12-2)

$$\mathrm{Im}\left(\dot{U}_f\right) = \mathrm{Im}\left(\dot{U_m}\right) - l_f(\mathrm{Im}\left(\dot{I_m}.Z_c\right).Re(\gamma) + \mathrm{Re}\left(\dot{I_m}.Z_c\right).Im(\gamma))$$

$$Re\left(\dot{U}_f\right) = Re\left(\dot{U_m}\right) - l_f(Re\left(\dot{I_m}.Z_c\right).Re(\gamma) + Im\left(\dot{I_m}.Z_c\right).Im(\gamma))$$

(13-2)

بتعويض المعادلتين (2-12) و(2-13) بالمعادلة (2-1):

$$Im\left(\dot{U}_f.\cosh \gamma.\left(l-l_f\right).\overline{C_m}\right) = \left(Im\left(\dot{U_m}\right) - A.l_f\right).Re(\overline{C_m}) + \left(Re\left(\dot{U_m}\right) - B.l_f\right).Im(\overline{C_m}) \qquad (14\text{-}2)$$

حيث:

$$A = Im\left(\dot{I_m}.Z_c\right).Re(\gamma) + \mathrm{Re}\left(\dot{I_m}.Z_c\right).Im(\gamma)$$

$$B = Re\left(\dot{I_m}.Z_c\right).Re(\gamma) - Im\left(\dot{I_m}.Z_c\right).Im(\gamma)$$

يمكن اشتقاق l_f من المعادلات(2-10)و(2-14):

$$l_f = \frac{\mathrm{Im}(\dot{U_m}).Re(\overline{C_m}) + Re(\dot{U_m}).Im(\overline{C_m})}{Re(\overline{C_m}).A + Im(\overline{C_m}).B} \qquad (15\text{-}2)$$

بناء عليه تعتبر المعادلة (2-15) هي معادلة حساب موقع العطل لنظام شبكة النقل، يمكن أن تكون ثابتة فقط عندما تتضمن المعادلة التوتر والتيار عند نقطة القياس قبل وبعد حدوث العطل.

يمكن حساب مسافة العطل l_f من المعادلة السابقة دون أن تتأثر بالمقاومة العابرة R_f, و بممانعة المنبع Z_s و زاوية حدوث العطل و عوامل أخرى.

2-2-2-النموذج الرياضي لقياس مسافة العطل باعتبار الـlocomotive :

النموذج المكافئ لدارة العطل على نظام النقل المبين في الشكل (2-4)، حيث t هو موقع الـlocomotive و l_t هي المسافة بين الـlocomotive و محطة الكهرباء، في هذه الحالة مركبات توتر العطل و تيار العطل عند موضع الـlocomotive وموضع العطل كما في الشكل (2-4) يمكن وصفه بالمعادلات التالية:

$$\dot{U}'_f = \dot{U}'_t.\cosh(\gamma.(l_f - l_t)) - \dot{I}'_{t2}.\sinh(\gamma.(l_f - l_t))$$

(16a-2)

$$\dot{I}_{f1} = \dot{I}_{t2}.\cosh(\gamma.(l_f - l_t)) - \frac{\dot{U}'_t}{Z_c}.\sinh(\gamma.(l_f - l_t))$$

(16b-2)

$$\dot{U}'_t = \dot{U}'_m.\cosh(\gamma.l_t) - \dot{I}'_m.Z_c.\sinh(\gamma.l_t) \qquad (16c\text{-}2)$$

$$\dot{I}_{t1} = \dot{I}_m.\cosh(\gamma.l_t) - \frac{\dot{U}'_m}{Z_c}.\sinh(\gamma.l_t) \qquad (16d\text{-}2)$$

حيث:

$\dot{U}'_f$ و $\dot{I}_{f1}$ و $\dot{U}'_t$ و $\dot{I}_{t1}$ هي قيم التوتر و التيار عند نقطة العطل و الـ*locomotive* على التوالي.

عند موضع الـ *locomotive* يمكن أن نكتب:

$$\dot{I}_{t2} = \dot{I}_{t1} - \dot{I}'_t = \dot{I}_{t1} - \frac{\dot{U}'_t}{Z_t} \qquad (17\text{-}2)$$

بتعويض المعادلات (*(16c-2)،(16d-2)* و(2-17) في المعادلتين*(16a-2)*،*(16b-2)* ينتج:

$$\dot{U}'_f = \dot{U}'_m.\left[\cosh(\gamma.l_f) + \frac{Z_C}{Z_t}.\cosh(\gamma.l_t).\sinh(\gamma.(l_f - l_t))\right] - \dot{I}'_m.\left[Z_c.\sinh(\gamma.l_f) + \frac{Z_c^2}{Z_t}.\sinh(\gamma.l_t).\sinh(\gamma.(l_f - l_t))\right]$$

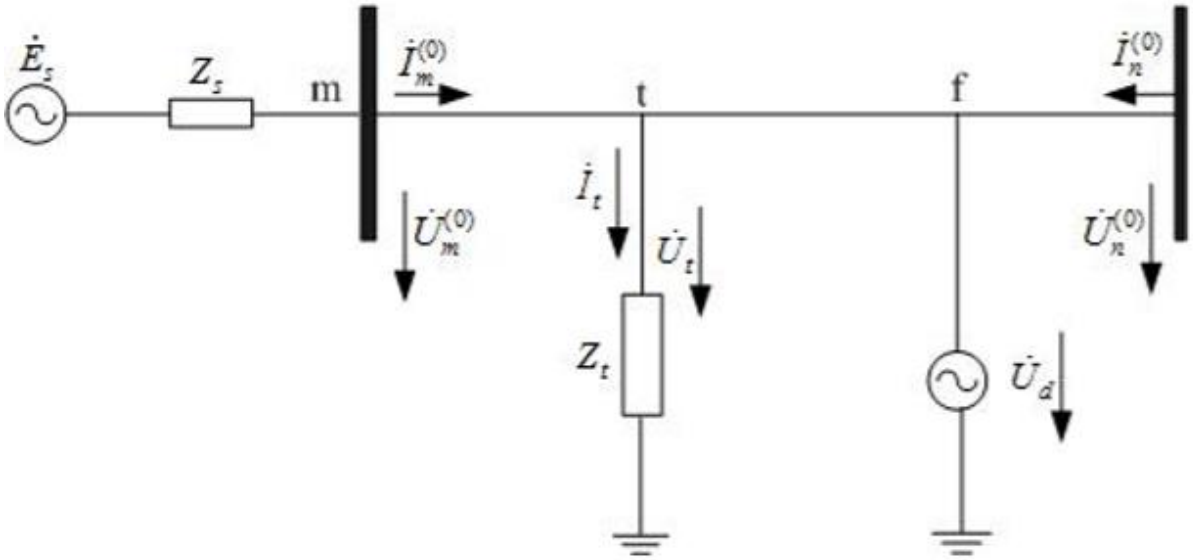
$$\dot{I}_{f1} = \dot{I}_m[\cosh(\gamma.l_f) + \frac{Z_c}{Z_t}\sinh(\gamma.l_t).\cosh(\gamma.(l_f - l_t))] - \frac{\dot{U}'_m}{Z_c}[\sinh(\gamma.l_f) + \frac{Z_c}{Z_t}.\cosh(\gamma.l_t).\cosh(\gamma.(l_f - l_t))] \qquad (18\text{-}2)$$

التيار عند النهاية nهو:

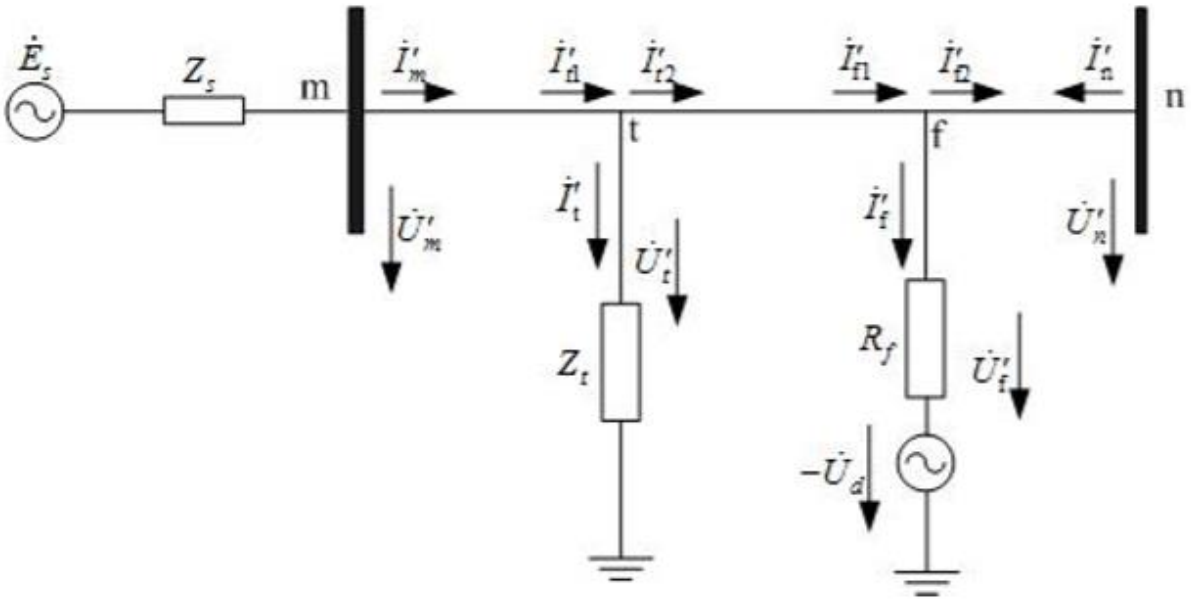
$$-\dot{I}'_n = (\dot{I}_{f1} - \dot{I}'_f).\cosh(\gamma.(l - l_f)) - \frac{\dot{U}'_f}{Z_c}.\sinh(\gamma.(l - l_f)) \qquad (19\text{-}2)$$

باعتبار الدارة مفتوحة عند النهاية n أي $\dot{I}'_n = 0$ *بالتالي يمكن اشتقاق* $\dot{I}'_f$ من المعادلة (2-19):

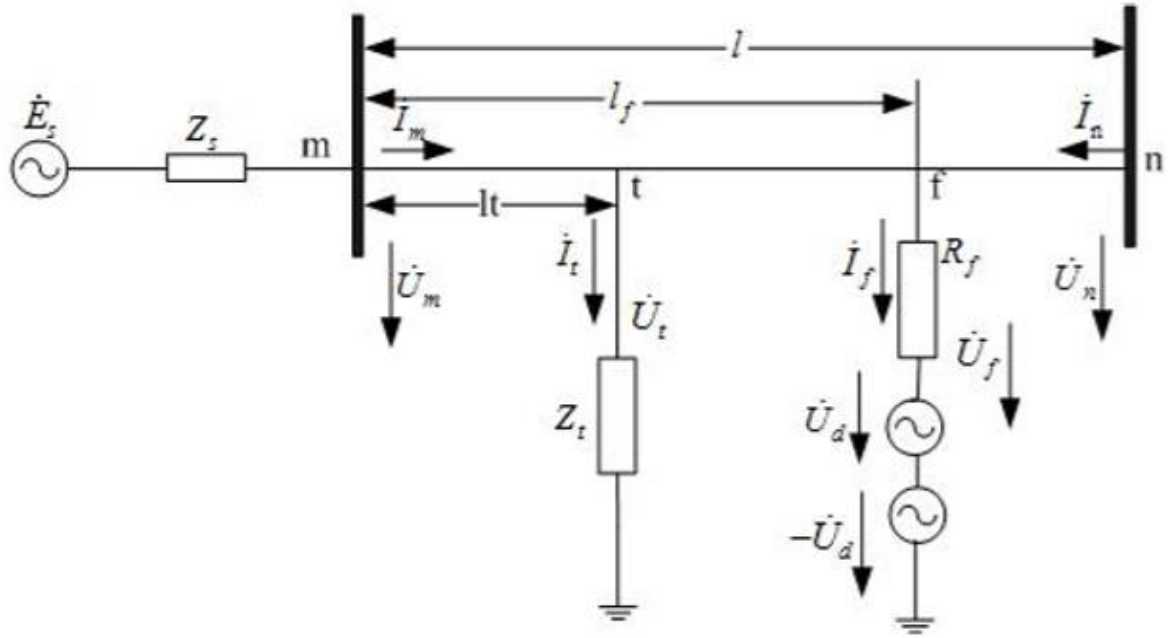
$$\dot{I}'_f = \frac{I'_{f1}.\cosh\left(\gamma.(l-l_f)\right) - \frac{\dot{U}'_f}{Z_c}.\sinh(\gamma.(l-l_f))}{\cosh\left(\gamma.(l-l_f)\right)} \qquad (20\text{-}2)$$



الشكل (2-4a) الدارة المكافئة لخط النقل قبل حدوث العطل [8]



الشكل(2-4b) الدارة المكافئة لخط النقل أثناء حدوث العطل [8]



الشكل (2-4c)الدارة المكافئة لخط النقل بعد حدوث العطل [8]

التيار و التوتر عند نقطة العطل في الشكل (2-4c)(2-4b)له نفس القيمة مثال: $\dot{I}'_f = \dot{I}_f$, $\dot{U}'_f = \dot{U}_f$ طبقا للمعادلات (2-18)و(2-20):

$$\frac{\dot{U}_f}{\dot{I}_f} = \frac{\dot{U}_f.\cosh\left(\gamma.(l-l_f)\right)}{C_m} \qquad (21\text{-}2)$$

$$C_m = I_m^{'}\left[\cosh(\gamma.l) + \frac{Z_c}{Z_t}\sinh(\gamma.l_t).\cosh(\gamma.(l-l_t))\right] - \frac{\dot{U_m'}}{Z_c}.[\sinh(\gamma.l) + \frac{Z_c}{Z_t}\cosh(\gamma.l_t).\cosh(\gamma.(l-l_t))]$$

باعتبار الممانعة مع الأرض هي مقاومة صرفه، بناء عليه الجزء التخيلي يساوي الصفر:

$$Im\left(\frac{\dot{U_f}}{\dot{I_f}}\right) = Im(\frac{\dot{U_f}.\cosh\left(\gamma.\left(l-l_f\right)\right)}{C_m}) = 0$$

$$Im\left(\frac{\dot{U_f}.\cosh\left(\gamma.\left(l-l_f\right)\right).\overline{C_m}}{|C_m|}\right) = 0$$

باستخدام التبسيط للقيم المتشابهة الموصوفة في القسم 1-1-2 والتحويل ينتج:

$$\mathrm{Im}(\dot{U_f}).Re(\overline{C_m}) + Re(\dot{U_f}).\mathrm{Im}(\overline{C_m}) = 0 \qquad (23\text{-}2)$$

$$Re(\dot{U_f}) = Re(\dot{U_m}) - l_f\left[Re(\dot{I_m}.Z_c).Re(\gamma) - \mathrm{Im}(\dot{I_m}.Z_c).\mathrm{Im}(\gamma)\right] + (l_f - l_t).\left[Re\left(\dot{U_m}.\frac{Z_c}{Z_t}\right).Re(\gamma) - \mathrm{Im}\left(\dot{U_m}.\frac{Z_c}{Z_t}\right).\mathrm{Im}(\gamma)\right]$$

$$\mathrm{Im}(\dot{U_f}) = \mathrm{Im}(\dot{U_m}) - l_f\left[\mathrm{Im}(\dot{I_m}.Z_c).Re(\gamma) + \mathrm{Re}(\dot{I_m}.Z_c).\mathrm{Im}(\gamma)\right] + (l_f - l_t).\left[\mathrm{Im}\left(\dot{U_m}.\frac{Z_c}{Z_t}\right).Re(\gamma) - \mathrm{Re}\left(\dot{U_m}.\frac{Z_c}{Z_t}\right).\mathrm{Im}(\gamma)\right]$$

بعد التبسيط للمعادلات يمكن استنتاج l_f:

$$l_f = \frac{\mathrm{Im}(\dot{U_m}).Re(\overline{C_m}) + Re(\dot{U_m}).\mathrm{Im}(\overline{C_m}) - l_t.A}{Re(\overline{C_m}).B + \mathrm{Im}(\overline{C_m}).C}$$

حيث l_f هي مسافة العطل المحسوبة و A,B,C تعطى بالعلاقات التالية:

$$\mathrm{A} = \left[\mathrm{Im}\left(\dot{U_m}.\frac{Z_c}{Z_t}\right).Re(\gamma) - \mathrm{Re}\left(\dot{U_m}.\frac{Z_c}{Z_t}\right).\mathrm{Im}(\gamma)\right].Re(\overline{C_m}) + \left[Re\left(\dot{U_m}.\frac{Z_c}{Z_t}\right).Re(\gamma) - \mathrm{Im}\left(\dot{U_m}.\frac{Z_c}{Z_t}\right).\mathrm{Im}(\gamma)\right].\mathrm{Im}(\overline{C_m})$$

$$\mathrm{B} = \mathrm{Im}(\dot{I_m}.Z_c).\mathrm{Re}(\gamma) + \mathrm{Re}(\dot{I_m}.Z_c).\mathrm{Im}(\gamma) - \mathrm{Im}\left(\dot{U_m}.\frac{Z_c}{Z_t}\right).\mathrm{Re}(\gamma) - \mathrm{Re}\left(\dot{U_m}.\frac{Z_c}{Z_t}\right).\mathrm{Im}(\gamma)$$

$$C = \mathrm{Re}\left(\dot{I_m}.Z_c\right).\mathrm{Re}(\gamma) - \mathrm{Im}\left(\dot{I_m}.Z_c\right).\mathrm{Im}(\gamma) - \mathrm{Re}\left(\dot{U_m}.\frac{Z_c}{Z_t}\right).\mathrm{Re}(\gamma) +$$

$$\mathrm{Im}\left(\dot{U_m}.\frac{Z_c}{Z_t}\right).\mathrm{Im}(\gamma)$$

ولكن بعد كمية كبيرة من التجارب المشابهة يمكن إثبات أن قيمة التيار عند نقطة الـ*locomotive* هي صغيرة جدا (انظر المعادلة 17) بناء عليه التيار عند الـ*locomotive* $I_{t1}^{\dot{}}$ يمكن إهماله.

وفي هذه الحالة مسافة العطل l_f يمكن أن تحسب من المعادلة (2-15)

2-2-3- خوارزمية قياس مسافة العطل عندما يعتبر الـ*locomotive* حمل باستطاعة ثابتة:

في هذه الحالة الـ*locomotive* يعتبر حمل باستطاعة ثابتة ،مازال يستخدم الشكل (2-4)لتحليل أبعد لحالة العطل, بناء عليه من المعادلة (2-17) عند النقطة l_t تعطي:

$$I_{t2}^{\dot{}} = I_{t1}^{\dot{}} - \frac{P}{\dot{U_t'}} = I_{t1}^{\dot{}} - D \qquad (25\text{-}2)$$

حيث $D = \frac{P}{\dot{U_t'}}$ وهي ثابتة .

إن استطاعة الـ*Locomotive* معروفةP وكذلك موقع الـ*Locomotive* معروف أيضا، بتعويض المعادلات *(16a-2)*،*(16b-2)*،*(16c-2)*، *(16d-2)*، *(25-2)* في المعادلات ينتج:

$$\dot{U_f'} = \dot{U_m'}.\cosh(\gamma.l_f) - \dot{I_m}.Z_c.\sinh\left(\gamma.l_f\right) + A.Z_c.\sinh\left(\gamma.\left(l_f - l_t\right)\right).I_{f1}^{\dot{}} =$$

$$I_m^{\dot{}}\cosh(\gamma.l_f) - \frac{\dot{U_m'}}{Z_c}\sinh\left(\gamma.l_f\right) - A.\cosh(\gamma.(l_f - l_t)) \quad (26\text{-}2)$$

باعتبار الدارة مفتوحة نهاية الخط بالتالي:

$$-\dot{I_n'} = \left(\dot{I_{f1}'} - \dot{I_f'}\right).\cosh\gamma.\left(l - l_f\right) - \frac{\dot{U_f'}}{Z_c}.\sinh\gamma.\left(l - l_f\right) = 0 \qquad (27\text{-}2)$$

باستخدام خطوات الاختصار نفسها في 2-1 وخصائص مقاومة العطل يعطي:

$$Im\left(\frac{\dot{U_f}}{\dot{I_f}}\right) = Im\left(\frac{\dot{U_f}.\cosh\left(\gamma.\left(l - l_f\right)\right)\overline{C_m}}{|C_m|}\right) = 0$$

(28-2)

حيث:

$$C_m = I_m^{'}\cosh(\gamma.l) - \frac{U_m^{'}}{Z_c}\sinh(\gamma.l) - A.\cosh(\gamma.(l_f - l_t))$$

$$l_f = \frac{\mathrm{Im}(U_m^{\cdot}).Re(\overline{C_m}) + Re(U_m^{\cdot}).\mathrm{Im}(\overline{C_m}) - l_t.H}{Re(\overline{C_m}).W + \mathrm{Im}(\overline{C_m}).S} \qquad (29\text{-}2)$$

$$H = [Re(AZ_c).Re(\gamma) - \mathrm{Im}(AZ_c).Im(\gamma)].Im(\overline{C_m}) + [\mathrm{Im}(AZ_c).Re(\gamma) + Re(AZ_c).Im(\gamma)].Re(\overline{C_m})$$

$$W = Im(I_m^{\cdot}.Z_c).Re(\gamma) + Re(I_m^{\cdot}.Z_c).Im(\gamma) - \mathrm{Im}(AZ_c).Re(\gamma) - Re(AZ_c).Im(\gamma)$$

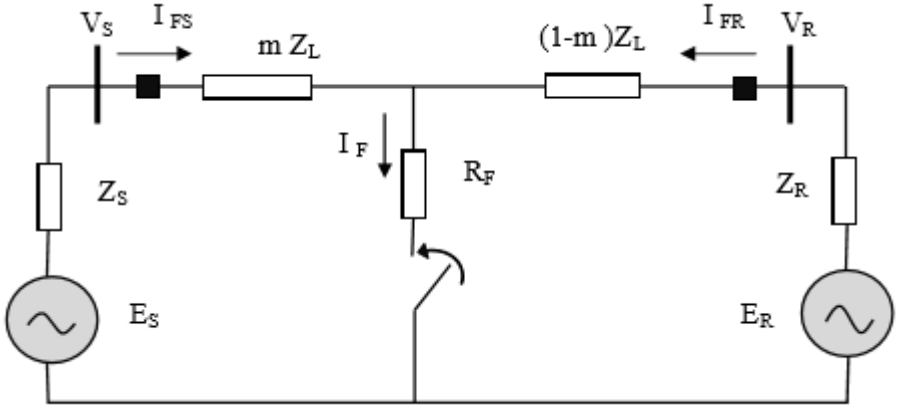
$$S = Re(I_m^{\cdot}.Z_c).Re(\gamma) - Im(I_m^{\cdot}.Z_c).Im(\gamma) - Re(AZ_c).Re(\gamma) + \mathrm{Im}(AZ_c).Im(\gamma)$$

2-3- تحديد موقع العطل باستخدام تقنية بيانات النهايتين:

إن تقنية الاتصالات الحالية تسمح باستخدام بيانات كلا النهاتين لخط النقل لحساب موقع العطل باستخدام البيانات من كلا النهايتين وهي طريقة مشابهة لطريقة النهاية الواحدة إلا أنّها الوسيلة الحالية الموجودة للتقليل أو إلغاء تأثير مقاومة العطل، الحمل، تيار الشحن السعوي، وعوامل أخرى مشابهة التي تقلل من الدقة في تحديد موقع العطل.

تعتمد هذه الطريقة على تجمع البيانات من كلا النهايتين في موقع واحد وكذلك يجب أن تكون البيانات المجموعة من كل نهاية متزامنة تقريبا قبل تحليلها.

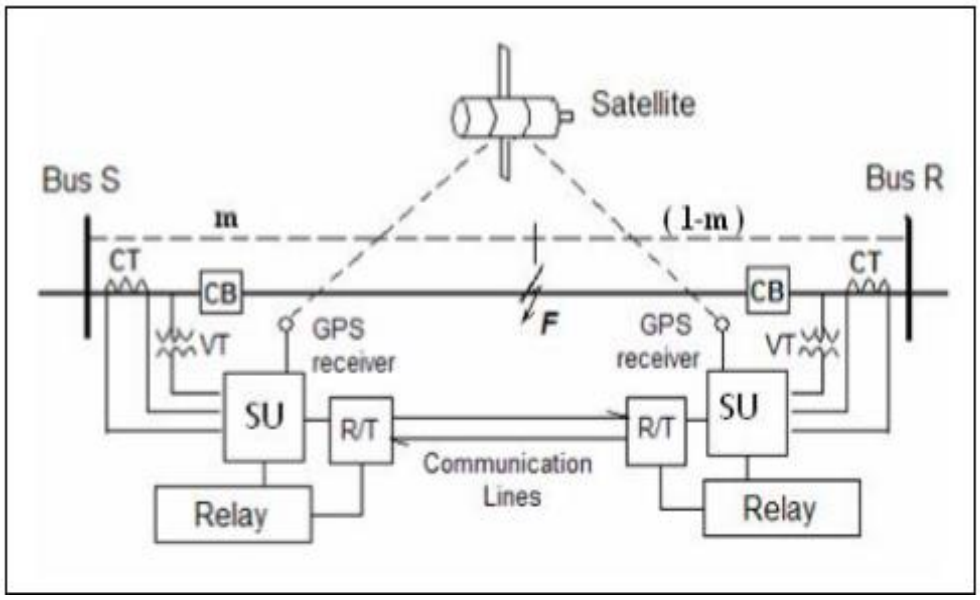
النظام الممثل في الشكل (2-5) يمكن أن يستخدم لتوضيح الطريقة المستخدمة في تحديد موقع العطل معتمدا على المعلومات المجموعة من كلا الطرفين.



الشكل (2-5) الدارة المكافئة لخط نقل مغذى من الطرفين [4]

إنّ تقنية النهايتين لتحديد موقع العطل عادة تعتمد على الطريقة التالية:

كما يظهر في الشكل (2-6)، باعتبار العطل في الموقع (f) الذي يبعد المسافة (m)عن الباسبار (S) بالقيمة الواحدية(P.U) والمسافة(1-m) من الباسبار(R) بالقيمة الواحدية (P.U).



الشكل (2-6) نظام تحديد العطل بالاعتماد على الـ GPS [4]

التوتر عند العطل يرمز له بالرمز V_F ، توترات الباسبارات و تيارات الفروع محددة كما في الشكل.

علاقة التوتر والتيار للأطوار الثلاثة a,b,c تعطى كما يلي:

$$(V_{FS})abc = m(Z_l)abc.(I_{FS})abc + V_F \qquad (30\text{-}2)$$

$$(V_{FR})abc = (1-m)(Z_l)abc.(I_{FR})abc + V_F \qquad (31\text{-}2)$$

بطرح هاتين المعادلتين من بعضهما لحذف العنصر المجهول V_F وكتابة المعادلة لطور واحد :

$$V_{FS} - V_{FR} = m.Z_l.I_{FS} + (m-1).Z_l.I_{FR} \qquad (32\text{-}2)$$

$$I_{FS} + I_{FR} = (V_{FS} - V_{FR} + Z_l.I_{FR})/(m.Z_l) \qquad (33\text{-}2)$$

$$m = (V_{FS} - V_{FR} + Z_l.I_{FR})/((I_{FS} + I_{FR}).Z_l) \qquad (34\text{-}2)$$

هذه المعادلة يمكن أن تحل من أجل الجزء الحقيقي لمسافة العطل (m) وقيم الأطوار يمكن استبدالها مع المركبات المتناظرة. تظهر هذه المعادلة إهمال تأثير مقاومة العطل.

التطبيق المزامن لأخذ عينات القياسات من كلا النهايتين يستخدم بمساعدة الشبكات العصبونية.

يمكن لنظام تحديد الموقع العالمي (GPS) أن يقدم إشارة تزامن بدقة عالية بالنسبة للوقت المرجعي والساعة العالمية لتجاوز مشكلة العطل المتراكم مما يجعل سرعة الاستجابة بالميكرو ثانية.

يظهر الشكل (2-6) ترتيب نظام الحماية هذا، حيث CB يمثل قاطع الدارة، R/T تشير إلى نهاية الارسال والاستقبال، CT,VT يمثلان محول التوتر ومحول التيار وSU تشير إلى وحدة أخذ العينات التي يمكن أن تحتوي على IEDs, DFRs أو وحدة قياس الطور(PMU).

2-4-معادلات حسابات الأعطال:

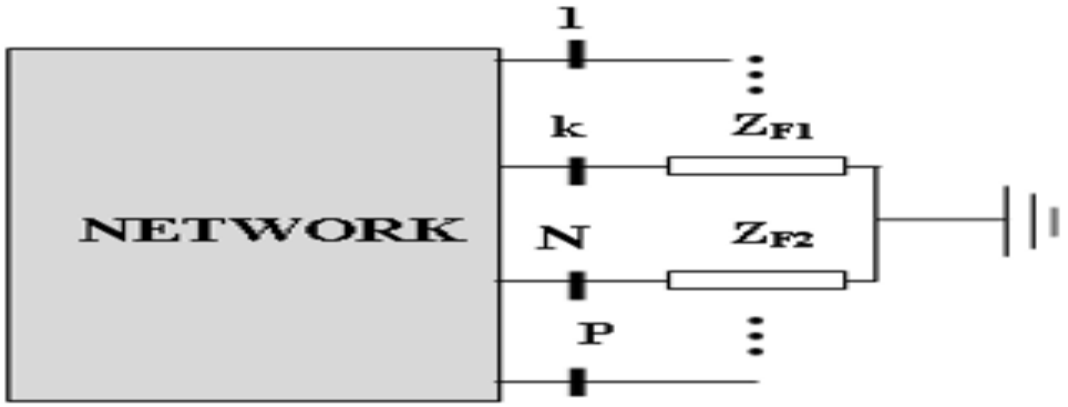
الأعطال غير المتناظرة هي أكثر الأعطال شيوعا والتي يمكن حدوثها في نظام النقل.

بناء عليه نموذج دارة القصر سوف ينفذ باستخدام المركبات المتناظرة.

لكل نوع من الأعطال مجموعتين للحساب:

المجموعة الأولى من أجل باسبار الارسال (bus-K) والمجموعة الثانية من أجل باسبار الاستقبال (bus-N)، إن هذا سوف يطبق من أجل تطبيق تقنية بيانات النهايتين.

عموما التصور من أجل عطل بين الباسبار K والباسبار N على الخط(K-N) يظهر بالشكل (2-7). حيث اعتبر العطل مغلق.



الشكل (2-7) عطل على خط النقل بين باسبار الإرسال وباسبار الاستقبال [4]

من الشكل يمكن أن نستنتج التالي:

$$Z_{F1} = m.Z_l \quad , \quad Z_{F2} = (1-m).Z_l$$

الحسابات سوف تكون من أجل نهاية الارسال *(BUS-K)* التي كانت قد حددت طبقا لنتائج جريان الحمولة و نفس الخطوات سوف تعاد من أجل الباسبار *(BUS-N)* ولكن مع Z_{F2} بدلا من Z_{F1} ،كذلك باستبدال المزK بالرمز N

هنا نحتاج إلى عناصر N_{th}, K_{th} من *Z-BUS* التي تمثل ممانعات ثفنين من أجل الباسبار K و الباسبار N على التوالي.

المعادلات الرئيسية من أجل عطل طور مع الأرض هي:

$$I_K^0 = I_K^1 = I_K^2 = 1/3I_K^a \qquad (35\text{-}2)$$

بتعويض القيم من أجل $V_K^0, V_{K,}^1 V_K^2$ في المعادلة (2-31)و(2-35)نحصل على:

$$I_K^1 = \frac{E}{Z_{KK}^1 + Z_{KK}^2 + Z_{KK}^0 + 3Z_{F1}} \qquad (36\text{-}2)$$

المعادلة الرئيسية لعطل طور-طور هي:

$$I_K^1 = \frac{E}{Z_{KK}^1 + Z_{KK}^2 + 2Z_{F1}} = -I_K^2 \qquad (37\text{-}2)$$

والمعادلات الرئيسية من أجل عطل طورين مع الأرض هي:

$$I_K^1 = \frac{E(Z_{KK}^0 + Z_{KK}^2 + \frac{3}{2Z_{F1}})}{\Delta}$$ هنا المعادلة اكتب. $\qquad (38\text{-}2)$

$$I_K^2 = \frac{-E(Z_{KK}^0 + \frac{3}{2Z_{F1}})}{\Delta} \qquad (39\text{-}2)$$

$$I_K^0 = \frac{E.Z_{KK}^2}{\Delta} \qquad (40\text{-}2)$$

حيثΔ يعطى بالعلاقة التالية.

$$\Delta = \left(Z_{KK}^0 + \frac{3Z_{F1}}{2}\right).Z_{KK}^2 + (Z_{KK}^0 + Z_{KK}^2 + \frac{3Z_{F1}}{2})Z_{KK}^1$$

أخيرا المعادلات من أجل عطل متناظر:

$$V_K^1 = E - Z_{KK}^1.I_K^1$$ هنا المعادلة اكتب. $\qquad (41\text{-}2)$

$$I_K^1 = \frac{E}{Z_{KK}^1 + Z_{F1}} \qquad (42\text{-}2)$$

$$I_K^2 = I_K^0 = 0 \qquad (43\text{-}2)$$

التوترات والتيارات للأطوار الأخرى تحدد باستخدام نظرية المركبات المتناظرة ،ثم نقوم بنفس الحسابات من أجل الباسبار N مع Z_{F2} و تيار الأرضي من أجل عطل طور مع الأرض سوف يكون:

$$I_{Fg} = I_K^a + I_N^a \qquad (44\text{-}2)$$

بينما التيار الأرضي من أجل عطل طورين مع الأرض يعطى بالعلاقة:

$I_{Fg} = (I_K^a + I_N^a) + (I_K^b + I_N^b)$هنا المعادلة اكتب. (45-2)

بينما لا يوجد تيار عطل أرضي في حالة العطل المتناظر لأن تيارات الأطوار سوف تكون متساوية ومزاحة عن بعضها 120 درجة وبالتالي المحصلة تكون معدومة:

$$1 + a + a^2 = 0$$

المعادلات التالية تعطي تيار العطل الأرضي لعطل متناظر من bus-K:

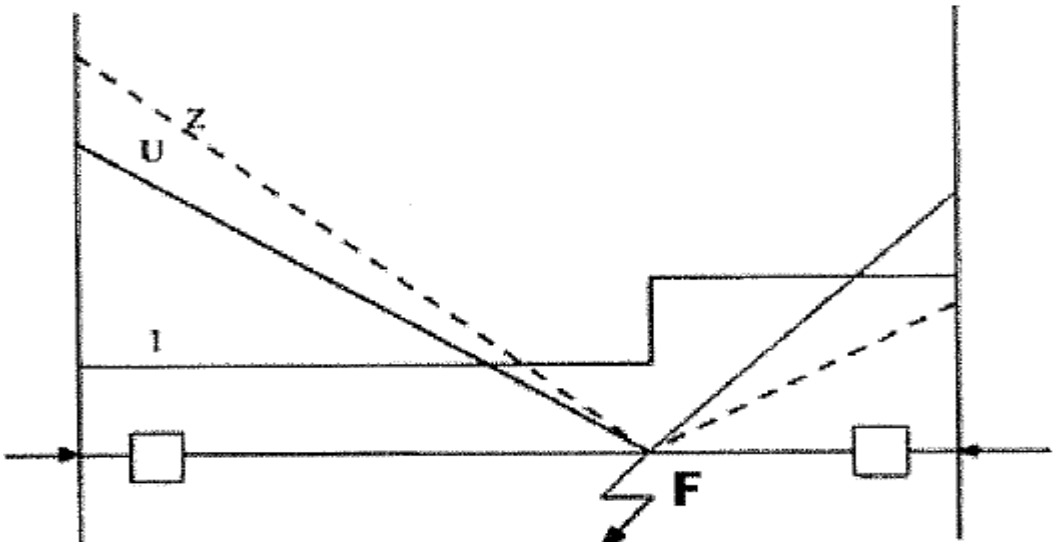
$$I_K^a + I_K^b + I_K^c = I_K^1 + aI_K^1 + a^2 I_K^1 = 0 \qquad (46\text{-}2)$$

2-5-حاكمة الحماية المسافية:

2-5-1-مبدأ عمل حاكمة الحماية المسافية principle of distance relay

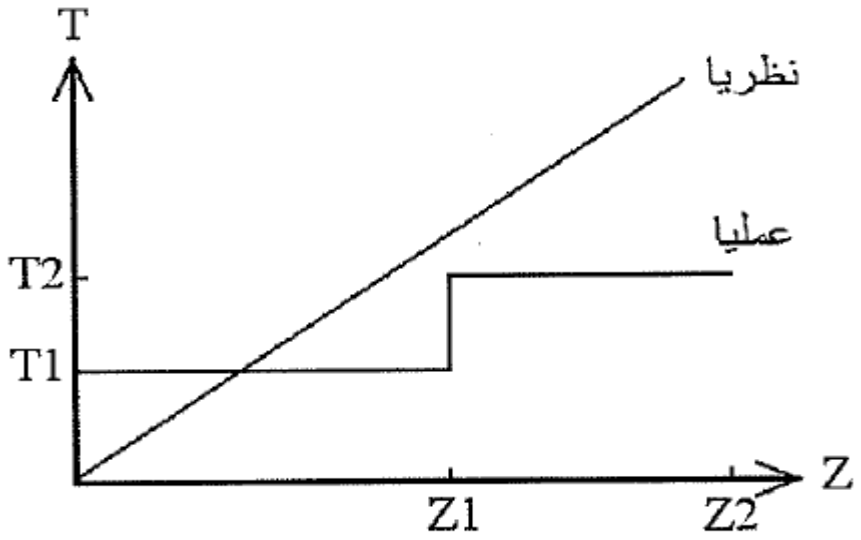
تعتمد الحاكمة المسافية من حيث المبدأ على الحقيقة المتمثلة بأن حدوث عطل ما في الشبكة سيؤدي بشكل عام إلى ارتفاع في قيمة التيار وانخفاض في قيمة التوتر وذلك بقيمة تتعلق بقرب وبعد نقطة القياس عن موضع العطل وبقوة تغذية المنبع. وبما أن النسبة U/I تمثل قيمة الممانعة فإن زيادة التيار و انخفاض التوتر يكافئ انخفاضا كبيرا في الممانعة المقاسة، ولذلك فإن مبدأ عمل الحاكمة المسافية يعتمد على قياس ممانعة خط النقل ، والتي تتناسب طردا مع طوله، وبذلك يجب أن تكون حاكمة الحماية المسافية قادرة أولا على كشف العطل من خلال قياس ممانعة العطل(توتر وتيار القصر المقاسين عند نقطة توضع الحاكمة) وقادرة كذلك على تحديد نوع العطل وعلى المقارنة بين ممانعة العطل المقاسة وممانعة الخط المعروفة (المعايرة)، وبناء على نتيجة المقارنة تقرر الحاكمة ما إذا كان العطل على الخط المحمي فترسل أمر الفصل إلى القاطع الآلي .أي إن الحاكمة قادرة على اتخاذ القرار فقط من خلال قياس قيمتي التيار و التوتر.

يبين الشكل (2-8) مبدأ عمل حاكمة الحماية المسافية لخط نقل وحيد مغذى من الطرفين.



الشكل (2-8) مبدأ عمل الحاكمة المسافية [1]

عند حدوث عطل على نقطة ما Fمن خط النقل فإن العطل سيغذى من الطرفين مما يسبب مرور تيار كبير ونلاحظ أن الممانعةZ=U/I تصغر كلما اتجهنا باتجاه العطل ويوضح الشكل أيضا منحنيات تغير قيم التيار والتوتر، حيث تعمل الحماية الأقرب من نقطة العطل على فصل القاطع الآلي أولا ثم تليها الحماية الأخرى، وبذلك يتم عزل العطل من الطرفين. بما أن عمل الحاكمة المسافية يعتمد على قياس الممانعة التي تراها الحاكمة ما بين نقطة توضعها ونقطة العطل، فإن زمن فصلها يتعلق ببعد العطل عن موقع الحماية ويكون هذا الزمن صغيرا عندما يكون العطل قريبا من الحاكمة. يبين الشكل (2-9) منحني العلاقة بين زمن تشغيل الحاكمة والممانعة.



الشكل (2-9) العلاقة بين زمن تشغيل الحاكمة والممانعة [1]

نميز من الشكل الحالتين التاليتين:

أ-إذا كانت $Z_{mea} < Z_1$ فإن الحاكمة تعطي أمر للقاطع الآلي بالفصل بعد زمن T1.

ب-إذا كانت $Z_{mea} < Z_2$ فإن الحاكمة تعطي أمر للقاطع الآلي بالفصل بعد زمن T2.

حيث Z_{mea} هي الممانعة المقاسة من قبل الحاكمة المسافية.

2-5-2- مناطق الحماية Zones of protection

عند اختيار تعييرات المراحل المختلفة للحاكمة المسافية وكذلك أزمنتها يجب أن نكون حذرين في الحفاظ على التنسيق بين الحمايات المسافية لنظام القدرة، وتضم الحماية المسافية مرحلة حماية واحدة أو أكثر، وتعتمد المراحل الأخرى على التأخير الزمني. يبين الشكل (2-10) مناطق الحماية المسافية التي منها منطقة عكسية مع تعيير الزمن لكل منطقة وعمليا يتم تعيير المراحل الثلاث الأولى للحماية لتغطي كافة أجزاء الخط، كما تتعلق

التعييرات بتصميم الحاكمة أو بالتخاطب بين الحمايات المسافية وفقا للشركة المصنعة للحاكمة تتم بشكل عام وفقا لما يلي:

المنطقة الأولى Zone1 :80-85% من ممانعة الخط الذي تتم حمايته.

المنطقة الثانية (أدنى)Zone2 : 120% من ممانعة الخط الذي تتم حمايته.

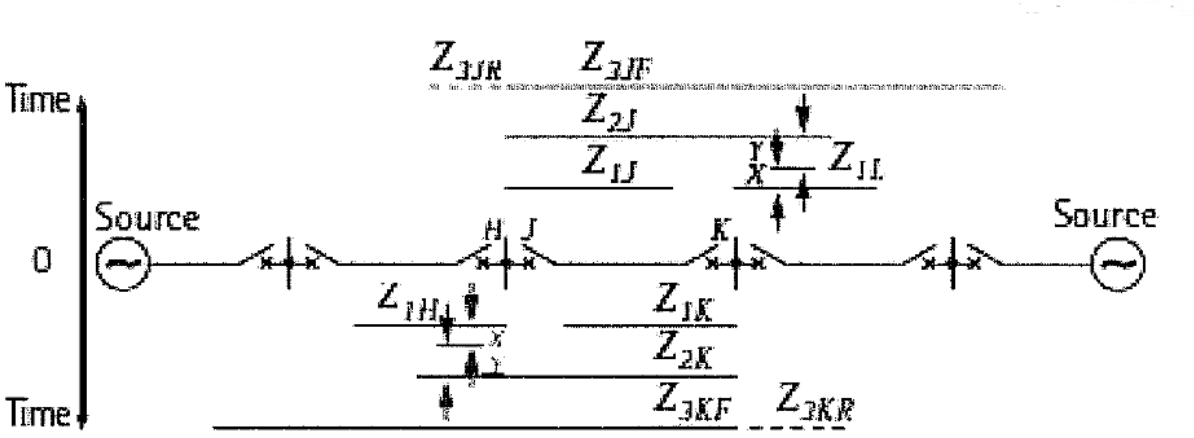
المنطقة الثانية Zone2(أعلى): <الخط الذي تتم حمايته+50% من أقصر خط تال>

المنطقة الثالثة أمامية Zone3F: 1.2(الخط الذي تتم حمايته +الخط التالي الأطول)

المنطقة الثالثة الخلفية Zone3R:20 %من الخط المحمي.

X: زمن فصل القاطع الآلي

Y: زمن التنسيق



الشكل (2-10) خواص مسافة/زمن للحماية المسافية ثلاثية المناطق [1]

1-تعيير المرحلة الأولى Zone1 setting

تعير ممانعة المرحلة الأولى zone1 عادة في الحمايات الستاتيكية والالكترونية على قيمة 80% من ممانعة الخط الذي تتم حمايته، وفي الحمايات الرقمية على قيمة 85% من ممانعة الخط حيث إن هناك هامش أمان ضمن المجال (14-20) % لتأكيد الفصل ضمن المرحلة الأولى للخط، وهذا الهامش ناجم عن أخطاء القياس لمحولات التيار والتوتر.

يؤدي عدم الدقة في معطيات ممانعة الخط المستخدمة لتعيير الخط إلى حدوث أخطاء في قيم تعيير مراحل الحاكمة وحسابها ما يسبب فقدان لسرعة تشغيل الحاكمة عند حدوث عطل عند إجزاء من الخط، ولذلك تأتي المنطقة الثانية لتغطي المجال (14-20) % المتبقية من المرحلة الأولى من الخط المحمي.

2-تعيير المرحلة الثانية Zone2 setting:

تعير المنطقة الثانية zone2 لتأكيد تغطية كامل الخط المحمي نتيجة للأخطاء الناتجة عن المنبع والخطوط السابقة للخط المحمي. تعير ممانعة المنطقة الثانية zone2 للحماية المسافية على 120% من ممانعة الخط المحمي وفي بعض الحمايات تعير بحيث تساوي قيمة التعيير لممانعة الخط المحمي مضافا إليه 50% من ممانعة أقصر خط يلي الخط المحمي، وهنا يجب ألا تؤثر قيمة تعيير zone2 على قيمة zone1 في الخط التالي، لذلك يتم تعيير zone2 مع تأخير زمني لها.

في الحمايات الستاتيكية والإلكترونية تزود حماية المنطقة الثانية zone2 إما بعناصر منفصلة أو بتوسع المنطقة الأولى zone1 مع تأخير زمني، وهذا يتعلق بطبيعة العطل المكتشف أما عناصر المنطقة الثانية zone2 في الحواكم الرقمية فإنها موجودة ضمن نظام البرمجة للحاكمة.

يجب أن يزود تعيير zone2 بتأخير زمني لتحقيق التدرج الزمني مع حواكم الخطوط المجاورة عند حدوث فشل في عمل الحاكمة ضمن zone2 وهكذا فإن تغطية الخط من قبل حاكمة الحماية المسافية قد تتحقق بشكل سريع ضمن المجال (80-85) % من الخط وأبطأ بقليل لبقية الخط.

3-تعيير المرحلة الثالثة zone3 setting:

تستخدم المنطقة الثالثة zone3 للتحكم بكافة الأعطال في الخطوط اللاحقة للخط المحمي، ويستخدم معها تأخير زمني يتمثل بزمن zone2 إضافة إلى زمن فصل القاطع الآلي في الخط التالي، ويجب أن يساوي تعيير ممانعة المنطقة الثالثة zone3إلى 1.2 مرة من الممانعة المقاسة من قبل الحاكمة عند حدوث عطل عند النهاية البعيدة من الخط zone2 التالي، وبما أن تيار العطل المغذي لقضيب التجميع البعيد لنظام القدرة يبدي ممانعة كبيرة للحاكمة فإنه يتوجب حساب ممانعة تعيير المنطقة الثالثة zone3.

في بعض الأنظمة فإن تغير مغذيات قضيب التجميع البعيد يمكن أن يمنع تطبيق حماية zone3 أما في أنظمة التوزيع الشعاعية ذات المغذي الوحيد فإنه لا توجد صعوبات في تطبيقها.

4- تعيير المنطقة العكسية والمناطق الأخرى setting for reverse reach and other zones

يمكن إضافة عدة مناطق للحماية المسافية الرقمية، وذلك يزيد من وظائف الحماية فمثلا لدينا ثلاث مناطق يمكن تعييرها بالاتجاه الأمامي، ويمكن أيضا ان تضاف منطق رابعة zone4 يمكن أن تعير بالاتجاه العكسي للحماية وتعد حماية احتياطية لقضيب التجميع المحمي وعادة يتم تعيير ممانعة المنطقة الرابعة zone4 على 25% من قيمة المنطقة الأولى zone1. كما يمكن إضافة منطقة عكسية على مخططR/X بحيث تصبح المناطق الثلاثة الأولى أمامية والأخرى عكسية وخصائص الممانعات المقاسة تكون غير اتجاهية. أحد مزايا المنطقة غير الاتجاهية لقياس الممانعة هي قابليتها للعمل في حالة العطل القريب أو العطل ذات الممانعة صفر، وفي حالات عدم توفر إشارة توتر الطور السليم أو التوتر المتبقي الذي يسمح بعمل منطقة الحماية الاتجاهية. والغاية من

المناطق غير الاتجاهية هي أن تعمل الحماية عند فقدان التوتر على أحد الأطوار أما المنطقة الاتجاهية فيجب أن يتوفر توتر الأطوار الثلاثة حتى تعمل.

الحماية SOTF (Switch ON To Fault) وهي حماية لفصل القاطع تحت العطل وبشكل قسري عند الحالات الطارئة مثل عمل صيانة على أحد خطوط محولة التوتر ونسيان كابلات التأرض معلقة على الخط. تعتبر المناطق المضافة جزءا من الحماية لأجل التخاطب بين الحمايات.

الفصل الثالث

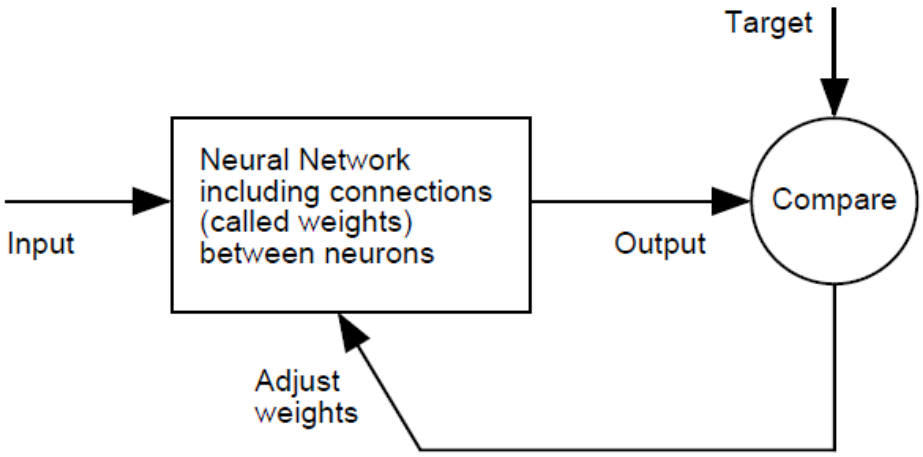
الشبكات العصبونية (ANN)وبنيتها وأنواعها

3-1-مفهوم الشبكات العصبونية

هي شبكة معالجة معلومات ذات بنية تفرعيه تتألف من عنصر معالجة وتمتلك ذواكر محلية وتستطيع إجراء معالجة للمعلومات ويعني معالجة محلية للمعلومات أنها تعتمد على قيم الدخل الحالية وعلى القيم في الذواكر المحلية لعنصر المعالجة.

تتصل عناصر المعالجة مع بعضها البعض من خلال أقنية اتصال وحيدة تدعى الوصلات وكل منها يملك خرج وحيد يمكن أن يتفرع إلى عدد من الوصلات حسب المطلوب وتنقل كل وصلة نفس إشارة عنصر المعالجة.

فكرة الأنظمة العصبونية تعتمد على أساس محاكاة بنية الدماغ البشري.

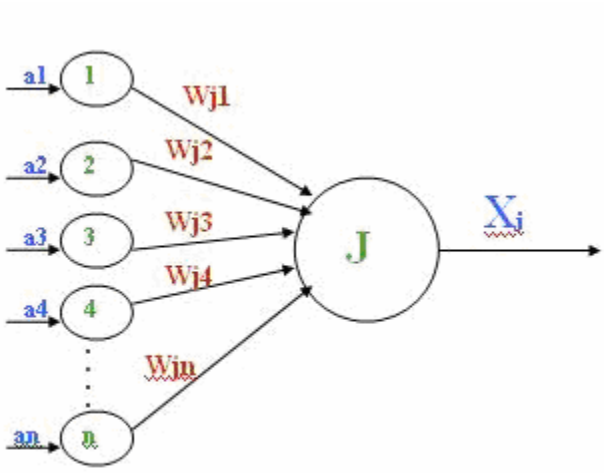


الشكل (3-1) آلية عمل خوارزمية تدريب الشبكة العصبونية

3-2- مكونات الشبكة العصبونية الاصطناعية:

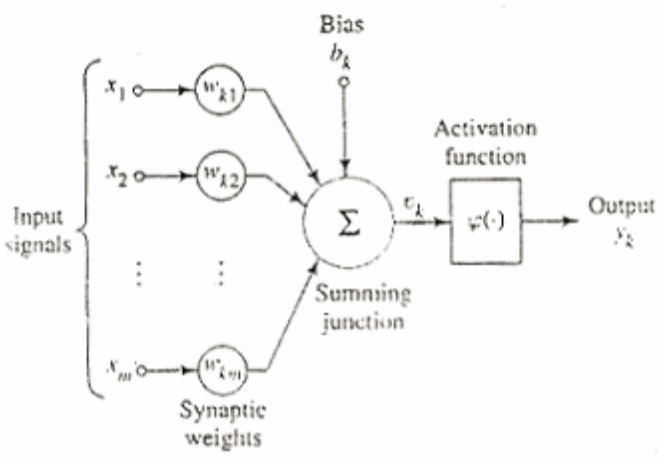
إن الشبكات العصبونية تتكون من مجموعة من وحدات المعالجة وتسمى بالعصبونات، الشبكات العصبية تحتاج لوحدات إدخال، ووحدات معالجة يتم فيها عمليات حسابية تضبط بها الأوزان ونحصل من خلالها على ردة الفعل المناسبة لكل مدخل من المدخلات للشبكة. فوحدات الإدخال تكوّن طبقة تسمى طبقة المدخلات، ووحدات المعالجة تكوّن طبقة المعالجة وهي التي تخرج نواتج الشبكة. وبين كل طبقة من هذه الطبقات هناك طبقة من الوصلات البينية التي تربط كل طبقة بالطبقة التي تليها والتي يتم فيها ضبط الأوزان الخاصة بكل وصلة بينية.

وتحتوي الشبكة على طبقة واحدة فقط من وحدات الإدخال، ولكنها قد تحتوي على أكثر من طبقة من طبقات المعالجة كما هو مبين في الشكل (3-2)



الشكل (3-2) مكونات الشبكات العصبونية [3]

يمكن تمثيل العصبون رياضيا كما هو مبين في الشكل (3-3) بالمعادلة (3-1):



الشكل (3-3) الوصف الرياضي للعصبون [3]

$$Y_k = f\left(\sum_{i=1}^{m} x_i * w_{ki} + b_k\right) \qquad (1-3)$$

حيث: Y_k هو خرج العصبون.

$x_1 \ldots\ldots x_m$ إشارات الدخل.

$w_{k1} \ldots w_{km}$ الأوزان المشبكية للعصبون.

b_k الانزياح.

3-3- توابع التفعيل:

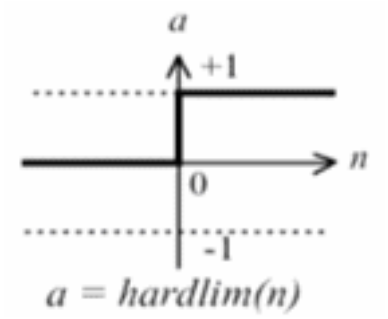
قلنا إن تابع التحويل يحد من خرج العصبون .ويجب أن يمتلك الخواص التالية:

1-أن يكون تابعا مستمرا .أن يكون قابلا للاشتقاق ومشتقه سهل الحساب.

2-أن يكون انسيابيا غير متناقض.

وهناك أنواع لتوابع التفعيل منها:

3-3-1- تابع العتبة أو تابع الخطوة:

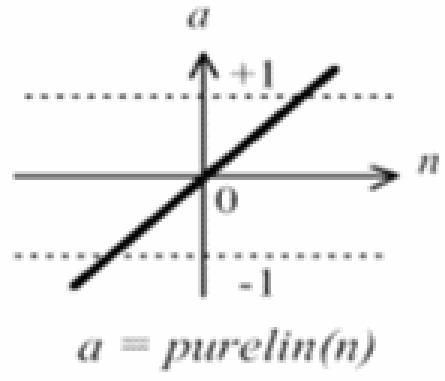


الشكل (3-4) تابع العتبة [12]

يحد هذا التابع من خرج العصبون بحيث يصبح الخرج مساويا الواحد إذا كان الدخل أكبر أو مساويا الصفر.

ويصبح الخرج مساويا الصفر إذا كان الدخل أصغر من الصفر.

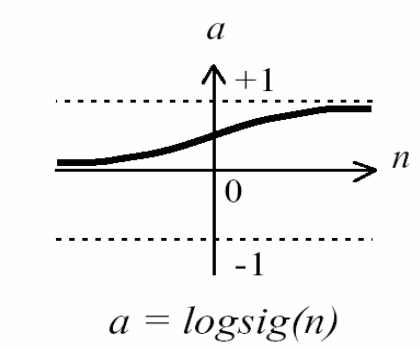
3-3-2- التابع الخطوي الخطي أو تابع التطابق:



الشكل (3-5) التابع الخطي [12]

يستخدم هذا التابع في العصبونات المستخدمة في المرشحات التلاؤمية الخطية.

3-3-3- التابع الأسيّ



الشكل (3-6) تابع sigmoid [12]

يأخذ هذا التابع قيم الدخل المحصورة بين ∞+،∞ - ويجعل الخرج محصورا بين ٠ و١ ... وهو أكثر التوابع استخداما بسبب سهولة اشتقاقه وكثرة أنواعه.

ويعرف على أنه:

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-\lambda X)}$$

$$f'(x) = f(x)[1 - f(x)]$$

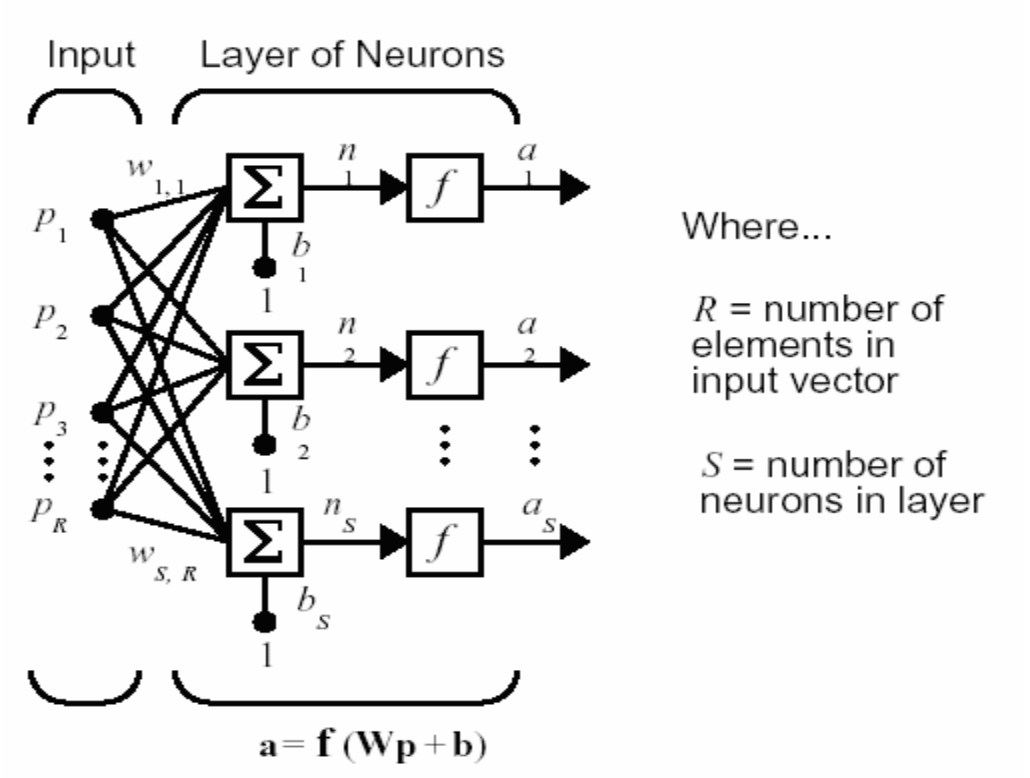
حيث f(X) تابع التفعيل والثابت (λ) يحدد خطوة التزايد.

3-4- البنية المعمارية للشبكات العصبونية:

هي الطريقة التي ترتبط بها العصبونات مع بعضها البعض لتشكيل الشبكة، وهذا يرتبط بخوارزمية التدريب.

3-4-1- الشبكة ذات الطبقة الواحدة الأمامية:

في الشكل ترتبط كل مركبة من مركبات شعاع الدخلp بكل عصبون من خلال مصفوفة الوزن W .



الشكل (3-7) شبكة وحيدة الطبقة [12]

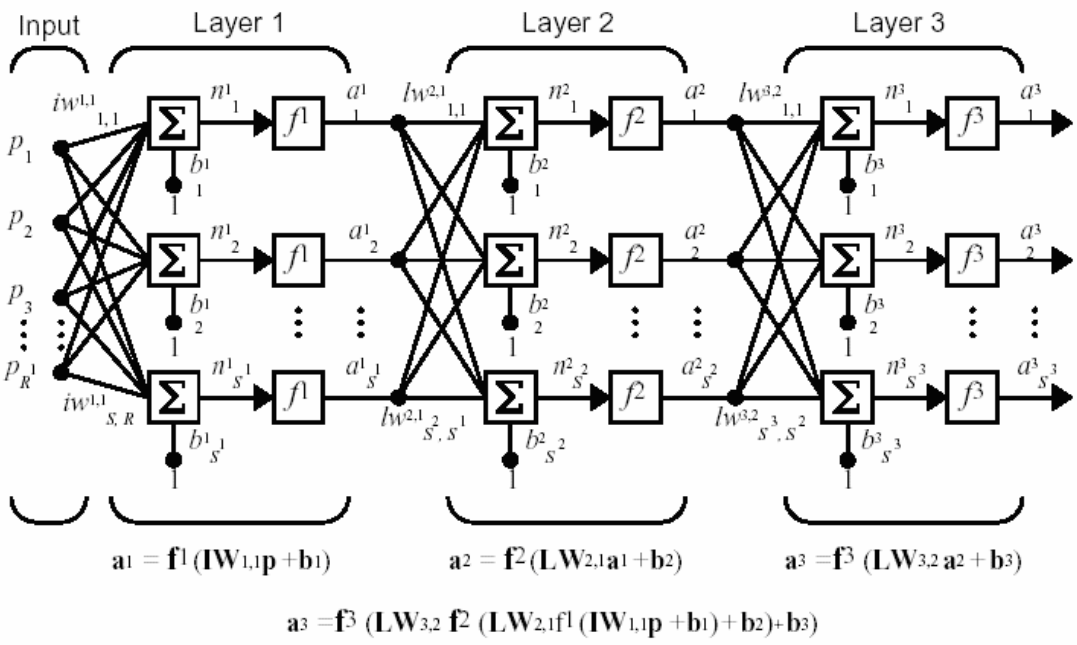
كل عصبون يحوي وصلة جامع تقوم بجمع الدخل الموزون مع الإزاحة لتشكيل الخرج العددي للعصبون، وفي النتيجة إن مركبات خرج طبقة العصبونات تشكل شعاع الخرج (مصفوفة من عمود واحد). والعلاقة التي تعطي هذا الخرج a :

مركبات شعاع الدخل تدخل إلى الشبكة من خلال مصفوفة الأوزان التالية:

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} w_{1,1} & w_{1,2} & \cdots & w_{1,R} \\ w_{2,1} & w_{2,2} & \cdots & w_{2,R} \\ & & & \\ w_{S,1} & w_{S,2} & \cdots & w_{S,R} \end{bmatrix}$$

مؤشرات السطر لعناصر هذه المصفوفة تدل على العصبون الهدف أما مؤشرات العمود على مركبات دخل العصبون. أي أن المؤشرات في العنصر W1.2 تدل على أن هذا الوزن يتعلق بالعصبون الأول، وأن مركبة الدخل لهذا العصبون هي المركبة الثانية.

3-4-2- الشبكة ذات الطبقات المتعددة الأمامية:

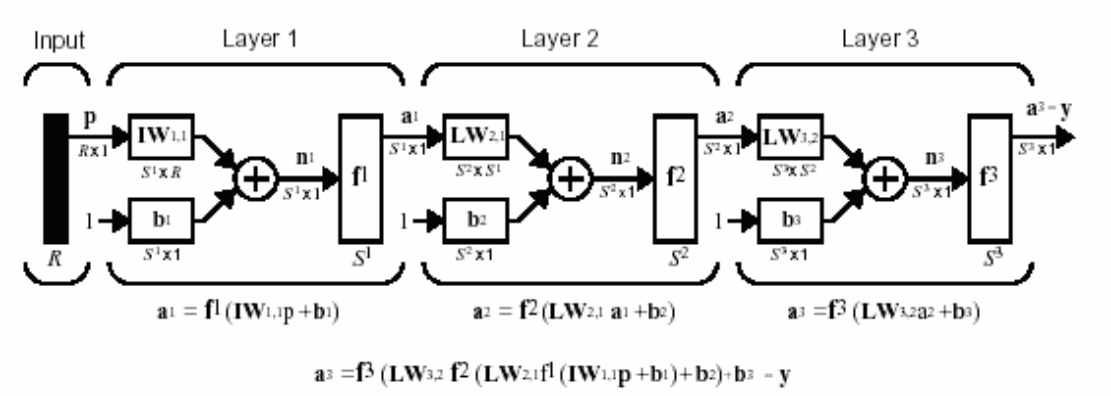


الشكل (3-8) شبكة متعددة الطبقات [12]

الشبكة العصبونية يمكن أن تتألف من عدة طبقات وفي هذه الحالة يكون لكل طبقة مصفوفة وزن **w**، وشعاع إزاحة bوشعاع خرجa، ومن أجل التمييز يضاف رقم الطبقة كدليل علوي لكل من المتحولات المستعملة من خلال الشبكة المبينة مركبة الدخل، عصبون في الطبقة الأولى، عصبون في الطبقة الثانية، وهكذا بنفس الأسلوب .ومن

الملاحظ أيضا أن خرج كل طبقة متوسطة هو دخل للطبقة التي تليها وبذلك تعتبر كل طبقة في هذه الشبكة كأنها شبكة ذات طبقة وحيدة.

الطبقة التي تعطي الخرج تسمى طبقة الخرج، أما الدخل فلا يعتبر طبقة، وبقية الطبقات تسمى الطبقات الخفية . يمكن أن نرسم الشبكة الثلاثية المبينة في الشكل السابق باستخدام الرسم المختصر التالي:



الشكل (3-9) اختصار الشبكة متعددة الطبقات [12]

الشبكات متعددة الطبقات هي شبكات ذات فعالية كبيرة وخاصة الشبكات بطبقتين فهي مستخدمة بشكل كبير جداً. حيث تستطيع هذه الشبكات من حل العديد من المشاكل المعقدة ولكن تدريبها يستغرق وقتا أطول.

تشير**m** إلى عدد المداخل وتشير n1 الى عدد النيورونات في الطبقة الأولى وهكذا .... وqعدد عقد الخرج .كما في المثال المبين في الشكل (3-6)

3-4-3- الشبكات ذات التغذية الخلفية:

هذا النوع يحوي على الأقل حلقة تغذية خلفية واحدة، ويمكن أن يتألف من طبقة واحدة من النيورونات وكل عصبون يعود خرجه إلى دخل كل العصبونات المتبقية.

وقد يكون هناك تغذية خلفية ذاتية أي أن خرج العصبون يعود إلى دخله ولكن هذه الشبكات قليلة الاستخدام في المجال الحيوي لأننا نستطيع تحقيق الأهداف الحيوية من خلال شبكات أمامية.

3-5- طرائق تعليم الشبكات العصبونية:

تتعلم الشبكة عن طريق إعطائها مجموعة من الأمثلة، التي يجب أن تكون مختارة بعناية، لأن ذلك سيساهم في سرعة تعلم الشبكة .ومجموعة الأمثلة هذه تسمى فئة التدريب.

وتنقسم طرق تعليم شبكة عصبية إلى قسمين حسب فئة التدريب التي تعرض على الشبكة وهما:

3-5-1- التعليم المراقب (بواسطة معلم) *Learning of ANN's* Supervised:

تقوم كل طرق التعليم أو التدريب بواسطة معلم للشبكات العصبية الاصطناعية على فكرة عرض البيانات التدريبية أمام الشبكة على هيئة زوج من الأشكال وهما الشكل المدخل **input** والشكل المستهدف**Target.**

3-5-2- التعليم غير المراقب (بدون معلم) Unsupervised learning:

في هذه الطريقة تكون فئة التدريب عبارة عن متجه المدخلات فقط دون عرض الهدف على الشبكة، وتسمى هذه الطريقة التعليم الذاتي حيث تبني الشبكات العصبونية الاصطناعية أساليب التعليم على أساس قدرتها على اكتشاف الصفات المميزة لما يعرض عليها من أشكال وأنساق وقدرتها على تطوير تمثيل داخلي لهذه الأشكال وذلك دون معرفة مسبقة وبدون عرض أمثلة لما يجب عليها أن تنتجه وذلك على عكس المبدأ المتبع في أسلوب التعليم بواسطة معلم.

3-6- خوارزميات تعليم الشبكة:

إن الأوزان تمثل المعلومات الأولية التي ستتعلم بها الشبكة، **لذا** لا بد من تحديث الأوزان خلال مرحلة التدريب، ومن أجل هذا التحديث تستخدم عدة خوارزميات مختلفة حسب نوع الشبكة.

من أهم هذه الخوارزميات خوارزمية الانتشار العكسي Algorithm Back Propagation

التي تستخدم في تدريب الشبكات العصبونية كاملة الارتباط وذات التغذية الأمامية ومتعددة الطبقات وغير الخطية، وتعتبر هذه الخوارزمية تعميم لطريقة التدريب بنمط تصحيح الخطأ. ويتم تنفيذ هذه الخوارزمية من خلال مرحلتين رئيسيتين هما:

1-مرحلة الانتشار الأمامي Feed forward Back Propagation

2-مرحلة الانتشار العكسي Back Propagation

3-6-1- مرحلة الانتشار الامامي:

لا يحصل فيها أي تعديل للأوزان المشبكية وتبدأ هذه المرحلة بعرض الشكل المدخل للشبكة، حيث تخصص كل عنصر معالجة من طبقة عناصر الإدخال لأحد مكونات الشعاع الذي يمثل الدخل، وتسبب قيم مكونات متجهة الدخل استثارة لوحدات طبقة الإدخال ويعقب ذلك انتشار أمامي لتلك الاستثارة عبر بقية طبقات الشبكة.

3-6-2- مرحلة الانتشار العكسي:

وهي مرحلة ضبط أوزان الشبكة، إن خوارزمية الانتشار العكسي القياسية هي خوارزمية الانحدار التدريجي gradient descent algorithm والتي تسمح لأوزان الشبكة أن تتحرك على الجانب السلبي من تابع الأداء .
إن دور الانتشار العكسي يعود إلى الطريقة التي يتم بها حساب الميل لطبقات الشبكة المتعددة اللاخطية، حيث يتم في أحد مراحل التعليم إعادة انتشار الإشارة من الخرج إلى الدخل بشكل عكسي، ويتم خلالها ضبط أوزان الشبكة، ويمكن تمثيل الخوارزمية لتكرار واحد كما يلي:

$$Xk+1= Xk - \alpha k * gk$$

حيثXk : شعاع الأوزان والانحيازيات الحالية.

αk : معدل التعلم.

gK : الميل الحالي.

هناك طريقتان لحساب الانحدار التدريجي:

1- النظام التزايدي:Incremental mode

يتم وفق هذه الطريقة حساب الميل ومن ثم تعدل الأوزان بعد كل دخل يعطى للشبكة.

2-نظام الدفعة الواحدة:Batch mode

وفق هذا النمط تزود الشبكة بكل أشعة الدخل قبل القيام بعملية تحديث الأوزان وبالتالي يمكن أن نقول أنّ الأوزان والانحيازات في هذه الطريقة تعدل بعد تزويد الشبكة بكامل مجموعة التدريب حيث أن الميول المحسوبة في كل مثال تدريبي تضاف لبعضها البعض لتحديد التغيرات في الأوزان والانحيازات.

3-7- قيم الأوزان الابتدائية Initializing weights**:**

قبل تدريب الشبكة يجب أن توضع قيماً ابتدائية للأوزان والانحيازات إن الشبكة تضع قيما ابتدائية للأوزان والانحيازات بشكل آلي، ولكن في بعض الأحيان نحتاج إلى إعادة تغيير هذه القيم نحصل على هذا التغيير عن طريق التعليمة init حيث تأخذ هذه التعليمة الشبكة كدخل وتعيدها كخرج كما يلي:

Network1=init (Network)

3-8-التدريب:training

بعد تحديد القيم الابتدائية للأوزان والانحيازات تصبح الشبكة جاهزة للتدريب، وخلال التدريب تغير هذه الأوزان والانحيازات بشكل تكراري لغاية الوصول إلى القيمة الصغرى لتابع الكلفة أو ما يسمى تابع الأداء .

performance function إن تابع الأداء الافتراضي لشبكات التغذية الأمامية هو متوسط مربع الخطأ (mse).

الفصل الرابع

خوارزمية اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل باستخدام الشبكات العصبونية

4-1-مقدمة

سوف نقوم بدراسة منهجية جديدة لتحديد وجود العطل من عدمه، وتصنيف الأعطال، وتحديد موقع العطل بالاعتماد على الشبكات العصبونية في خطوط نقل القدرة الكهربائية.

تعتمد هذه الخوارزمية على استخدام إشارات التيارات والتوترات بوصفها دخل للشبكات العصبونية، حيث أن إشارات الدخل تعالج لحظياً على شكل سلسلة من البيانات المتلاحقة.

يتمكن هذا النظام من اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل.

تبين دراسات المحاكاة أن التقنية المقترحة قادرة على تمييز حالات العطل المختلفة بشكل دقيق جد اً، وقد نجحت هذه التقنية في تحديد جميع أنواع الأعطال المقترحة تحت شروط النظام المختلفة، بالتالي فإنها دقيقة بنسبة % 100 ومناسبة للتطبيق في الزمن الحقيقي.

إن تقنيات معالجة الإشارة والقياسات الرقمية سمحت بدقة أعلى وزمن استجابة أقصر Signal Processing بكثير مع استخدام خوارزميات الترشيح المناسبة، حيث تم تخفيض زمن فصل العطل من مئات الميلي ثانية وصولاً إلى عشرات الميلي ثانية في التقنيات الرقمية الحديثة.

يجب تحديد الأعطال وتصنيفها في خطوط النقل بسرعة وبدقة، لهذا الغرض تستخدم تقنيات ذكاء صنعي مختلفة منها ما اعتمد على المنطق الضبابي Fuzzy Logic ومنها ما اعتمد على الشبكات العصبونية.

في مجال تصنيف الأعطال وتحديد موقع العطل على خط النقل تم استخدام خوارزميات متعددة تعتمد في عملها على الشبكات العصبونية، من هذه الخوارزميات ما استخدم تيارات الأطوار الثلاثة والتيار الصفري كدخل للشبكات العصبونية المسئولة عن تصنيف الأعطال، بينما تم استخدام إشارات التيارات او التوترات للأطوار الثلاثة والتيار الصفري كدخل للشبكات العصبونية المسئولة عن تحديد موقع العطل.

4-2-خوارزمية تحديد موقع العطل على خط النقل

تعتمد هذه الخوارزمية كما هو مبين في الشكل (4-1) على استخدام إشارات تيارات الأطوار الثلاثة(Ia,Ib,Ic) وتيار المركبة الصفرية I0كإشارات دخل للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف العطل وتصنيفه باستخدام الشبكات العصبونية الصنعية Faults Detector and (FDCANNs) Classifier Using Artificial Neural Networksيعتبر خرج مكتشف ومصنف الأعطال (FDCANNs)عبارة عن أرقام ثنائية (0) أو (1) وهي تدل على وجود عطل على أحد الأطوار من عدم وجوده.

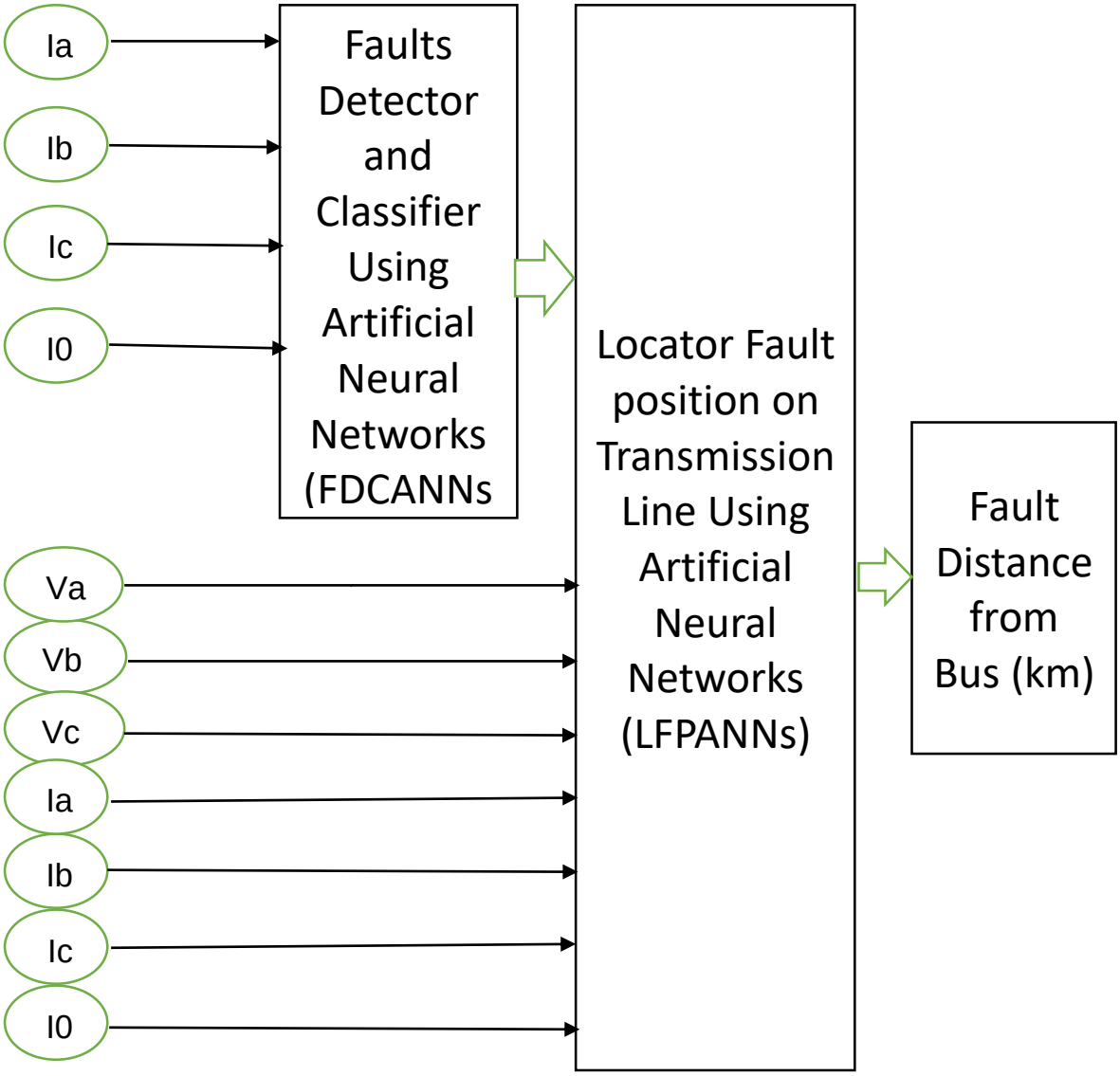
الرمز (0) يدل على عدم وجود عطل.

الرمز (1) يدل على وجود عطل.

بناء على خرج مصنف الأعطال وفي حال اكتشاف عطل على خط النقل يتم تفعيل محدد موقع العطل باستخدام الشبكات العصبونية الصنعية (LFPANNs)

Locator Fault position on Transmission Line Using Artificial Neural Networks

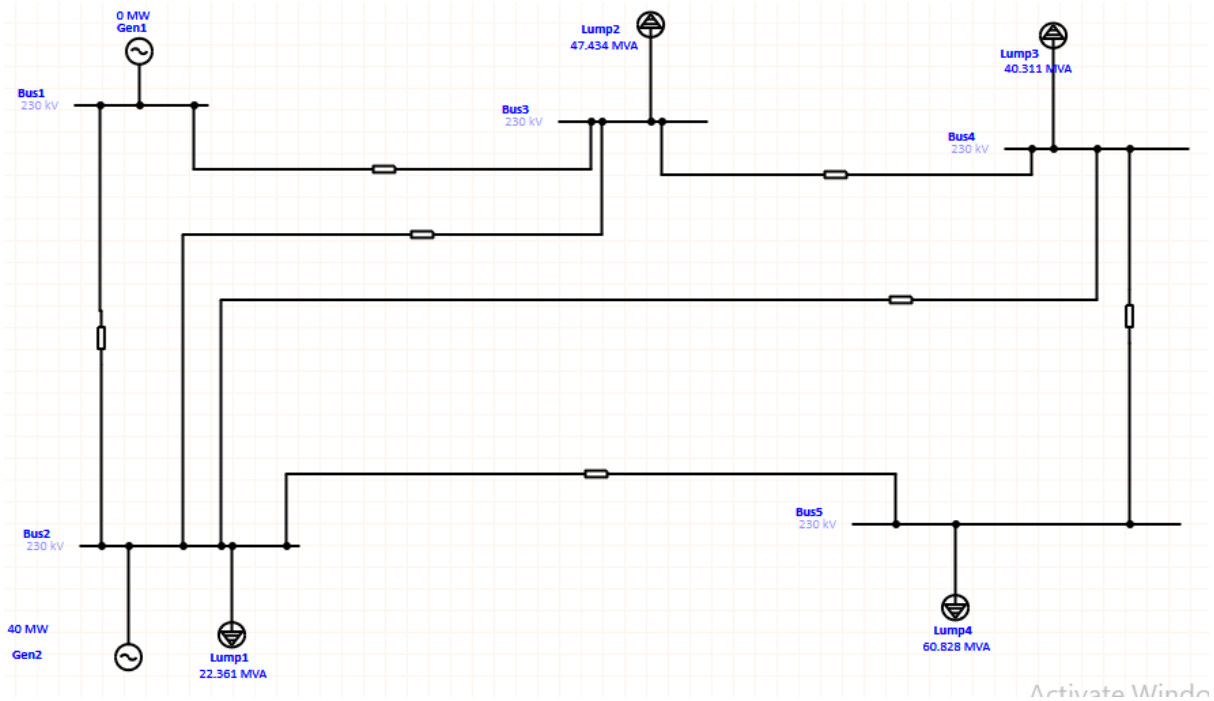
يعتمد محدد موقع العطل (LFPANNs) في عملية تحديد موقع العطل على قيم التوترات للأطوار الثلاثة وقيم التيارات للأطوار الثلاثة وتيار المركبة الصفرية (Va,Vb,Vc,Ia,Ib,Ic,I0) وهي قيم دخل لمحدد موقع العطل، بينما خرج محدد العطل هو عبارة عن رقم حقيقي يعبر عن مسافة العطل مقدرة بالـ km.



الشكل (4-1) المخطط الصندوقي لخوارزمية تحديد موقع العطل على خط النقل

4-3-الشبكة المرجعية المدروسة IEEE 5BUS

تم تطبيق الخوارزمية المتبعة على الشبكة المرجعية IEEE 5BUS حيث تتألف هذه الشبكة من خمسة باسبارت وسبعة خطوط نقل واثنين من المولدات وثلاثة أحمال موزعة كما هو في الشكل (4-2).



الشكل (4-2) الشبكة المرجعية IEEE 5 BUS

قيم محددات مكونات الشبكة المرجعية IEEE 5 BUSمبينة في الجداول (4-1)، (4-2)، (4-3).

الجدول (4-1) قيم الاستطاعة الفعلية والردية المولدة والمستهلكة عند كل باسبار للشبكة المرجعية IEEE 5BUS

Bus No.	Pg(MW)	Qg(Mvar)	Q-Max(Mvar)	Q-Min(Mvar)	Pl(MW)	Ql(Mvar)
1	0	0	500	500	0	0
2	40	0	30	-30	20	10
3	0	0	0	0	45	15
4	0	0	0	0	40	5
5	0	0	0	0	60	10

الجدول (4-2) نوع كل باسبار، التوتر الابتدائي، زاوية الطور عند الباسبار للشبكة IEEE 5 BUS

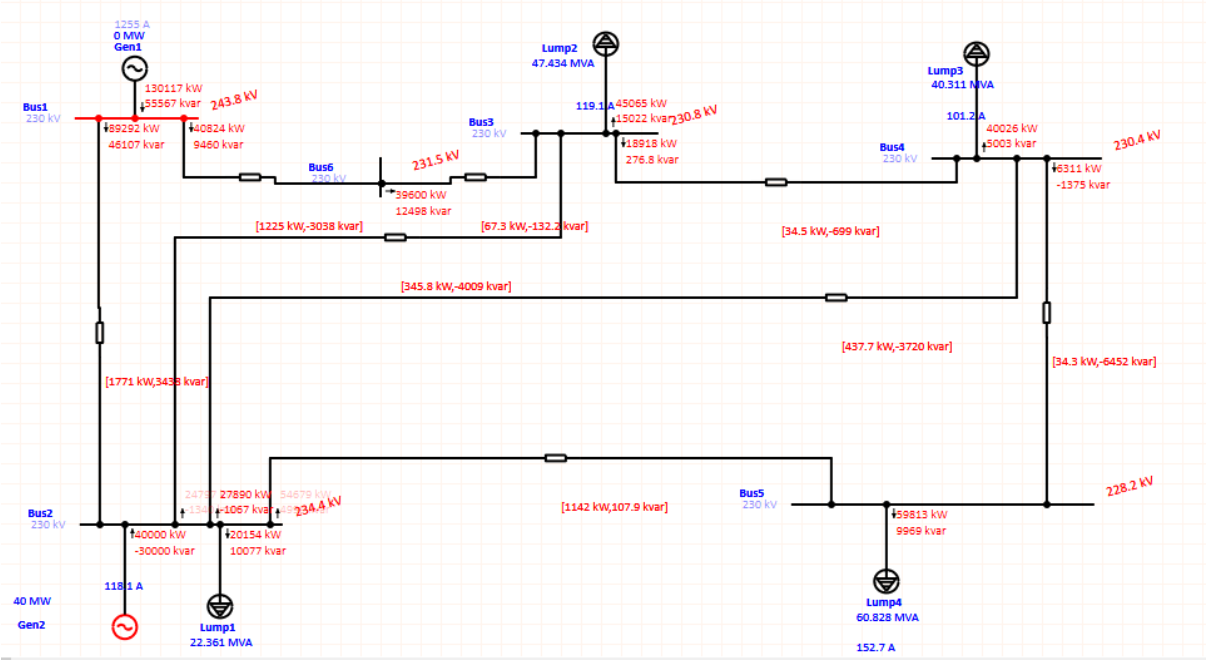
Bus No.	1	2	3	4	5
Bus Type	Slack	PV	PQ	PQ	PQ
Initial V-magnitude(P.U)	1.06	1	1	1	1
Initial V-angle	0	0	0	0	0

الجدول (4-3) القيم الحقيقية للمركبات الموجبة والصفرية لمحددات خطوط النقل للشبكة المرجعية IEEE 5 BUS

Line No.	Length of Transmission Line(km)	Positive seq.R(Ω/km)	Zero seq. R(Ω/km)	Positive seq.L(H/km)	Zero seq. L(H/km)	Positive seq.C(F/km)	Zero seq. C(F/km)
1-2	47	0.22	0.66	0.0017	0.0052	6.3e-9	1.89e-8
1-3	87	0.48	1.455	0.0038	0.0115	2.87e-9	8.62e-9
2-3	67	0.46	1.40	0.0037	0.0112	2.97e-9	8.91e-9
2-4	67	0.46	1.40	0.0037	0.0112	2.97e-9	8.91e-9
2-5	47	0.44	1.32	0.0035	0.0105	3.15e-9	9.45e-9
3-4	19	0.27	0.813	0.0021	0.0064	5.14e-9	1.54e-8
4-5	87	0.48	1.455	0.0038	0.0115	2.87e-9	8.62e-9

4-3-1- جريان الحمولة للشبكة المرجعية IEEE 5BUS

قمنا بإجراء جريان الحمولة للشبكة المرجعية IEEE 5BUS باستخدام برنامج الـ ETAP حيث تم نمذجة الشبكة المرجعية ضمن الـ ETAP، يبين الشكل (4-3) عملية جريان الحمولة.



الشكل (4-3) جريان الحمولة للشبكة المرجعية IEEE 5BUS

يبين الجدول (4-4) نتائج جريان الحمولة للشبكة المرجعية IEEE 5BUS

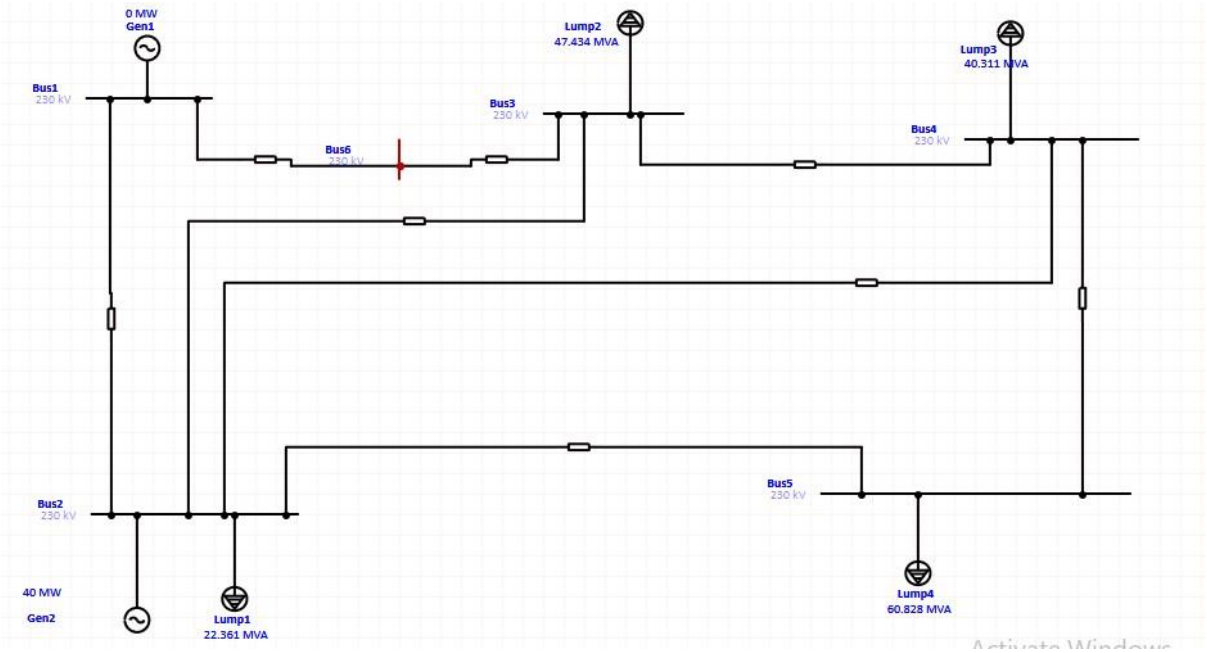
الجدول (4-4) نتائج جريان الحمولة للشبكة المرجعية IEEE 5BUS

LOAD FLOW REPORT

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
*Bus1	230.000	106.000	0.0	130.116	55.570	0.000	0.000	Bus2	89.301	46.115	238.0	88.9	
								Bus3	40.816	9.455	99.2	97.4	
Bus2	230.000	101.903	-2.2	40.000	-30.000	20.154	10.077	Bus1	-87.529	-42.676	239.9	89.9	
								Bus3	24.801	-1.337	61.2	-99.9	
								Bus4	27.893	-1.065	68.8	-99.9	
								Bus5	54.681	5.001	135.3	99.6	
Bus3	230.000	100.361	-4.6	0.000	0.000	45.065	15.022	Bus1	-39.524	-12.624	103.8	95.3	
								Bus2	-24.455	-2.671	61.5	99.4	
								Bus4	18.914	0.274	47.3	100.0	
Bus4	230.000	100.161	-4.9	0.000	0.000	40.026	5.003	Bus2	-27.456	-2.655	69.1	99.5	
								Bus3	-18.879	-0.973	47.4	99.9	
								Bus5	6.309	-1.376	16.2	-97.7	
Bus5	230.000	99.218	-5.7	0.000	0.000	59.813	9.969	Bus2	-53.538	-4.892	136.0	99.6	
								Bus4	-6.275	-5.076	20.4	77.7	

4-3-2- نمذجة دارة العطل للشبكة المرجعية IEEE 5BUS

تمت نمذجة دارة العطل للشبكة المرجعية IEEE 5BUS باستخدام برنامج ETAP، الشكل (4-4) يبين دارة العطل على الخط رقم (1-3) حيث تم إضافة الباسبار رقم 6 على مسار الخط المعطل وهو يمثل النقطة التي حدث عندها العطل.



الشكل (4-4) دارة العطل على الخط (1-3)

قمنا بإجراء عمليات حسابات الأعطال على 11 موقع مختلف على طول خط النقل (1-3) وذلك على اختلاف أنواع الأعطال سواء عطل طور مع الأرض أو عطل طورين أو عطل طورين مع الأرض وكذلك بالنسبة للعطل الثلاثي المتناظر على الأطوار الثلاثة، والجدول (4-5) يبين قيم التوترات للأطوار الثلاثة وقيم التيارات للأطوار الثلاثة بما في ذلك التيار الصفري عند مختلف حالات الأعطال سواء باختلاف نوع العطل أو موقع العطل على خط النقل.

الجدول (4-5) قيم التوترات والتيارات للأطوار الثلاثة والتيار الصفري لأجل مواقع عطل مختلفة على الخط (1-3)

Fault type	L[Km]	Va[KV]	Vb[KV]	Vc[KV]	Ia[KA]	Ib[KA]	Ic[KA]	I0[KA]
LLL-ABC	1	9.61	9.61	9.61	8.445	8.445	8.445	0
LLL-ABC	4.35	32.17	32.17	32.17	6.498	6.498	6.498	0
LLL-ABC	13.05	60.03	60.03	60.03	4.042	4.042	4.042	0
LLL-ABC	21.75	72.34	72.34	72.34	2.922	2.922	2.922	0
LLL-ABC	30.45	79.08	79.08	79.08	2.282	2.282	2.282	0
LLL-ABC	39.15	83.16	83.16	83.16	1.866	1.866	1.866	0

LLL-ABC	47.85	85.7	85.7	85.7	1.574	1.574	1.574	0
LLL-ABC	56.55	87.19	87.19	87.19	1.355	1.355	1.355	0
LLL-ABC	65.25	87.82	87.82	87.82	1.183	1.183	1.183	0
LLL-ABC	73.95	87.59	87.59	87.59	1.041	1.041	1.041	0
LLL-ABC	82.65	86.25	86.25	86.25	0.917	0.917	0.917	0
LLG-BC	1	85.29	17.28	16.62	0.161	9.416	9.012	3.714
LLG-BC	4.35	96.62	45.27	42.28	0.092	6.551	6.192	2.031
LLG-BC	13.05	103.68	71.02	67.01	0.05	3.822	3.68	0.873
LLG-BC	21.75	105.75	81.19	77.5	0.038	2.712	2.636	0.563
LLG-BC	30.45	106.73	86.6	83.24	0.033	2.1	2.051	0.415
LLG-BC	39.15	107.28	89.84	86.72	0.031	1.709	1.674	0.329
LLG-BC	47.85	107.63	91.86	88.88	0.03	1.437	1.409	0.273
LLG-BC	56.55	107.84	93.07	90.15	0.031	1.235	1.212	0.233
LLG-BC	65.25	107.97	93.63	90.7	0.032	1.077	1.057	0.204
LLG-BC	73.95	108.02	93.56	90.54	0.035	0.948	0.93	0.181
LLG-BC	82.65	107.98	92.66	89.47	0.04	0.837	0.819	0.163
LLG-AC	1	17.28	85.29	16.62	9.416	0.161	9.012	3.714
LLG-AC	4.35	45.27	96.62	42.28	6.551	0.092	6.192	2.031
LLG-AC	13.05	71.02	103.68	67.01	3.822	0.05	3.68	0.873
LLG-AC	21.75	81.19	105.75	77.5	2.712	0.038	2.636	0.563
LLG-AC	30.45	86.6	106.73	83.24	2.1	0.033	2.051	0.415
LLG-AC	39.15	89.84	107.28	86.72	1.709	0.031	1.674	0.329

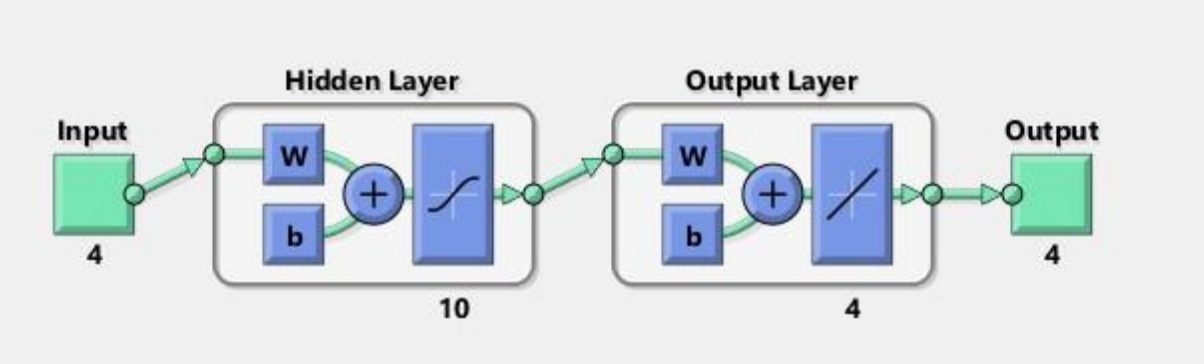
LLG-AC	47.85	91.86	107.63	88.88	1.437	0.03	1.409	0.273
LLG-AC	56.55	93.07	107.84	90.15	1.235	0.031	1.212	0.233
LLG-AC	65.25	93.63	107.97	90.7	1.077	0.032	1.057	0.204
LLG-AC	73.95	93.56	108.02	90.54	0.948	0.035	0.93	0.181
LLG-AC	82.65	92.66	107.98	89.47	0.837	0.04	0.819	0.163
LLG-AB	1	17.28	16.62	85.29	9.416	9.012	0.161	3.714
LLG-AB	4.35	45.27	42.28	96.62	6.551	6.192	0.092	2.031
LLG-AB	13.05	71.02	67.01	103.68	3.822	3.68	0.05	0.873
LLG-AB	21.75	81.19	77.5	105.75	2.712	2.636	0.038	0.563
LLG-AB	30.45	86.6	83.24	106.73	2.1	2.051	0.033	0.415
LLG-AB	39.15	89.84	86.72	107.28	1.709	1.674	0.031	0.329
LLG-AB	47.85	91.86	88.88	107.63	1.437	1.409	0.03	0.273
LLG-AB	56.55	93.07	90.15	107.84	1.235	1.212	0.031	0.233
LLG-AB	65.25	93.63	90.7	107.97	1.077	1.057	0.032	0.204
LLG-AB	73.95	93.56	90.54	108.02	0.948	0.93	0.035	0.181
LLG-AB	82.65	92.66	89.47	107.98	0.837	0.819	0.04	0.163
LL-BC	1	107.95	56.15	53.08	0.012	7.455	7.464	0
LL-BC	4.35	108.49	64.64	57.49	0.009	5.705	5.713	0
LL-BC	13.05	109.1	79.1	72.06	0.006	3.528	3.533	0
LL-BC	21.75	109.35	86.35	80.43	0.004	2.545	2.548	0
LL-BC	30.45	109.47	90.48	85.32	0.004	1.985	1.988	0
LL-BC	39.15	109.55	93.03	88.36	0.003	1.622	1.625	0
LL-BC	47.85	109.59	94.65	90.27	0.003	1.367	1.369	0
LL-BC	56.55	109.62	95.61	91.39	0.003	1.176	1.179	0
LL-BC	65.25	109.63	96.05	91.84	0.002	1.027	1.029	0
LL-BC	73.95	109.62	95.94	91.64	0.002	0.904	0.904	0
LL-BC	82.65	109.59	95.11	90.58	0.003	0.796	0.798	0
LL-AC	1	56.15	107.95	53.08	7.455	0.012	7.464	0
LL-AC	4.35	64.64	108.49	57.49	5.705	0.009	5.713	0

LL-AC	13.05	79.1	109.1	72.06	3.528	0.006	3.533	0
LL-AC	21.75	86.35	109.35	80.43	2.545	0.004	2.548	0
LL-AC	30.45	90.48	109.47	85.32	1.985	0.004	1.988	0
LL-AC	39.15	93.03	109.55	88.36	1.622	0.003	1.625	0
LL-AC	47.85	94.65	109.59	90.27	1.367	0.003	1.369	0
LL-AC	56.55	95.61	109.62	91.39	1.176	0.003	1.179	0
LL-AC	65.25	96.05	109.63	91.84	1.027	0.002	1.029	0
LL-AC	73.95	95.94	109.62	91.64	0.904	0.002	0.904	0
LL-AC	82.65	95.11	109.59	90.58	0.796	0.003	0.798	0
LL-AB	1	56.15	53.08	107.95	7.455	7.464	0.012	0
LL-AB	4.35	64.64	57.49	108.49	5.705	5.713	0.009	0
LL-AB	13.05	79.1	72.06	109.1	3.528	3.533	0.006	0
LL-AB	21.75	86.35	80.43	109.35	2.545	2.548	0.004	0
LL-AB	30.45	90.48	85.32	109.47	1.985	1.988	0.004	0
LL-AB	39.15	93.03	88.36	109.55	1.622	1.625	0.003	0
LL-AB	47.85	94.65	90.27	109.59	1.367	1.369	0.003	0
LL-AB	56.55	95.61	91.39	109.62	1.176	1.179	0.003	0
LL-AB	65.25	96.05	91.84	109.63	1.027	1.029	0.002	0
LL-AB	73.95	95.94	91.64	109.62	0.904	0.904	0.002	0
LL-AB	82.65	95.11	90.58	109.59	0.796	0.798	0.003	0
LG-A	1	18.72	99.1	101.14	9.759	0.131	0.143	10.032
LG-A	4.35	51.72	102.06	104.74	6.192	0.089	0.097	6.378
LG-A	13.05	79.33	105.41	107.44	3.159	0.055	0.059	3.272
LG-A	21.75	88.66	106.7	108.3	2.112	0.044	0.047	2.203
LG-A	30.45	93.24	107.37	108.71	1.582	0.039	0.042	1.663
LG-A	39.15	95.89	107.76	108.95	1.26	0.038	0.04	1.337
LG-A	47.85	97.52	108	109.1	1.043	0.038	0.04	1.121
LG-A	56.55	98.53	108.14	109.21	0.886	0.039	0.041	0.966
LG-A	65.25	99.08	108.22	109.27	0.766	0.042	0.044	0.852
LG-A	73.95	99.23	108.23	109.31	0.669	0.047	0.049	0.765
LG-A	82.65	98.93	108.18	109.32	0.587	0.055	0.056	0.697
LG-B	1	99.1	18.72	101.14	0.131	9.759	0.143	10.032
LG-B	4.35	102.06	51.72	104.74	0.089	6.192	0.097	6.378
LG-B	13.05	105.41	79.33	107.44	0.055	3.159	0.059	3.272
LG-B	21.75	106.7	88.66	108.3	0.044	2.112	0.047	2.203
LG-B	30.45	107.37	93.24	108.71	0.039	1.582	0.042	1.663
LG-B	39.15	107.76	95.89	108.95	0.038	1.26	0.04	1.337
LG-B	47.85	108	97.52	109.1	0.038	1.043	0.04	1.121
LG-B	56.55	108.14	98.53	109.21	0.039	0.886	0.041	0.966
LG-B	65.25	108.22	99.08	109.27	0.042	0.766	0.044	0.852
LG-B	73.95	108.23	99.23	109.31	0.047	0.669	0.049	0.765
LG-B	82.65	108.18	98.93	109.32	0.055	0.587	0.056	0.697
LG-C	1	99.1	101.14	18.72	0.131	0.143	9.759	10.032
LG-C	4.35	102.06	104.74	51.72	0.089	0.097	6.192	6.378
LG-C	13.05	105.41	107.44	79.33	0.055	0.059	3.159	3.272

LG-C	21.75	106.7	108.3	88.66	0.044	0.047	2.112	2.203
LG-C	30.45	107.37	108.71	93.24	0.039	0.042	1.582	1.663
LG-C	39.15	107.76	108.95	95.89	0.038	0.04	1.26	1.337
LG-C	47.85	108	109.1	97.52	0.038	0.04	1.043	1.121
LG-C	56.55	108.14	109.21	98.53	0.039	0.041	0.886	0.966
LG-C	65.25	108.22	109.27	99.08	0.042	0.044	0.766	0.852
LG-C	73.95	108.23	109.31	99.23	0.047	0.049	0.669	0.765
LG-C	82.65	108.18	109.32	98.93	0.055	0.056	0.587	0.697

4-3-3- بناء الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

تتألف الشبكة العصبونية المسئولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال من ثلاث طبقات وهي طبقة الدخل والطبقة المخفية وطبقة الخرج، كما هو مبين في الشكل (4-5)



الشكل (4-5) الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

4-3-3-1-طبقة الدخل للشبكة العصبونية Input layer

تتألف هذه الطبقة من أربة عصبونات وهي تمثل قيم التيارات الثلاثة والتيار الصفري (Ia,Ib,Ic,I0)وتتألف مصفوفة الدخل للشبكة العصبونية من مصفوفة 4*111 حيث 4 هي عدد الأعمدة والتي تمثل قيم التيارات للأطوار الثلاثة والتيار الصفري، بينما 111 هي عدد الأسطر وهي تمثل الأعطال بمختلف أنواعها ومواقعها على الخط (1-3) ويبين الجدول (4-6) قيم مصفوفة الدخل للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف العطل.

الجدول (4-6) قيم مصفوفة الدخل للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال للخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

Ia[KA]	Ib[KA]	Ic[KA]	I0[KA]
0.0992	0.0992	0.0992	0
8.445	8.445	8.445	0
6.498	6.498	6.498	0
4.042	4.042	4.042	0
2.922	2.922	2.922	0
2.282	2.282	2.282	0
1.866	1.866	1.866	0
1.574	1.574	1.574	0

1.355	1.355	1.355	0
1.183	1.183	1.183	0
1.041	1.041	1.041	0
0.917	0.917	0.917	0
0.161	9.416	9.012	3.714
0.092	6.551	6.192	2.031
0.05	3.822	3.68	0.873
0.038	2.712	2.636	0.563
0.033	2.1	2.051	0.415
0.031	1.709	1.674	0.329
0.03	1.437	1.409	0.273
0.031	1.235	1.212	0.233
0.032	1.077	1.057	0.204
0.035	0.948	0.93	0.181
0.04	0.837	0.819	0.163
9.416	0.161	9.012	3.714
6.551	0.092	6.192	2.031
3.822	0.05	3.68	0.873
2.712	0.038	2.636	0.563
2.1	0.033	2.051	0.415
1.709	0.031	1.674	0.329
1.437	0.03	1.409	0.273
1.235	0.031	1.212	0.233
1.077	0.032	1.057	0.204
0.948	0.035	0.93	0.181
0.837	0.04	0.819	0.163
9.416	9.012	0.161	3.714
6.551	6.192	0.092	2.031
3.822	3.68	0.05	0.873
2.712	2.636	0.038	0.563
2.1	2.051	0.033	0.415
1.709	1.674	0.031	0.329
1.437	1.409	0.03	0.273
1.235	1.212	0.031	0.233
1.077	1.057	0.032	0.204
0.948	0.93	0.035	0.181
0.837	0.819	0.04	0.163
0.012	7.455	7.464	0
0.009	5.705	5.713	0
0.006	3.528	3.533	0
0.004	2.545	2.548	0
0.004	1.985	1.988	0
0.003	1.622	1.625	0
0.003	1.367	1.369	0
0.003	1.176	1.179	0

0.002	1.027	1.029	0
0.002	0.904	0.904	0
0.003	0.796	0.798	0
7.455	0.012	7.464	0
5.705	0.009	5.713	0
3.528	0.006	3.533	0
2.545	0.004	2.548	0
1.985	0.004	1.988	0
1.622	0.003	1.625	0
1.367	0.003	1.369	0
1.176	0.003	1.179	0
1.027	0.002	1.029	0
0.904	0.002	0.904	0
0.796	0.003	0.798	0
7.455	7.464	0.012	0
5.705	5.713	0.009	0
3.528	3.533	0.006	0
2.545	2.548	0.004	0
1.985	1.988	0.004	0
1.622	1.625	0.003	0
1.367	1.369	0.003	0
1.176	1.179	0.003	0
1.027	1.029	0.002	0
0.904	0.904	0.002	0
0.796	0.798	0.003	0
9.759	0.131	0.143	10.032
6.192	0.089	0.097	6.378
3.159	0.055	0.059	3.272
2.112	0.044	0.047	2.203
1.582	0.039	0.042	1.663
1.26	0.038	0.04	1.337
1.043	0.038	0.04	1.121
0.886	0.039	0.041	0.966
0.766	0.042	0.044	0.852
0.669	0.047	0.049	0.765
0.587	0.055	0.056	0.697
0.131	9.759	0.143	10.032
0.089	6.192	0.097	6.378
0.055	3.159	0.059	3.272
0.044	2.112	0.047	2.203
0.039	1.582	0.042	1.663
0.038	1.26	0.04	1.337
0.038	1.043	0.04	1.121
0.039	0.886	0.041	0.966
0.042	0.766	0.044	0.852

0.047	0.669	0.049	0.765
0.055	0.587	0.056	0.697
0.131	0.143	9.759	10.032
0.089	0.097	6.192	6.378
0.055	0.059	3.159	3.272
0.044	0.047	2.112	2.203
0.039	0.042	1.582	1.663
0.038	0.04	1.26	1.337
0.038	0.04	1.043	1.121
0.039	0.041	0.886	0.966
0.042	0.044	0.766	0.852
0.047	0.049	0.669	0.765
0.055	0.056	0.587	0.697

4-3-3-2- الطبقة المخفية للشبكة العصبونية Hidden layer

تتألف هذه الطبقة من عشرة عصبونات يتم في هذه الطبقة تحديد تابع التفعيل حيث تم استخدام تابع tansig كما هو مبين في الشكل (4-5)

4-3-3-3- طبقة الخرج للشبكة العصبونية Output layer

تتألف طبقة الخرج من أربع عصبونات وهذه العصبونات الأربعة تأخذ أرقام ثنائيه أما0 أو 1 الرمز "0" يدل على عدم وجود عطل بينما الرمز "1" فيدل على وجود عطل. يتم تحديد قيم الخرج للشبكة العصبونية طبقا لمصفوفة الهدف Target والتي تمثل القيم التي يتم تدريب الشبكة العصبونية عليها لتعطي الخرج المرغوب به من هذه الشبكة حجم هذه المصفوفة 4*111، يبين الجدول (4-7) قيم مصفوفة الهدف للشبكة العصبونية المسئولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال للخط (1-3)

الجدول (4-7) قيم مصفوفة الهدف للشبكة العصبونية المسئولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال للخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

Fault type	A	B	C	G
Normal	0	0	0	0
LLL-ABC	1	1	1	0
LLL-ABC	1	1	1	0
LLL-ABC	1	1	1	0
LLL-ABC	1	1	1	0
LLL-ABC	1	1	1	0
LLL-ABC	1	1	1	0
LLL-ABC	1	1	1	0
LLL-ABC	1	1	1	0

LLL-ABC	1	1	1	0
LLL-ABC	1	1	1	0
LLL-ABC	1	1	1	0
LLG-BC	0	1	1	1
LLG-BC	0	1	1	1
LLG-BC	0	1	1	1
LLG-BC	0	1	1	1
LLG-BC	0	1	1	1
LLG-BC	0	1	1	1
LLG-BC	0	1	1	1
LLG-BC	0	1	1	1
LLG-BC	0	1	1	1
LLG-BC	0	1	1	1
LLG-BC	0	1	1	1
LLG-AC	1	0	1	1
LLG-AC	1	0	1	1
LLG-AC	1	0	1	1
LLG-AC	1	0	1	1
LLG-AC	1	0	1	1
LLG-AC	1	0	1	1
LLG-AC	1	0	1	1
LLG-AC	1	0	1	1
LLG-AC	1	0	1	1
LLG-AC	1	0	1	1
LLG-AC	1	0	1	1
LLG-AB	1	1	0	1
LLG-AB	1	1	0	1
LLG-AB	1	1	0	1
LLG-AB	1	1	0	1
LLG-AB	1	1	0	1
LLG-AB	1	1	0	1
LLG-AB	1	1	0	1
LLG-AB	1	1	0	1
LLG-AB	1	1	0	1
LLG-AB	1	1	0	1
LLG-AB	1	1	0	1
LL-BC	0	1	1	0
LL-BC	0	1	1	0
LL-BC	0	1	1	0
LL-BC	0	1	1	0
LL-BC	0	1	1	0
LL-BC	0	1	1	0
LL-BC	0	1	1	0

LL-BC	0	1	1	0
LL-BC	0	1	1	0
LL-BC	0	1	1	0
LL-BC	0	1	1	0
LL-AC	1	0	1	0
LL-AC	1	0	1	0
LL-AC	1	0	1	0
LL-AC	1	0	1	0
LL-AC	1	0	1	0
LL-AC	1	0	1	0
LL-AC	1	0	1	0
LL-AC	1	0	1	0
LL-AC	1	0	1	0
LL-AC	1	0	1	0
LL-AC	1	0	1	0
LL-AB	1	1	0	0
LL-AB	1	1	0	0
LL-AB	1	1	0	0
LL-AB	1	1	0	0
LL-AB	1	1	0	0
LL-AB	1	1	0	0
LL-AB	1	1	0	0
LL-AB	1	1	0	0
LL-AB	1	1	0	0
LL-AB	1	1	0	0
LL-AB	1	1	0	0
LG-A	1	0	0	1
LG-A	1	0	0	1
LG-A	1	0	0	1
LG-A	1	0	0	1
LG-A	1	0	0	1
LG-A	1	0	0	1
LG-A	1	0	0	1
LG-A	1	0	0	1
LG-A	1	0	0	1
LG-A	1	0	0	1
LG-A	1	0	0	1
LG-B	0	1	0	1
LG-B	0	1	0	1
LG-B	0	1	0	1
LG-B	0	1	0	1
LG-B	0	1	0	1
LG-B	0	1	0	1
LG-B	0	1	0	1
LG-B	0	1	0	1

LG-B	0	1	0	1
LG-B	0	1	0	1
LG-B	0	1	0	1
LG-C	0	0	1	1
LG-C	0	0	1	1
LG-C	0	0	1	1
LG-C	0	0	1	1
LG-C	0	0	1	1
LG-C	0	0	1	1
LG-C	0	0	1	1
LG-C	0	0	1	1
LG-C	0	0	1	1
LG-C	0	0	1	1
LG-C	0	0	1	1

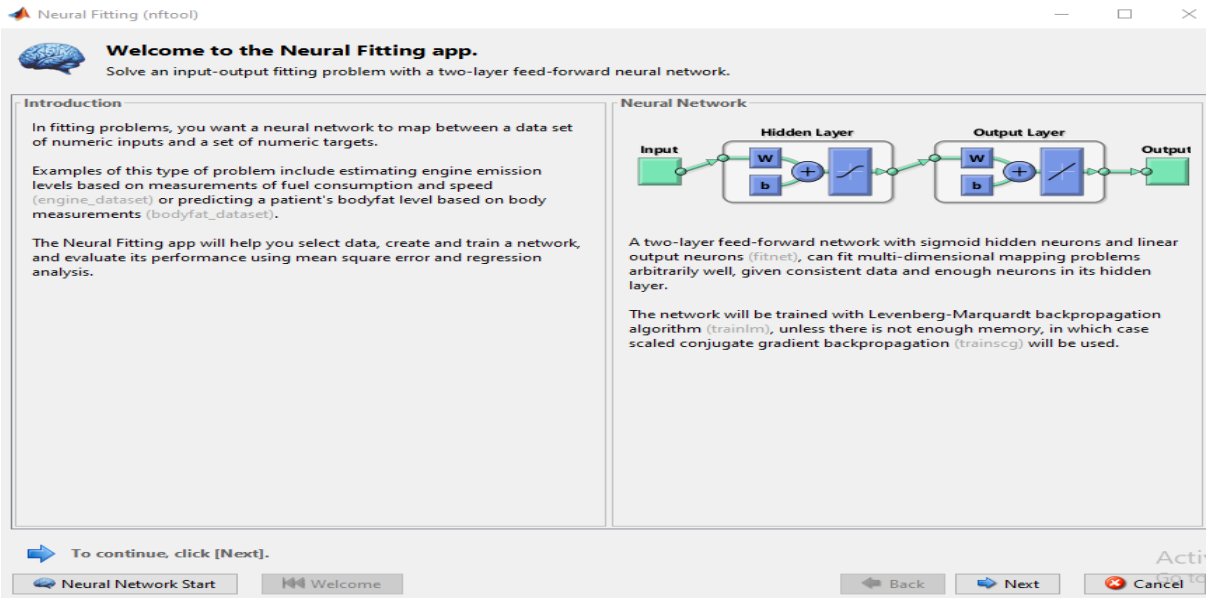
4-3-3-4- عملية بناء الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف العطل على الخط (3-1)

تم بناء الشبكة العصبونية في برنامج الـ MATLAB وذلك باستخدام تعليمة nftool في نافذة الـ command window بتنفيذ هذه التعليمة سوف تظهر لنا نافذة الشبكات العصبونية المبينة في الشكل (4-6)

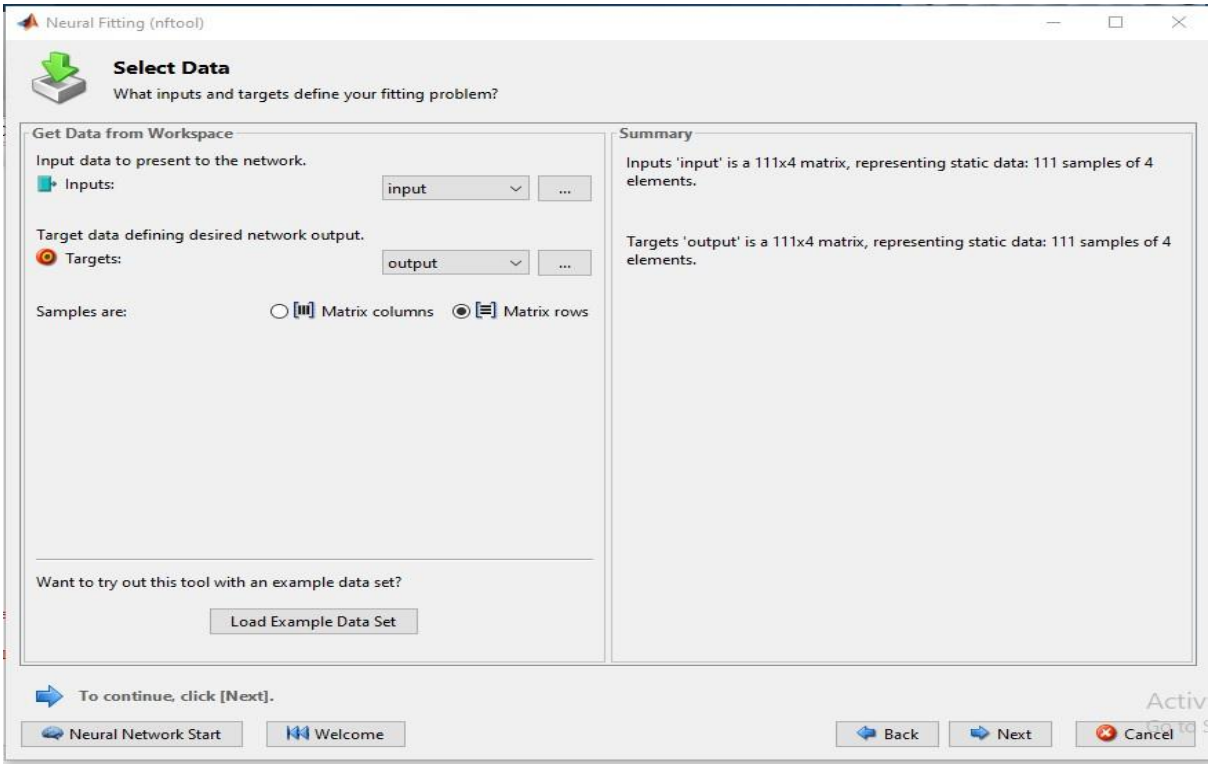
بالنقر على زر التالي سوف ننتقل إلى النافذة التالية المبينة في الشكل (4-7) يتم من خلال هذه النافذة تعيين

مصفوفة الدخل للشبكة العصبونية Inputsو مصفوفة الهدف لها Targets، ثم بالنقر على زر التالي ننتقل إلى النافذة التالية المبينة في الشكل (4-8) يتم في هذه النافذة تعيين عدد عينات التدريب Training، وعدد عينات التقييم Validation، وعدد عينات الاختبار Testing حيث سنقوم بتدريب 70% من البيانات، وتقييم 15%، واختبار 15%.

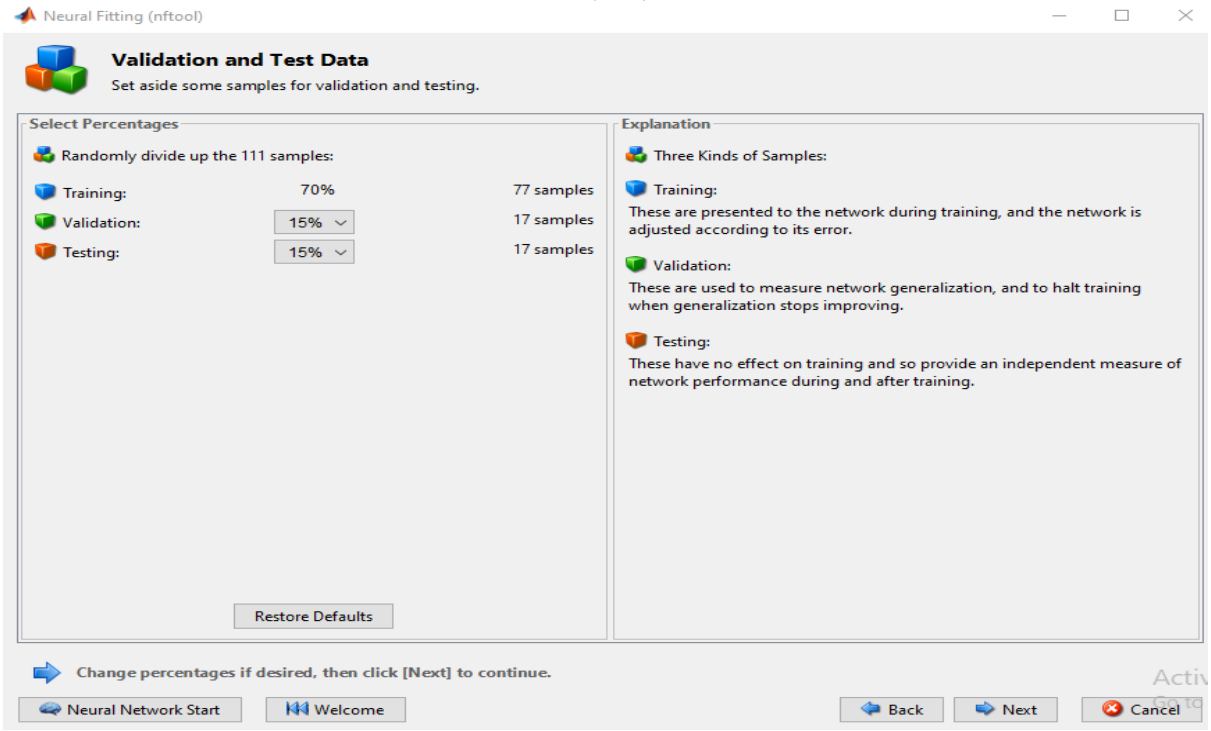
، بعد تحديد نسب العينات يتم تحديد عدد العصبونات في الطبقة المخفية Number of hidden neuronsمن خلال النافذة التالية المبينة في الشكل (4-9) وبذلك نكون قد اتممنا عملية بناء الشبكة العصبونية.



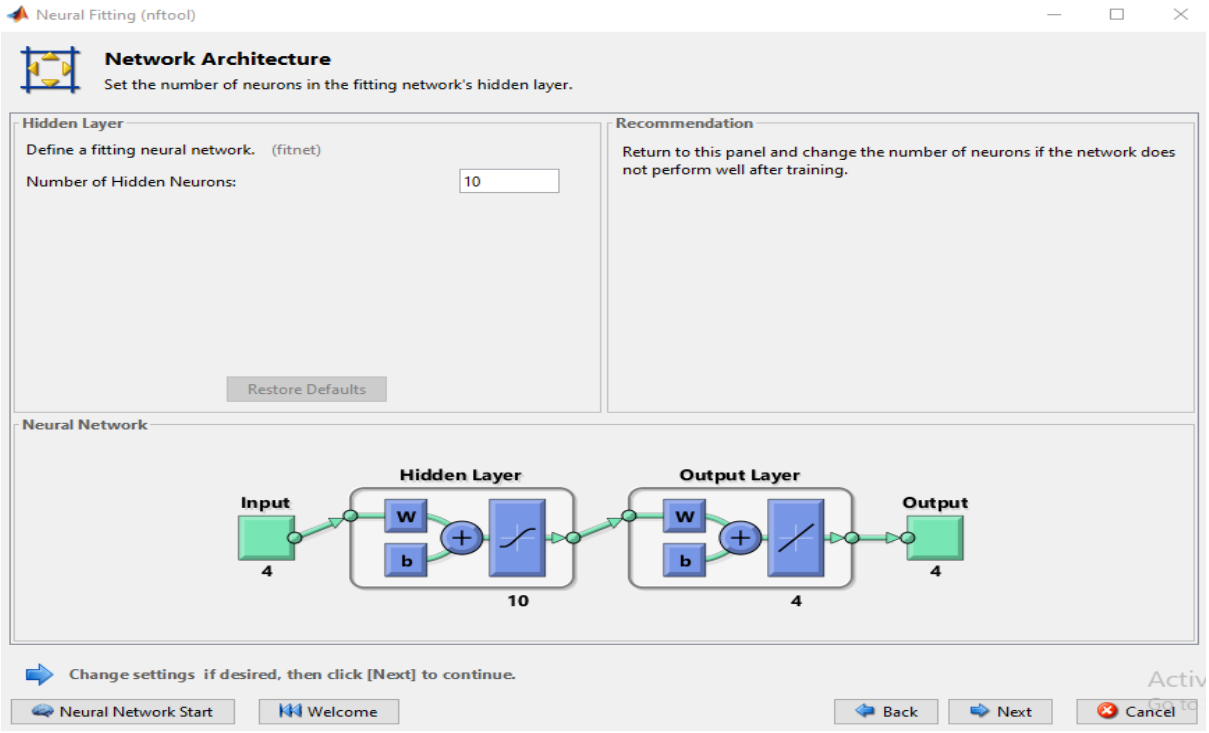
الشكل (4-6) نافذة الشبكات العصبونية nftool



الشكل (4-7) نافذة تعيين مصفوفة الدخل ومصفوفة الهدف للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال للخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS



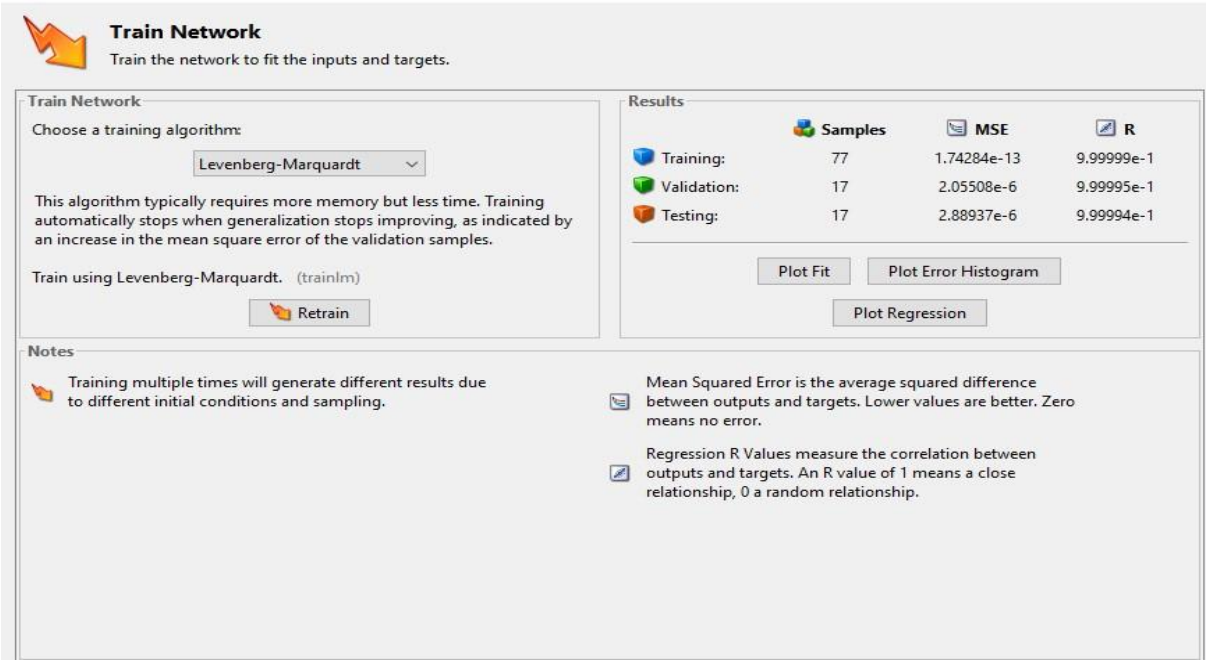
الشكل (4-8) نافذة تعيين عدد عينات التدريب وعينات التقييم وعينات الاختبار للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS



الشكل (4-9) نافذة تحديد عدد العصبونات في الطبقة المخفية للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

4-3-3-5- عملية تدريب الشبكة العصبونية

بعد إتمام عملية بناء الشبكة العصبونية ننتقل للنافذة التالية المبينة في الشكل (4-10) من خلال هذه النافذة يتم اختيار ألغورثم التدريب حيث اخترنا الألغورثم levenberg-marquardt يتميز هذا الألغورثم بأنه يتطلب ذاكرة أكبر ولكن زمن التدريب أقل وعملية التدريب تتوقف بشكل آلي عند معرفة توقف التحسن وذلك من خلال الإشارة المستنتجة عند زيادة مربع الخطأ لعينات التقييم.



الشكل (4-10) نافذة تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

حيث أن:

Samples تشير إلى عدد العينات لكل حالة (التدريب، التقييم، الاختبار)

MSE متوسط الخطأ التربيعي: وهو القيمة الوسطية لمربع الفرق بين خرج الشبكة العصبونية وبين القيمة الهدف للشبكة العصبونية. أقل قيمة له هي 0 وتعني أنه لا يوجد خطا.

R تدل على مدى العلاقة بين الخرج و قيم الدخل للشبكة العصبونية. حيث أن قيمة R=1 تعني أن العلاقة بين الخرج والهدف قريبة أما R=0 هذا يعني أن العلاقة بينهما بعيدة وتأخذ قيم عشوائية.

نلاحظ من الشكل (4-10) ان قيم MSE لكلا من عينات التدريب والتقييم والاختبار صغيرة جدا وذلك يدل أن عملية التدريب قد انتهت كما أن قيمة R للعينات الثلاثة تقريبا مساوية للواحد فهذا يعني أن الارتباط وثيق بين قيم الخرج للشبكة العصبونية وقيم الهدف لها.

حيث أننا حصلنا على أصغر قيم خطأ بعد عدد معين من عمليات التدريب وزمن تدريب أقل من واحد ثانية كما في الشكل (4-12) الذي يحتوي على بيانات التدريب المستخدمة حتى الحصول على تابع الهدف المطلوب Target ومنها:

1-عدد مرات التكرار حتى إتمام مرحلة التعلم Epoch

2-الزمن الذي استغرق لإتمام هذه العملية Time.

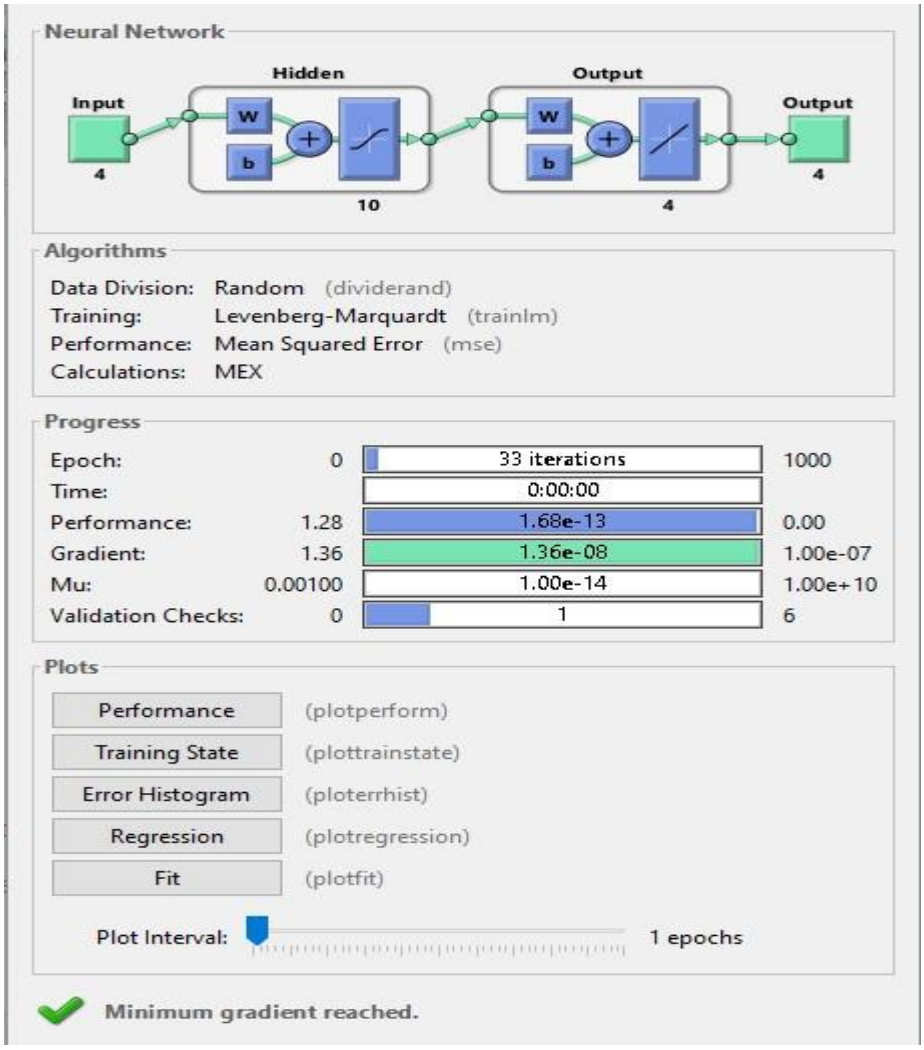
3-معدل تغير الأوزان.Gradient

4-تابع يعبر عن قدرة الشبكة على التعميم بخطأ صغير جدا.Mu

5-تابع الأداء للشبكة Performance.

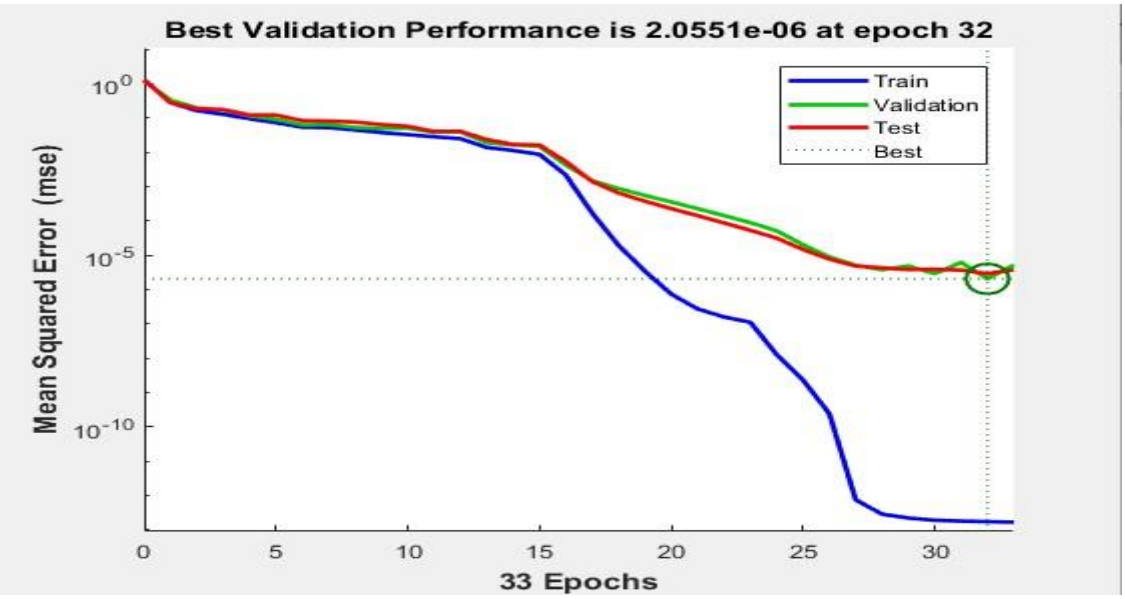
6-حالة التعلم للشبكة Training State.

7-تابع يعبر عن فعالية الملاحقة للقيمة الحقيقية Regression.



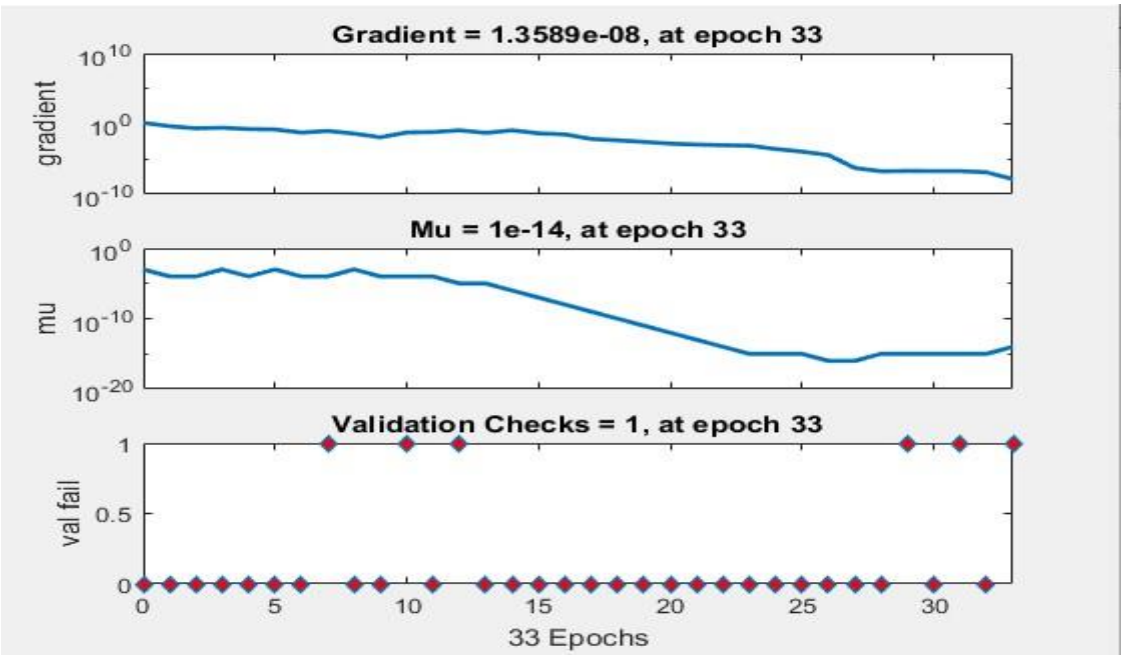
الشكل (4-11) معلومات الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال للخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

يمثل الشكل (4-12) تابع الأداء للشبكة أثناء عملية التدريب والاختبار والتقييم وكان أفضل أداء لها عندepoch 32.

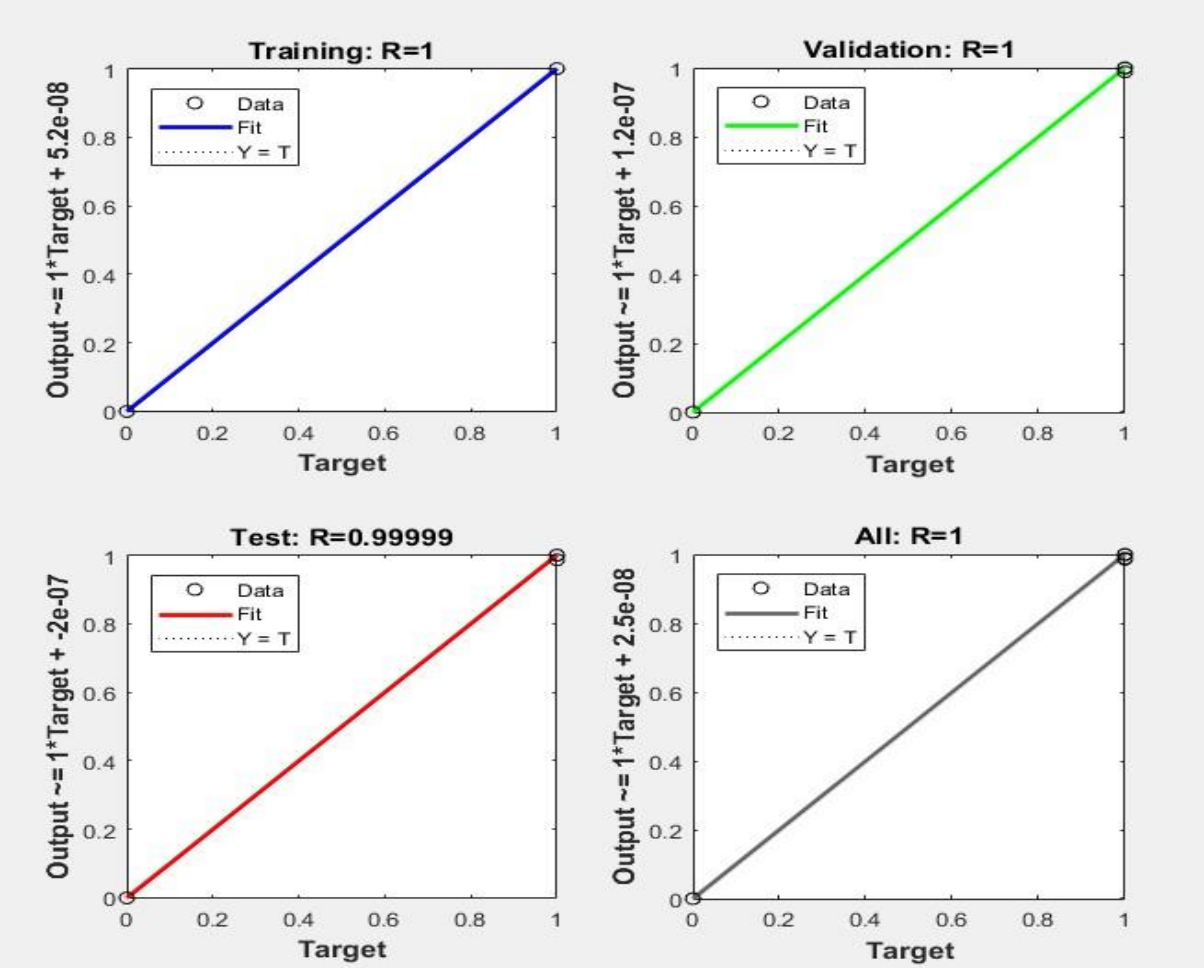


الشكل (4-12) منحني الأداء للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف العطل للخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

كما يبين الشكل (4-13) حالة التعلم للشبكة عند 33epochs



الشكل (4-13) حالة التعلم للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS



الشكل (4-14) منحنيات الملاحقة للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال للخط (3-1) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

ثم نقوم بحفظ نتائج الخرج حيث يبين الجدول نتائج الخرج المقابلة للعينات التي أخذناها:

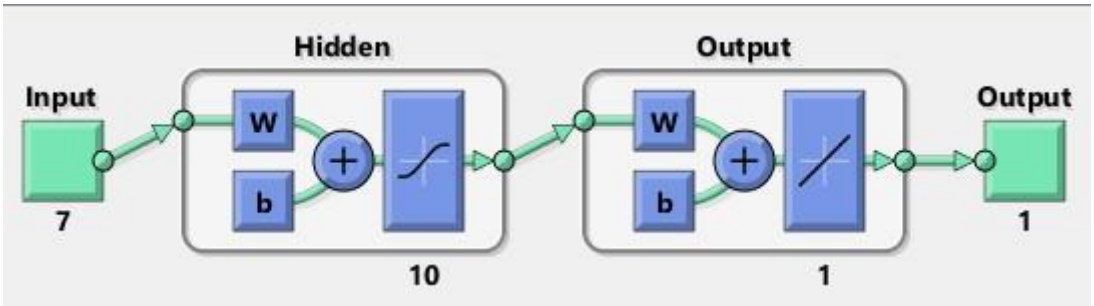
الجدول (4-8) عينة من مصفوفة الخرج للشبكة العصبونية المسئولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال للخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

1.0000	1.0000	1.3755375e-05	1.0000	1.5265582e-06	1.0000	1.0000	1.52952e-06	1.0000	1.0000
1.0000	1.599763046e-05	1.00000	1.52668552e-06	1.0000	1.0000	1.526552e-06	1.0000	1.0000	1.168552e-06
1.0000	1.909074539e-06	1.52068552e-06	1.52696852e-06	1.0000	1.5269482e-06	1.0000	1.0000	1.568552e-06	1.0000
2.1267939e-06	1.0000	1.0000	1.0000	1.52668552e-06	1.5268552e-06	1.528552e-06	1.0000	1.0000	1.0000

نلاحظ أن مصفوفة الخرج قريبة بنسبة 99% من مصفوفة الهدف أي أننا نجحنا بتدريب الشبكة العصبونية وأصبحت شبكتنا جاهزة للأختبار حيث أنها سوف تقوم بتحليل أي نوع عطل .

4-3-4- بناء الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

تتألف الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل من ثلاث طبقات وهي طبقة الدخل والطبقة المخفية وطبقة الخرج، كما هو مبين في الشكل (4-15)



الشكل (4-15) بنية الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

4-3-4-1-طبقة الدخل للشبكة العصبونية Input layer

تتألف هذه الطبقة من سبعة عصبونات وهي تمثل قيم التيارات والتوترات ثلاثية الطور والتيار الصفري (Va,Vb,Vc,Ia,Ib,Ic,I0)وتتألف مصفوفة الدخل للشبكة العصبونية من مصفوفة 7*111 حيث 7هي عدد الأعمدة والتي تمثل قيم التيارات والتوترات للأطوار الثلاثة والتيار الصفري، بينما 111 هي عدد الأسطر وهي تمثل الأعطال بمختلف أنواعها ومواقعها على الخط (1-3) ويبين الجدول (4-9) قيم مصفوفة الدخل للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل.

الجدول (4-9) قيم مصفوفة الدخل Inputs للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

Va[KV]	Vb[KV]	Vc[KV]	Ia[KA]	Ib[KA]	Ice[KA]	I0[KA]
9.61	9.61	9.61	8.445	8.445	8.445	0
32.17	32.17	32.17	6.498	6.498	6.498	0
60.03	60.03	60.03	4.042	4.042	4.042	0
72.34	72.34	72.34	2.922	2.922	2.922	0
79.08	79.08	79.08	2.282	2.282	2.282	0
83.16	83.16	83.16	1.866	1.866	1.866	0
85.7	85.7	85.7	1.574	1.574	1.574	0
87.19	87.19	87.19	1.355	1.355	1.355	0
87.82	87.82	87.82	1.183	1.183	1.183	0
87.59	87.59	87.59	1.041	1.041	1.041	0
86.25	86.25	86.25	0.917	0.917	0.917	0
85.29	17.28	16.62	0.161	9.416	9.012	3.714
96.62	45.27	42.28	0.092	6.551	6.192	2.031
103.68	71.02	67.01	0.05	3.822	3.68	0.873
105.75	81.19	77.5	0.038	2.712	2.636	0.563
106.73	86.6	83.24	0.033	2.1	2.051	0.415
107.28	89.84	86.72	0.031	1.709	1.674	0.329
107.63	91.86	88.88	0.03	1.437	1.409	0.273
107.84	93.07	90.15	0.031	1.235	1.212	0.233
107.97	93.63	90.7	0.032	1.077	1.057	0.204
108.02	93.56	90.54	0.035	0.948	0.93	0.181

107.98	92.66	89.47	0.04	0.837	0.819	0.163
17.28	85.29	16.62	9.416	0.161	9.012	3.714
45.27	96.62	42.28	6.551	0.092	6.192	2.031
71.02	103.68	67.01	3.822	0.05	3.68	0.873
81.19	105.75	77.5	2.712	0.038	2.636	0.563
86.6	106.73	83.24	2.1	0.033	2.051	0.415
89.84	107.28	86.72	1.709	0.031	1.674	0.329
91.86	107.63	88.88	1.437	0.03	1.409	0.273
93.07	107.84	90.15	1.235	0.031	1.212	0.233
93.63	107.97	90.7	1.077	0.032	1.057	0.204
93.56	108.02	90.54	0.948	0.035	0.93	0.181
92.66	107.98	89.47	0.837	0.04	0.819	0.163
17.28	16.62	85.29	9.416	9.012	0.161	3.714
45.27	42.28	96.62	6.551	6.192	0.092	2.031
71.02	67.01	103.68	3.822	3.68	0.05	0.873
81.19	77.5	105.75	2.712	2.636	0.038	0.563
86.6	83.24	106.73	2.1	2.051	0.033	0.415
89.84	86.72	107.28	1.709	1.674	0.031	0.329
91.86	88.88	107.63	1.437	1.409	0.03	0.273
93.07	90.15	107.84	1.235	1.212	0.031	0.233
93.63	90.7	107.97	1.077	1.057	0.032	0.204
93.56	90.54	108.02	0.948	0.93	0.035	0.181
92.66	89.47	107.98	0.837	0.819	0.04	0.163
107.95	56.15	53.08	0.012	7.455	7.464	0
108.49	64.64	57.49	0.009	5.705	5.713	0
109.1	79.1	72.06	0.006	3.528	3.533	0
109.35	86.35	80.43	0.004	2.545	2.548	0
109.47	90.48	85.32	0.004	1.985	1.988	0
109.55	93.03	88.36	0.003	1.622	1.625	0
109.59	94.65	90.27	0.003	1.367	1.369	0
109.62	95.61	91.39	0.003	1.176	1.179	0
109.63	96.05	91.84	0.002	1.027	1.029	0
109.62	95.94	91.64	0.002	0.904	0.904	0
109.59	95.11	90.58	0.003	0.796	0.798	0
56.15	107.95	53.08	7.455	0.012	7.464	0
64.64	108.49	57.49	5.705	0.009	5.713	0
79.1	109.1	72.06	3.528	0.006	3.533	0
86.35	109.35	80.43	2.545	0.004	2.548	0
90.48	109.47	85.32	1.985	0.004	1.988	0
93.03	109.55	88.36	1.622	0.003	1.625	0
94.65	109.59	90.27	1.367	0.003	1.369	0
95.61	109.62	91.39	1.176	0.003	1.179	0
96.05	109.63	91.84	1.027	0.002	1.029	0
95.94	109.62	91.64	0.904	0.002	0.904	0
95.11	109.59	90.58	0.796	0.003	0.798	0

56.15	53.08	107.95	7.455	7.464	0.012	0
64.64	57.49	108.49	5.705	5.713	0.009	0
79.1	72.06	109.1	3.528	3.533	0.006	0
86.35	80.43	109.35	2.545	2.548	0.004	0
90.48	85.32	109.47	1.985	1.988	0.004	0
93.03	88.36	109.55	1.622	1.625	0.003	0
94.65	90.27	109.59	1.367	1.369	0.003	0
95.61	91.39	109.62	1.176	1.179	0.003	0
96.05	91.84	109.63	1.027	1.029	0.002	0
95.94	91.64	109.62	0.904	0.904	0.002	0
95.11	90.58	109.59	0.796	0.798	0.003	0
18.72	99.1	101.14	9.759	0.131	0.143	10.032
51.72	102.06	104.74	6.192	0.089	0.097	6.378
79.33	105.41	107.44	3.159	0.055	0.059	3.272
88.66	106.7	108.3	2.112	0.044	0.047	2.203
93.24	107.37	108.71	1.582	0.039	0.042	1.663
95.89	107.76	108.95	1.26	0.038	0.04	1.337
97.52	108	109.1	1.043	0.038	0.04	1.121
98.53	108.14	109.21	0.886	0.039	0.041	0.966
99.08	108.22	109.27	0.766	0.042	0.044	0.852
99.23	108.23	109.31	0.669	0.047	0.049	0.765
98.93	108.18	109.32	0.587	0.055	0.056	0.697
99.1	18.72	101.14	0.131	9.759	0.143	10.032
102.06	51.72	104.74	0.089	6.192	0.097	6.378
105.41	79.33	107.44	0.055	3.159	0.059	3.272
106.7	88.66	108.3	0.044	2.112	0.047	2.203
107.37	93.24	108.71	0.039	1.582	0.042	1.663
107.76	95.89	108.95	0.038	1.26	0.04	1.337
108	97.52	109.1	0.038	1.043	0.04	1.121
108.14	98.53	109.21	0.039	0.886	0.041	0.966
108.22	99.08	109.27	0.042	0.766	0.044	0.852
108.23	99.23	109.31	0.047	0.669	0.049	0.765
108.18	98.93	109.32	0.055	0.587	0.056	0.697
99.1	101.14	18.72	0.131	0.143	9.759	10.032
102.06	104.74	51.72	0.089	0.097	6.192	6.378
105.41	107.44	79.33	0.055	0.059	3.159	3.272
106.7	108.3	88.66	0.044	0.047	2.112	2.203
107.37	108.71	93.24	0.039	0.042	1.582	1.663
107.76	108.95	95.89	0.038	0.04	1.26	1.337
108	109.1	97.52	0.038	0.04	1.043	1.121
108.14	109.21	98.53	0.039	0.041	0.886	0.966
108.22	109.27	99.08	0.042	0.044	0.766	0.852
108.23	109.31	99.23	0.047	0.049	0.669	0.765
108.18	109.32	98.93	0.055	0.056	0.587	0.697

4-3-4-2- الطبقة المخفية للشبكة العصبونية Hidden layer

تتألف هذه الطبقة من عشرة عصبونات يتم في هذه الطبقة تحديد تابع التفعيل حيث تم استخدام تابع tansig كما هو مبين في الشكل (4-15)

4-3-4-3- طبقة الخرج للشبكة العصبونية Output layer

تتألف طبقة الخرج من عصبون واحد وهو يمثل مسافة العطل عن الباسبار الأول Bus1 مقدرة بالكيلومتر. يتم تحديد قيم الخرج للشبكة العصبونية طبقا لمصفوفة الهدف Target والتي تمثل القيم التي يتم تدريب الشبكة العصبونية عليها لتعطي الخرج المرغوب به من هذه الشبكة، حجم هذه المصفوفة 1*111، يبين الجدول (4-10) قيم مصفوفة الهدف للشبكة العصبونية المسئولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3)

الجدول (4-10) قيم مصفوفة الهدف Targets للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعيةIEEE 5BUS

L[Km]
1
4.35
13.05
21.75
30.45
39.15
47.85
56.55
65.25
73.95
82.65
1
4.35
13.05
21.75
30.45
39.15
47.85
56.55
65.25
73.95
82.65
1
4.35
13.05
21.75
30.45
39.15
47.85
56.55
65.25

73.95
82.65
1
4.35
13.05
21.75
30.45
39.15
47.85
56.55
65.25
73.95
82.65
1
4.35
13.05
21.75
30.45
39.15
47.85
56.55
65.25
73.95
82.65
1
4.35
13.05
21.75
30.45
39.15
47.85
56.55
65.25
73.95
82.65
1
4.35
13.05
21.75
30.45
39.15
47.85
56.55
65.25
73.95

82.65
1
4.35
13.05
21.75
30.45
39.15
47.85
56.55
65.25
73.95
82.65
1
4.35
13.05
21.75
30.45
39.15
47.85
56.55
65.25
73.95
82.65
1
4.35
13.05
21.75
30.45
39.15
47.85
56.55
65.25
73.95
82.65

4-3-4-4- عملية بناء الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3)

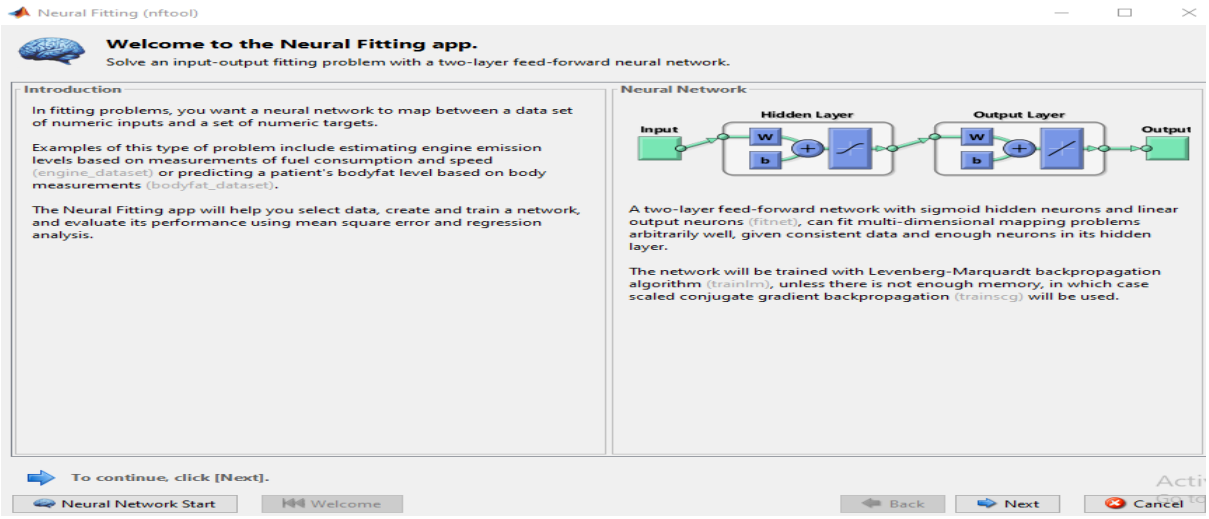
باستخدام تعليمة nftool في نافذة الـcommand window في برنامج الـ MATLAB، بتنفيذ هذه التعليمة سوف تظهر لنا نافذة الشبكات العصبونية المبينة في الشكل (4-16)

بالنقر على زر التالي سوف ننتقل إلى النافذة التالية المبينة في الشكل (4-17) يتم من خلال هذه النافذة تعيين

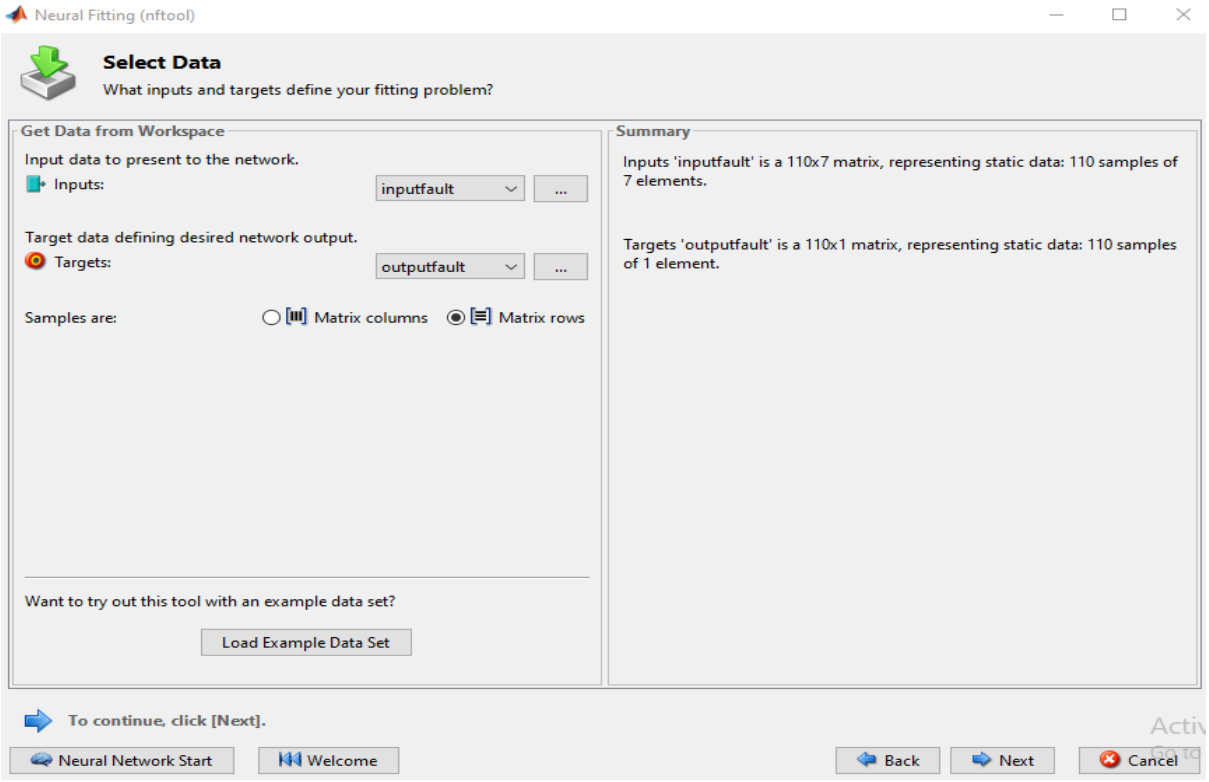
مصفوفة الدخل للشبكة العصبونية (Inputs(inputfaultومصفوفة الهدف لها (Targets(outputfault، ثم بالنقر على زر التالي ننتقل إلى النافذة التالية المبينة في الشكل (4-18) يتم في هذه النافذة تعيين عدد عينات

التدريب Training، وعدد عينات التقييم Validation، وعدد عينات الاختبار Testing حيث سنقوم بتدريب 90% من البيانات، وتقييم 5%، واختبار 5%.

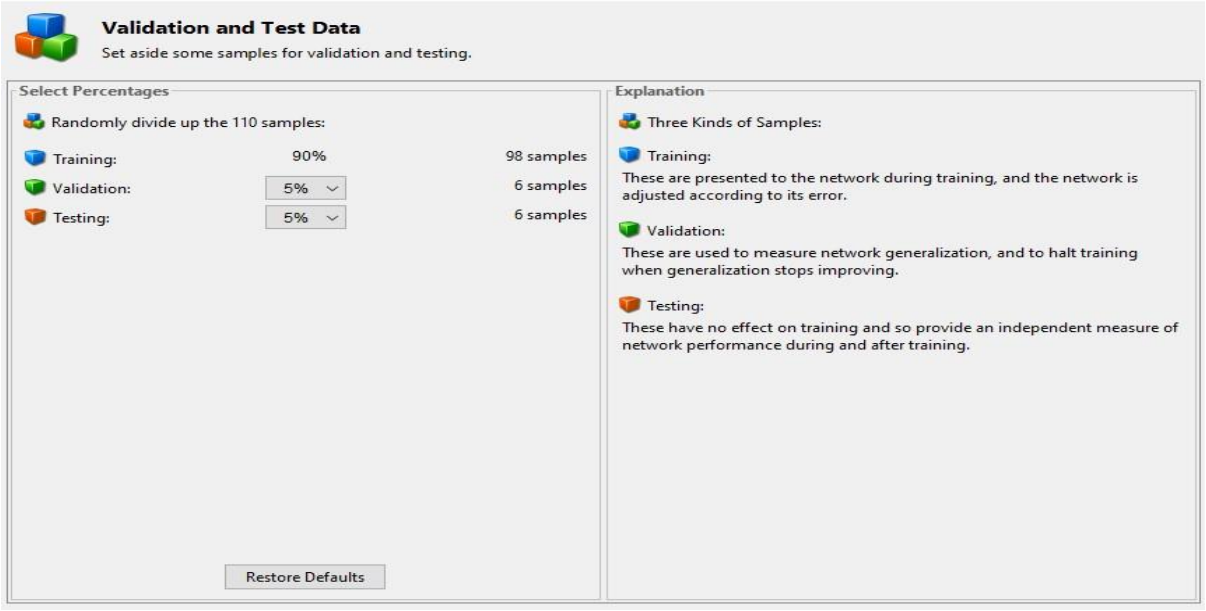
، بعد تحديد نسب العينات يتم تحديد عدد العصبونات في الطبقة المخفية Number of hidden neuronsمن خلال النافذة التالية المبينة في الشكل (4-19) وبذلك نكون قد اتممنا عملية بناء الشبكة العصبونية.



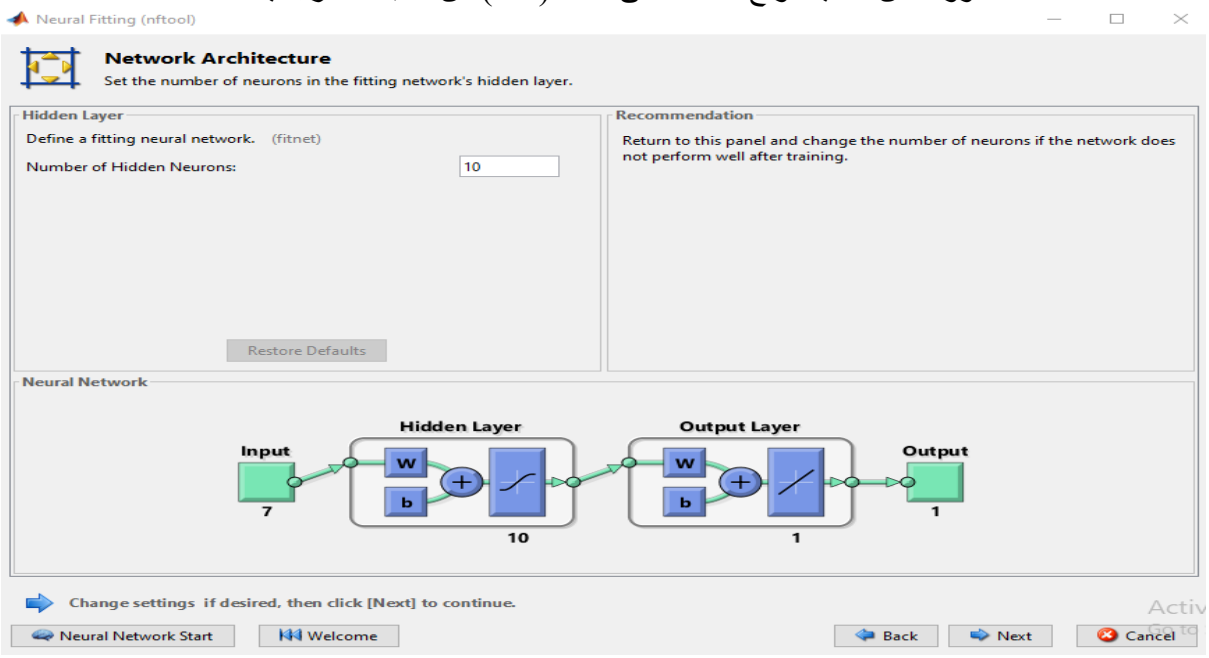
الشكل (4-16) نافذة الشبكات العصبونية nftool



الشكل (4-17) نافذة تعيين مصفوفة الدخل ومصفوفة الهدف للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على خط النقل (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS



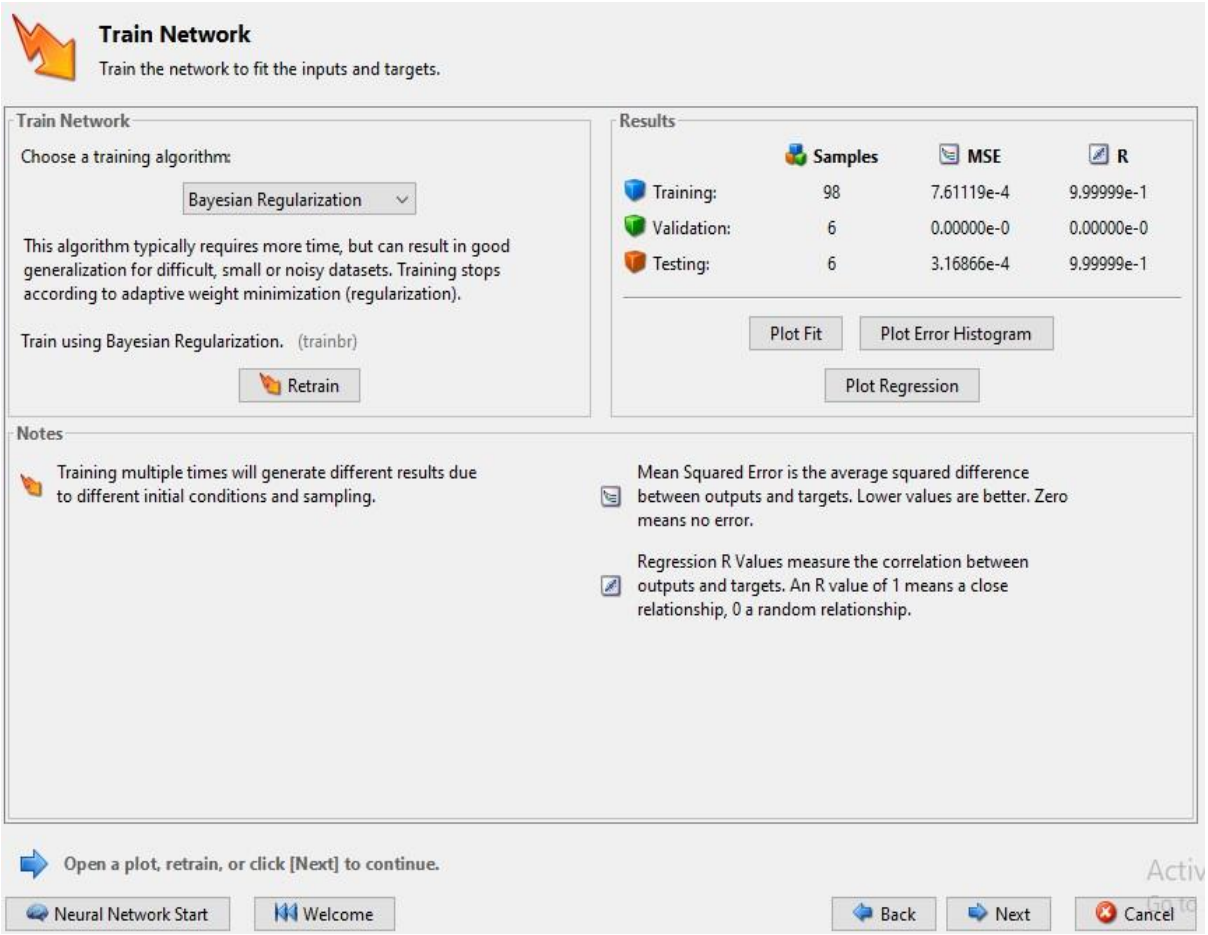
الشكل (4-18) نافذة تعيين عدد عينات التدريب وعينات التقييم وعينات الاختبار للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS



الشكل (4-19) نافذة تحديد عدد العصبونات في الطبقة المخفية للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

4-3-4-5- عملية تدريب الشبكة العصبونية

بعد إتمام عملية بناء الشبكة العصبونية ننتقل للنافذة التالية المبينة في الشكل (4-20) من خلال هذه النافذة يتم اختيار خوارزمية التدريب حيث اخترنا الخوارزمية Bayesian Regularization تتميز هذه الخوارزمية بأنها تتطلب زمن أكبر ولكن يمكن أن تعطي نتائج جيدة من أجل مجموعة بيانات قليلة وصعبة وضوضائية، تتوقف عملية التدريب طبقا لتكييف تدني الوزن (Regularization).



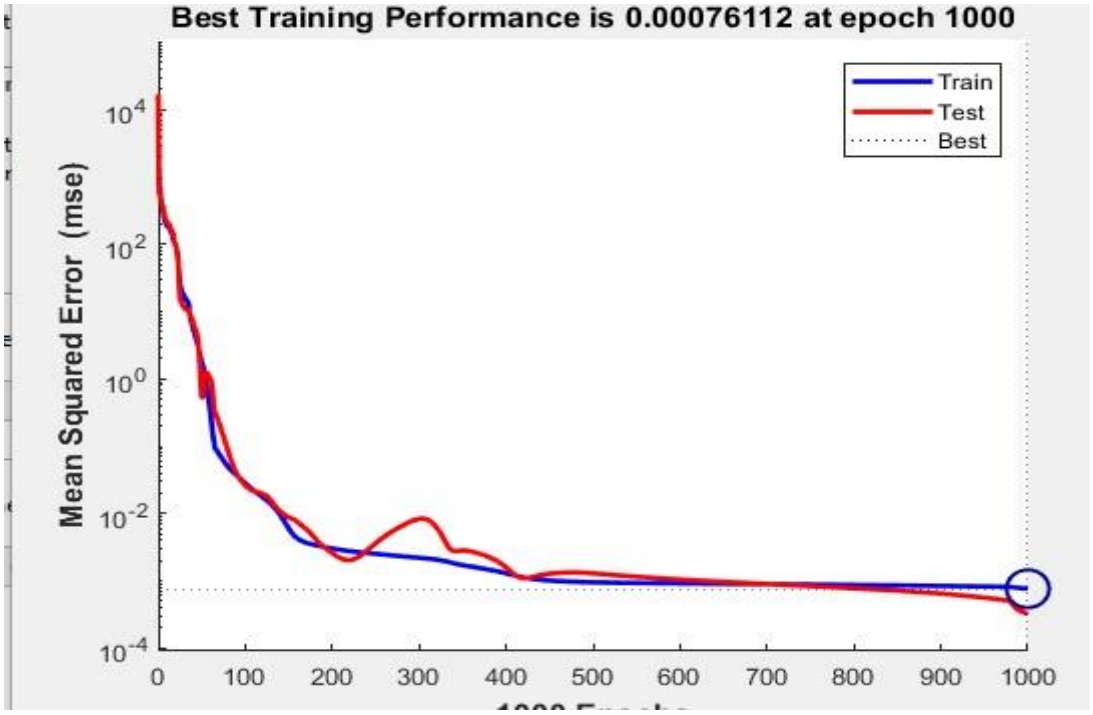
الشكل (4-20) نافذة تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على خط النقل (1-3) من الشبكة المرجعيةIEEE 5BUS

حيث أننا حصلنا على أصغر قيم خطأ بعد عدد معين من عمليات التدريب وزمن تدريب أقل من واحد ثانية كما في الشكل (4-21) الذي يحتوي على بيانات التدريب المستخدمة حتى الحصول على تابع الهدف المطلوب Target.



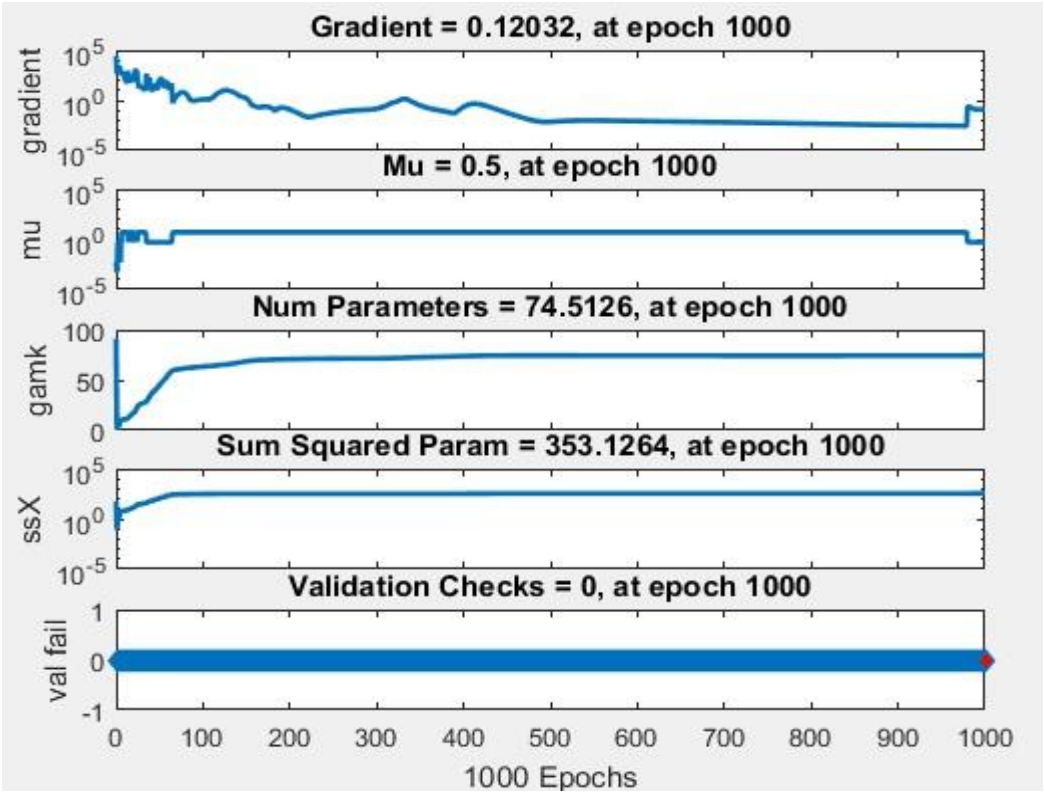
الشكل (4-21) معلومات الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

يمثل الشكل (4-22) تابع الأداء للشبكة أثناء عملية التدريب والاختبار والتقييم وكان أفضل أداء لها عندepoch 32.

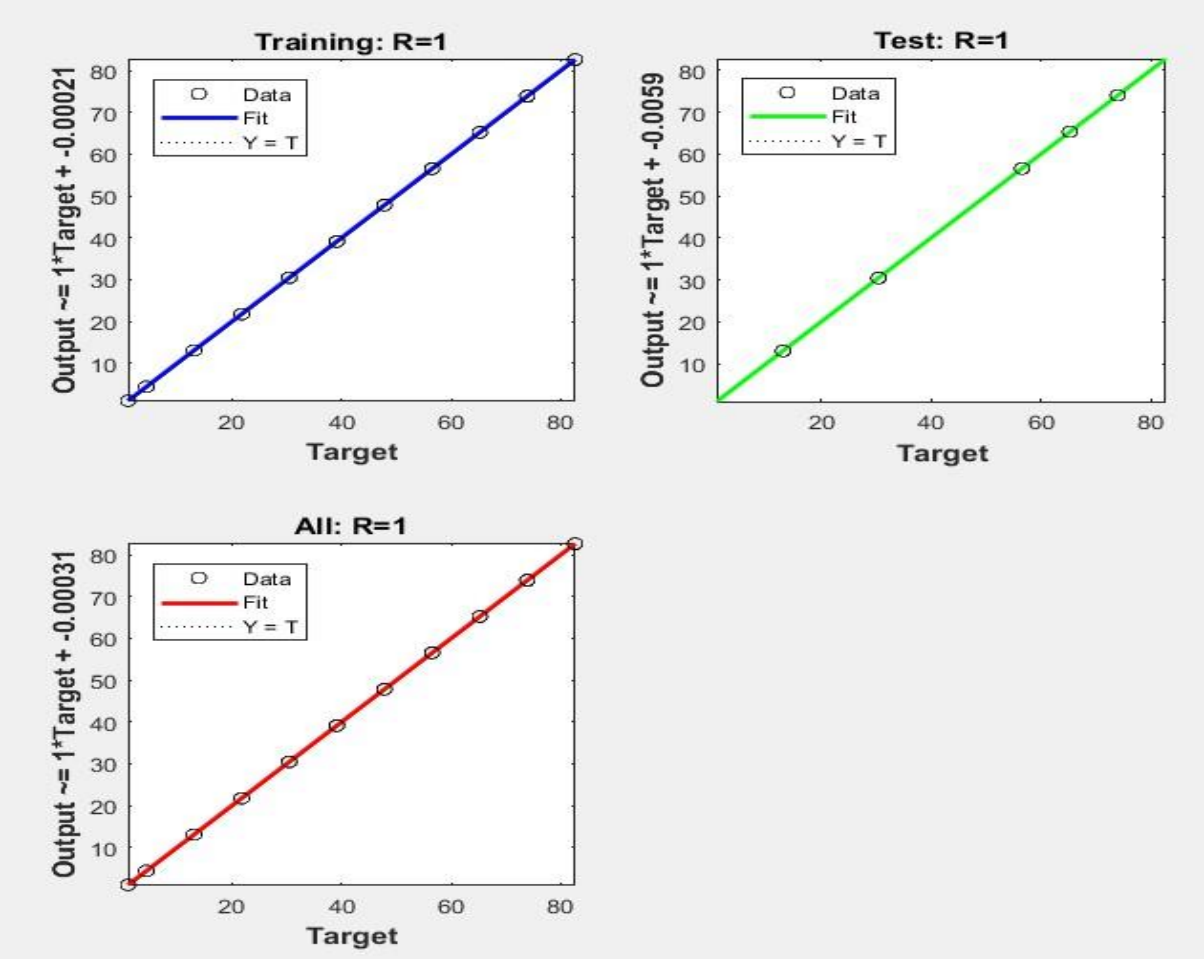


الشكل (4-22) منحني الأداء للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

كما يبين الشكل (4-23) حالة التعلم للشبكة عند 33epochs



الشكل (4-23) حالة التعلم للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS



الشكل (4-24) منحنيات الملاحقة للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

4-3-5- اختبار الخوارزمية المتبعة لاكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

تم في هذه المرحلة اختبار الشبكات العصبونية المنجزة والمستخدمة في خوارزمية اكتشاف وتصنيف العطل وتحديد موقع العطل، تمت هذه الاختبارات من خلال كود منشأ في بيئة ماتلاب، بتنفيذ هذا الكود يتطلب من المستخدم إدخال قيم التوترات والتيارات ثلاثية الطور وكذلك التيار الصفري أثناء العطل، بعد إدخال القيم المطلوبة من المستخدم بالضغط على زر الـ Enter تظهر رسالة بحالة العطل تتضمن هذه الرسالة على نوع العطل ومسافة العطل مقدرة بالـ Km.

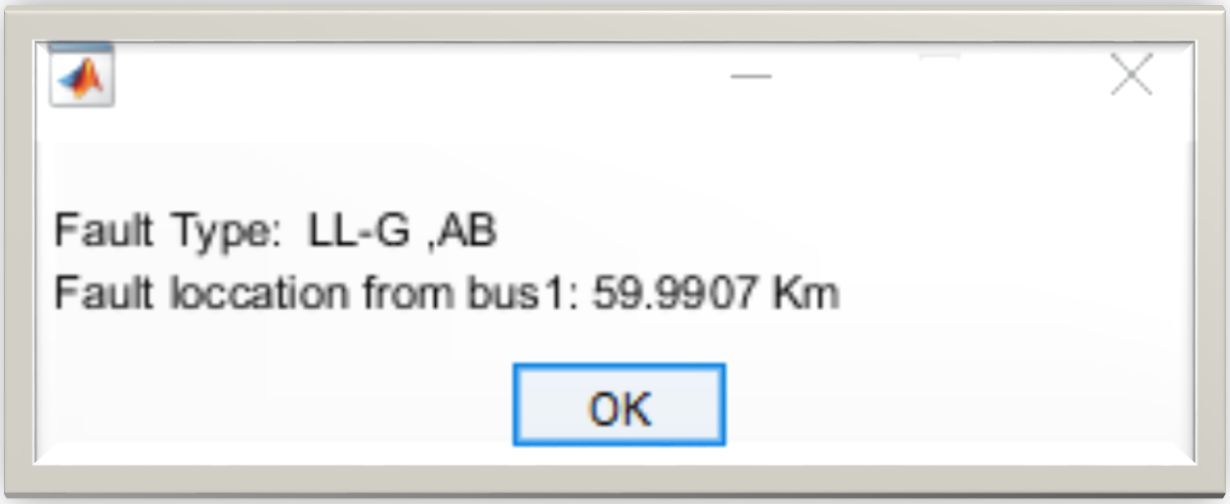
```
Va=input ('Enter Va:');
Vb=input ('Enter Vb:');
Vc=input ('Enter Vc:');
Ia=input ('Enter Ia:');
Ib=input ('Enter Ib:');
Ic=input ('Enter Ic:');
I0=input ('Enter I0:');
inpuot= [Va; Vb; Vc; Ia; Ib; Ic; I0];
in=inpuot (4:7,1);
faultlocation =net(inpuot); %fault location Km
disp (['the fault location is ', num2str(faultlocation), '.']);
disp('km')
classificationfault =round(netclass(in))
```

```
if classificationfault== [0;0;0;0]
   msgbox ('natural case')
elseif classificationfault== [1;0;0;1]
   msgbox (['Fault Type:  L-G',', A                                    ', 'Fault loccation from bus1: ',
num2str(faultlocation),' Km'])
   elseif classificationfault== [0;1;0;1]
    msgbox (['Fault Type:  L-G',', B                                    ', 'Fault loccation from bus1: ',
num2str(faultlocation),' Km'])
   elseif classificationfault== [0;0;1;1]
    msgbox (['Fault Type:  L-G',', C                                    ', 'Fault loccation from bus1: ',
num2str(faultlocation),' Km'])
   elseif classificationfault== [1;1;0;0]
   msgbox (['Fault Type:  LL',', AB                                    ', 'Fault loccation from bus1: ',
num2str(faultlocation),' Km'])
    elseif classificationfault== [0;1;1;0]
   msgbox (['Fault Type:  LL',', BC                                    ', 'Fault loccation from bus1: ',
num2str(faultlocation),' Km'])
    elseif classificationfault== [1;0;1;0]
   msgbox (['Fault Type:  LL',', AC                                    ', 'Fault loccation from bus1: ',
num2str(faultlocation),' Km'])
    elseif classificationfault==[1;1;0;1]
   msgbox (['Fault Type:  LL-G',', AB                                      ', 'Fault loccation from bus1: ',
num2str(faultlocation),' Km'])
    elseif classificationfault== [0;1;1;1]
   msgbox (['Fault Type:  LL-G',', BC                                      ', 'Fault loccation from bus1: ',
num2str(faultlocation),' Km'])
    elseif classificationfault== [1;0;1;1]
   msgbox (['Fault Type:  LL-G',', AC                                      ', 'Fault loccation from bus1: ',
num2str(faultlocation),' Km'])
    else classificationfault== [1;1;1;0]
   msgbox (['Fault Type:  3ph',', ABC                                      ', 'Fault loccation from bus1: ',
num2str(faultlocation),' Km'])

msgbox (['fault location:', num2str(faultlocation),' Km"   , the fault location in the ',num2str(faultlocation),'
Km']);
end
```

بتنفيذ الكود لحالة عطل طورين مع بعضهما LL-AB على الطورين A,B وعلى مسافة 60Km من الباسبار كانت النتيجة كما في الشكل (4-25) بعد ادخال القيم للتيارات والتوترات المطلوبة.

- Enter Va:93.37
- Enter Vb:90.45
- Enter Vc:107.90
- Enter Ia:1.168
- Enter Ib:1.146
- Enter Ic:0.031
- Enter I0:0.22



الشكل (4-25) حالة اختبار لخوارزمية تصنيف وتحديد موقع العطل على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

4-3-5-1-نتائج اختبار الخوارزمية على الخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

قمنا باختبار الشبكات العصبونية عند عشر حالات مختلفة من الأعطال سواء بالنسبة لنوع العطل أو مسافة العطل كما هو مبين في الجدول (4-11)

الجدول (4-11) نتائج اختبار خوارزمية اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل للخط (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS

Actual Fault distance (km)	Fault type	Faults classifier (FDCANNs)				Fault location(LFPANNs)	
		A	B	C	G	Foreseen fault distance(km)	Error(km)
5	LG-A	1	0	0	1	4.9468	0.0532
10	LG-B	0	1	0	1	9.9471	0.0529
20	LG-C	0	0	1	1	20.094	-0.094
30	LL-AB	1	1	0	0	29.9893	0.0107
40	LL-BC	0	1	1	0	40.0295	-0.0295
50	LL-AC	1	0	1	0	50.0272	-0.0272
60	LLG-ABG	1	1	0	1	59.9907	0.0093
70	LLG-BCG	0	1	1	1	70.0069	-0.0069
80	LLG-ACG	1	0	1	1	80.0420	-0.0420
85	LLL-ABC	1	1	1	0	85.1788	-0.1788

الفصل الخامس

تطبيق خوارزمية اكتشاف وتصنيف العطل باستخدام الشبكات العصبونية على خط نقل من الشبكة السورية

5-1-مقدمة

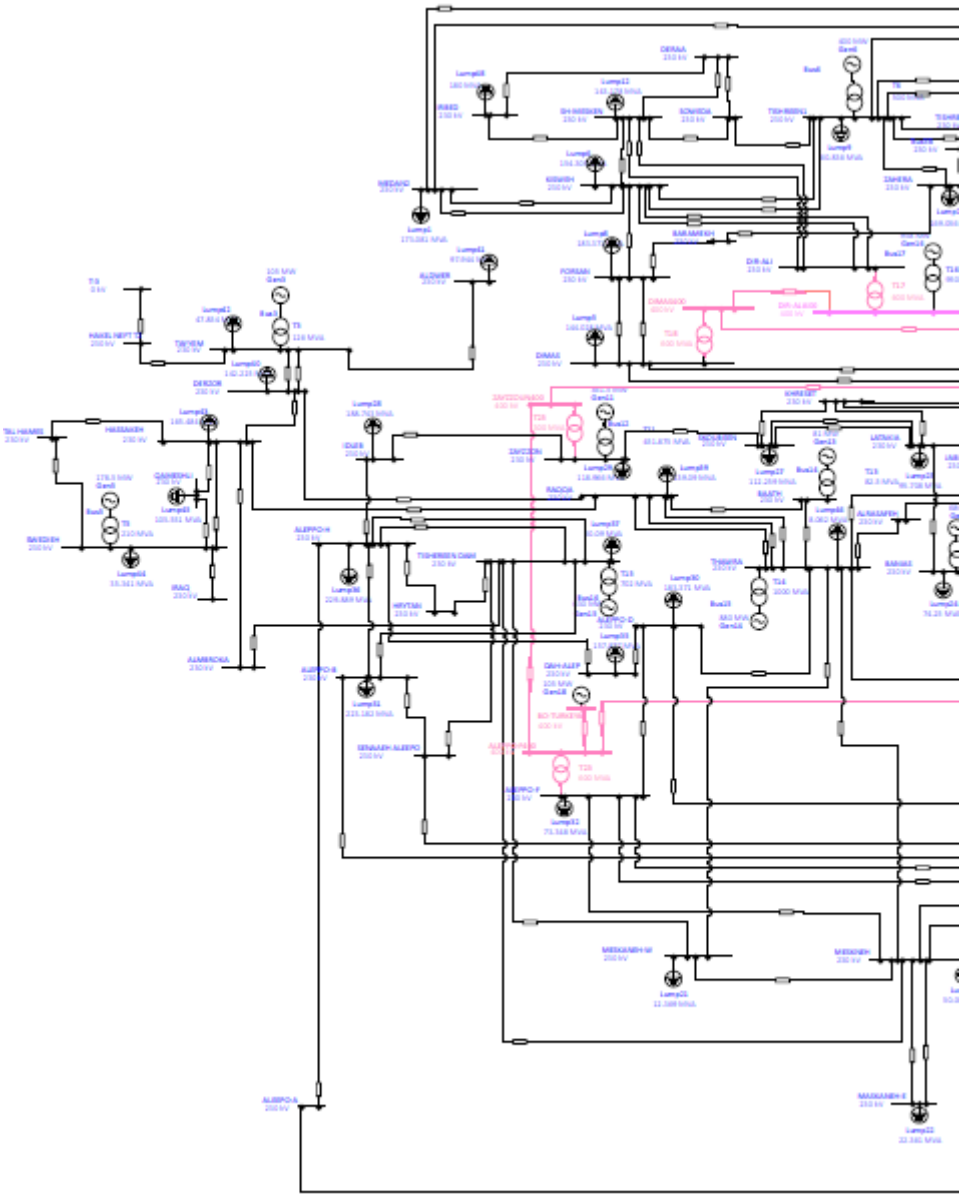
أن اتساع رقعة الشبكة الكهربائية السورية وتشعبها يفترض إيجاد طريقة سهلة وسريعة الاستجابة لاكتشاف وتحديد موقع العطل على خطوط النقل لهذه الشبكة وعلى كافة مستويات التوتر.

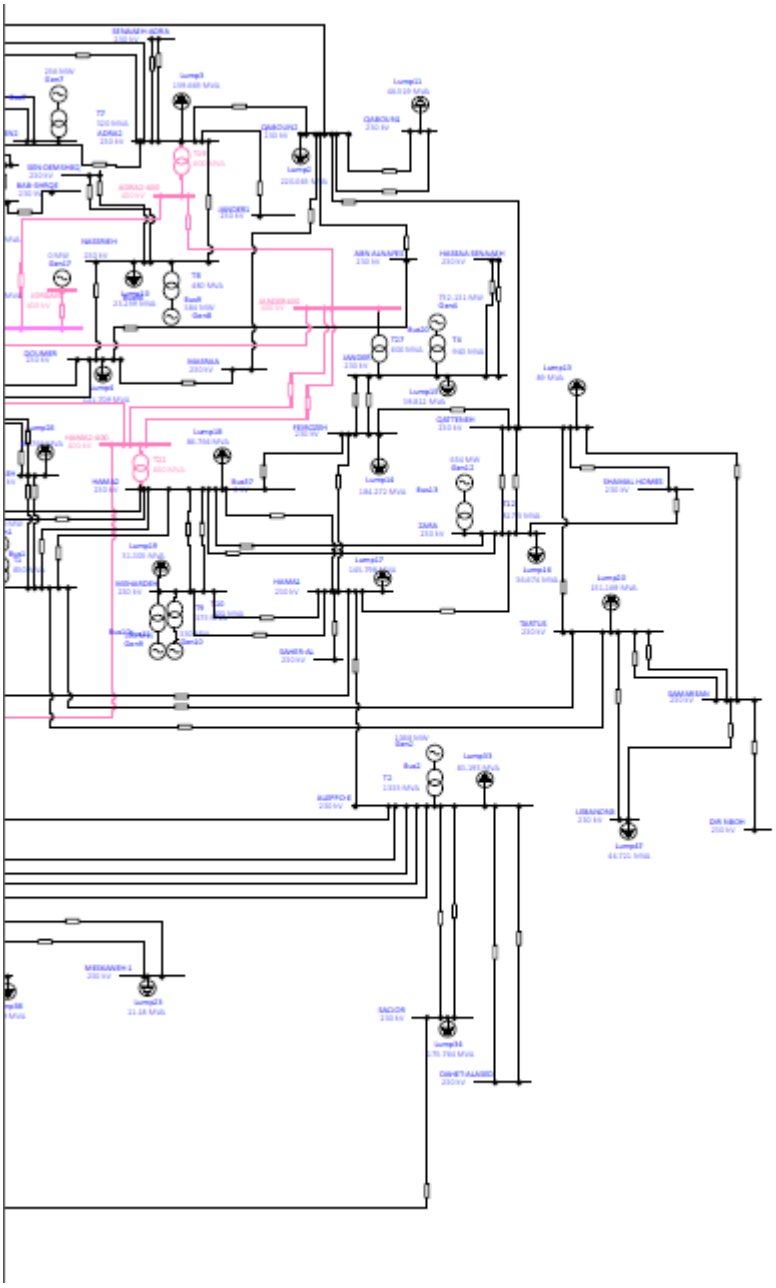
تم في هذا الفصل نمذجة الشبكة السورية على برنامج الـ ETAP وذلك بهدف إجراء جريان الحمولة والأعطال المختلفة على خط النقل المدروس الذي تم تطبيق خوارزمية اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل عليه (خط الزاهرة- تشرين) 230kv.

بعد ذلك قمنا ببناء مصفوفة تشمل قيم التوترات والتيارات ثلاثية الطور والتيار الصفري (Va,Vb,Vc,Ia,IB,Ic,I0) حيث تم استخدام هذه القيم في إنشاء مصفوفات الدخل للشبكات العصبونية المسئولة عن اكتشاف وتصنيف وتحديد العطل على الخط المدروس.

5-2-نمذجة الشبكة السورية المدروسة في برنامج الـ ETAP

تتكون الشبكة السورية المدروسة كما هو مبين في الشكل (5-1) من مجموعة من العقد ذات التوتر 230KV والتوتر400KV ، محددات هذه الخطوط مبينة في الملحق الأول في الجداول (8-1) (8-2)، (8-3)، (8-4) ومحددات المولدات المربوطة مبينة في الجدول (8-5)، كما أن محددات الحمولات مبينة في الجدول (8-6).





الشكل (5-1) نموذج الشبكة السورية المدروسة

5-3- جريان الحمولة للشبكة السورية المدروسة

بعد بناء نموذج الشبكة السورية في برنامج الـETAP قمنا بإجراء جريان الحمولة لهذه الشبكة، يبين الجدول (5-1) جزء من جريان الحمولة للشبكة المدروسة.

الجدول (5-1) جزء من جريان الحمولة للشبكة السورية

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
								ALEPPO-H	83.962	-32.957	217.5	-93.1	
								SENAAEH ALEEPO	75.855	-35.168	201.6	-90.7	
								ALMBROKA	66.121	-12.330	162.2	-98.3	
								HRYTAN	85.539	-33.224	221.2	-93.2	
								Bus16	-628.426	190.837	1583.5	-95.7	
TISHREEN1	230.000	101.631	30.5	0.000	0.000	55.362	26.171	SOWEDA	70.277	3.427	173.8	99.9	
								KISWEH	104.887	30.113	269.5	96.1	
								KISWEH	104.887	30.113	269.5	96.1	
								TISHREEN2	-127.670	-34.277	326.5	96.6	
								TISHREEN2	-127.670	-34.277	326.5	96.6	
								ADRA2	59.600	9.370	149.0	98.8	
								ADRA2	59.600	9.370	149.0	98.8	
								ZAHERA	100.890	35.244	264.0	94.4	
								Bus58	98.915	34.406	258.7	94.4	
								Bus6	-399.079	-109.660	1022.2	96.4	
TISHREEN2	230.000	101.698	30.6	0.000	0.000	0.000	0.000	TISHREEN1	127.707	34.251	326.4	96.6	
								TISHREEN1	127.707	34.251	326.4	96.6	
								Bus7	-255.413	-68.502	652.7	96.6	
ZAHERA	230.000	99.476	28.5	0.000	0.000	151.682	73.845	Bus58	-98.107	-37.531	265.1	93.4	
								TISHREEN1	-100.066	-38.135	270.2	93.4	
								BAB-SHRQE	0.000	-0.572	1.4	0.0	
								BARAMEKH	46.490	2.393	117.5	99.9	

5-4- بيانات خط النقل المدروس خط الزاهرة-تشرين2

تم تنفيذ الدراسة على خط النقل الزاهرة-تشرين2، الجدول (5-2) محددات خط النقل المدروس.

الجدول (5-2) محددات خط النقل الزاهرة-تشرين2

Name of Line		Voltage Bus	Length	R	X	B	R	X	B	Type conductor	Section	Imax
From	To	KV	Km	ohm			PU				mm2	A
TISHREEN	ZAHERA	230	50	3.85	20.65	136.7	0.00727788	0.03903592	0.0723143	ACSR	400/51	670

5-4-1- بيانات الأعطال الحقيقية لخط الزاهرة-تشرين2

يبين الجدول (5-3) البيانات الحقيقية للتيارات والتوترات المأخوذة من مسجلات الأعطال لخط الزاهرة-تشرين (ALSTOM EPAC3000) تم احضار هذه البيانات من مسجلات الأعطال لمحطة الزاهرة.

الجدول (5-3) البيانات الحقيقة للتيارات والتوترات ثلاثية الطور لخط الزاهرة –تشرين2 المأخوذة من مسجلات الأعطال

No-fault	Fault type	Zone	D[km]	Ua[KV]	Ub[KV]	Uc[KV]	Ia[KA]	Ib[KA]	Ic[KA]	I0[KA]
1	LG-A	Z1	14.9	58.52	119.7	118.37	4.780	0.040	0.140	1.53
2	LG-B	Z1	44.7	113.05	57.19	114.38	0.050	1.510	0.140	0.44
3	LG-C	Z1	15.9	123.69	126.35	66.5	0.060	0.170	5.110	1.626
4	LG-C	Z1	21.3	119.7	123.69	71.82	0.050	0.090	4.200	1.353

5	LG-A	Z1	16.1	69.16	122.36	121.03	6.440	0.070	0.180	2.063
6	LG-C	Z1	5.7	115.71	117.04	42.56	0.200	0.390	12.100	3.836
7	LL-AB	Z1	0.3	59.85	59.85	119.7	2.380	2.720	0.390	0
8	LL-AB	Z1	0.4	59.85	59.85	119.7	2.840	3.130	0.370	0
9	LG-B	Z1	14.4	117.04	63.84	118.37	0.390	5.190	0.130	1.556

كما يبين الجدول (5-4) قيم التوترات والتيارات ثلاثية الطور والتيار الصفري لمختلف حالات الأعطال على خط النقل الزاهرة-تشرين2، هذه القيم مختلفة من حيث نقطة العطل ونوع العطل، حيث اخترنا 11 موقع مختلف و10 حالات عطل تعبر عن جميع الأعطال المتوقع حدوثها على خط النقل.

الجدول (5-4) قيم التوترات والتيارات ثلاثية الطور والتيار الصفري لمختلف الأعطال على خط الزاهرة-تشرين2

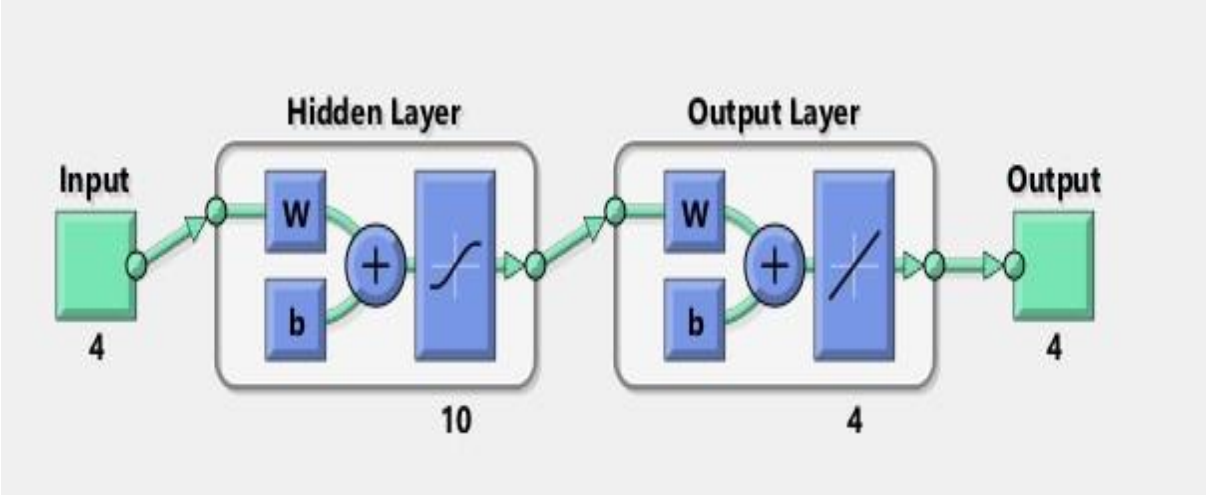
Fault Type	L[km]	Va%	Vb%	Vc%	Ia[KA]	Ib[KA]	Ic[KA]	I0[KA]
LG-A	1	74.91	115.75	116.05	2.852	0.052	0.052	0.916
LG-A	5	74.49	115.74	116.01	2.839	0.056	0.057	0.909
LG-A	10	73.86	115.74	115.95	2.821	0.063	0.064	0.898
LG-A	15	73.09	115.73	115.88	2.799	0.07	0.072	0.885
LG-A	20	72.1	115.72	115.79	2.77	0.081	0.082	0.869
LG-A	25	70.81	115.71	115.66	2.733	0.094	0.096	0.848
LG-A	30	69.05	115.7	115.5	2.682	0.112	0.115	0.818
LG-A	35	66.5	115.68	115.25	2.608	0.139	0.142	0.776
LG-A	40	62.47	115.66	114.86	2.491	0.181	0.186	0.708
LG-A	45	55.15	115.66	114.14	2.28	0.258	0.265	0.586
LG-A	49	42.98	115.72	112.91	1.927	0.386	0.396	0.383
LG-B	1	115.75	74.91	116.05	0.052	2.852	0.052	0.916
LG-B	5	115.74	74.49	116.01	0.056	2.839	0.057	0.909
LG-B	10	115.74	73.86	115.95	0.063	2.821	0.064	0.898
LG-B	15	115.73	73.09	115.88	0.07	2.799	0.072	0.885
LG-B	20	115.72	72.1	115.79	0.081	2.77	0.082	0.869
LG-B	25	115.71	70.81	115.66	0.094	2.733	0.096	0.848
LG-B	30	115.7	69.05	115.5	0.112	2.682	0.115	0.818
LG-B	35	115.68	66.5	115.25	0.139	2.608	0.142	0.776
LG-B	40	115.66	62.47	114.86	0.181	2.491	0.186	0.708
LG-B	45	115.66	55.15	114.14	0.258	2.28	0.265	0.586
LG-B	49	115.72	42.98	112.91	0.386	1.927	0.396	0.383
LG-C	1	115.75	116.05	74.91	0.052	0.052	2.852	0.916
LG-C	5	115.74	116.01	74.49	0.056	0.057	2.839	0.909
LG-C	10	115.74	115.95	73.86	0.063	0.064	2.821	0.898
LG-C	15	115.73	115.88	73.09	0.07	0.072	2.799	0.885
LG-C	20	115.72	115.79	72.1	0.081	0.082	2.77	0.869

LG-C	25	115.71	115.66	70.81	0.094	0.096	2.733	0.848
LG-C	30	115.7	115.5	69.05	0.112	0.115	2.682	0.818
LG-C	35	115.68	115.25	66.5	0.139	0.142	2.608	0.776
LG-C	40	115.66	114.86	62.47	0.181	0.186	2.491	0.708
LG-C	45	115.66	114.14	55.15	0.258	0.265	2.28	0.586
LG-C	49	115.72	112.91	42.98	0.386	0.396	1.927	0.383
LL-BC	1	109.91	84	82.39	0.002	3.95	3.948	0
LL-BC	5	109.9	83.67	82.02	0.002	3.921	3.919	0
LL-BC	10	109.9	83.19	81.48	0.003	3.877	3.876	0
LL-BC	15	109.89	82.61	80.82	0.003	3.825	3.823	0
LL-BC	20	109.88	81.88	80.01	0.003	3.76	3.757	0
LL-BC	25	109.87	80.97	78.99	0.004	3.676	3.674	0
LL-BC	30	109.85	79.77	77.65	0.004	3.566	3.563	0
LL-BC	35	109.83	78.13	75.85	0.005	3.414	3.41	0
LL-BC	40	109.79	75.76	73.29	0.007	3.19	3.185	0
LL-BC	45	109.74	72.08	69.4	0.009	2.827	2.82	0
LL-BC	49	109.66	67.27	64.6	0.013	2.322	2.313	0
LL-AC	1	84	109.91	82.39	3.95	0.002	3.948	0
LL-AC	5	83.67	109.9	82.02	3.921	0.002	3.919	0
LL-AC	10	83.19	109.9	81.48	3.877	0.003	3.876	0
LL-AC	15	82.61	109.89	80.82	3.825	0.003	3.823	0
LL-AC	20	81.88	109.88	80.01	3.76	0.003	3.757	0
LL-AC	25	80.97	109.87	78.99	3.676	0.004	3.674	0
LL-AC	30	79.77	109.85	77.65	3.566	0.004	3.563	0
LL-AC	35	78.13	109.83	75.85	3.414	0.005	3.41	0
LL-AC	40	75.76	109.79	73.29	3.19	0.007	3.185	0
LL-AC	45	72.08	109.74	69.4	2.827	0.009	2.82	0
LL-AC	49	67.27	109.66	64.6	2.322	0.013	2.313	0
LL-AB	1	84	82.39	109.91	3.95	3.948	0.002	0
LL-AB	5	83.67	82.02	109.9	3.921	3.919	0.002	0
LL-AB	10	83.19	81.48	109.9	3.877	3.876	0.003	0
LL-AB	15	82.61	80.82	109.89	3.825	3.823	0.003	0
LL-AB	20	81.88	80.01	109.88	3.76	3.757	0.003	0
LL-AB	25	80.97	78.99	109.87	3.676	3.674	0.004	0
LL-AB	30	79.77	77.65	109.85	3.566	3.563	0.004	0
LL-AB	35	78.13	75.85	109.83	3.414	3.41	0.005	0
LL-AB	40	75.76	73.29	109.79	3.19	3.185	0.007	0
LL-AB	45	72.08	69.4	109.74	2.827	2.82	0.009	0
LL-AB	49	67.27	64.6	109.66	2.322	2.313	0.013	0
LLG-BC	1	118.01	72.99	73.32	0.04	4.146	4.013	0.671
LLG-BC	5	117.99	72.49	72.84	0.043	4.116	3.984	0.667
LLG-BC	10	117.97	71.75	72.13	0.048	4.072	3.941	0.661
LLG-BC	15	117.95	70.84	71.27	0.055	4.018	3.89	0.655

LLG-BC	20	117.92	69.71	70.19	0.063	3.95	3.826	0.646
LLG-BC	25	117.88	68.26	68.8	0.074	3.864	3.745	0.634
LLG-BC	30	117.83	66.31	66.94	0.089	3.75	3.637	0.618
LLG-BC	35	117.75	63.58	64.34	0.111	3.592	3.488	0.594
LLG-BC	40	117.63	59.44	60.41	0.148	3.357	3.268	0.555
LLG-BC	45	117.41	52.45	53.68	0.22	2.972	2.91	0.478
LLG-BC	49	117.09	42.03	43.15	0.351	2.427	2.401	0.336
LLG-AC	1	72.99	118.01	73.32	4.146	0.04	4.013	0.671
LLG-AC	5	72.49	117.99	72.84	4.116	0.043	3.984	0.667
LLG-AC	10	71.75	117.97	72.13	4.072	0.048	3.941	0.661
LLG-AC	15	70.84	117.95	71.27	4.018	0.055	3.89	0.655
LLG-AC	20	69.71	117.92	70.19	3.95	0.063	3.826	0.646
LLG-AC	25	68.26	117.88	68.8	3.864	0.074	3.745	0.634
LLG-AC	30	66.31	117.83	66.94	3.75	0.089	3.637	0.618
LLG-AC	35	63.58	117.75	64.34	3.592	0.111	3.488	0.594
LLG-AC	40	59.44	117.63	60.41	3.357	0.148	3.268	0.555
LLG-AC	45	52.45	117.41	53.68	2.972	0.22	2.91	0.478
LLG-AC	49	42.03	117.09	43.15	2.427	0.351	2.401	0.336
LLG-AB	1	72.99	73.32	118.01	4.146	4.013	0.04	0.671
LLG-AB	5	72.49	72.84	117.99	4.116	3.984	0.043	0.667
LLG-AB	10	71.75	72.13	117.97	4.072	3.941	0.048	0.661
LLG-AB	15	70.84	71.27	117.95	4.018	3.89	0.055	0.655
LLG-AB	20	69.71	70.19	117.92	3.95	3.826	0.063	0.646
LLG-AB	25	68.26	68.8	117.88	3.864	3.745	0.074	0.634
LLG-AB	30	66.31	66.94	117.83	3.75	3.637	0.089	0.618
LLG-AB	35	63.58	64.34	117.75	3.592	3.488	0.111	0.594
LLG-AB	40	59.44	60.41	117.63	3.357	3.268	0.148	0.555
LLG-AB	45	52.45	53.68	117.41	2.972	2.91	0.22	0.478
LLG-AB	49	42.03	43.15	117.09	2.427	2.401	0.351	0.336
LLL-ABC	1	72.08	72.08	72.08	4.557	4.557	4.557	0
LLL-ABC	5	71.54	71.54	71.54	4.523	4.523	4.523	0
LLL-ABC	10	70.75	70.75	70.75	4.473	4.473	4.473	0
LLL-ABC	15	69.79	69.79	69.79	4.412	4.412	4.412	0
LLL-ABC	20	68.59	68.59	68.59	4.336	4.336	4.336	0
LLL-ABC	25	67.06	67.06	67.06	4.239	4.239	4.239	0
LLL-ABC	30	65.04	65.04	65.04	4.112	4.112	4.112	0
LLL-ABC	35	62.25	62.25	62.25	3.935	3.935	3.935	0
LLL-ABC	40	58.14	58.14	58.14	3.676	3.676	3.676	0
LLL-ABC	45	51.5	51.5	51.5	3.256	3.256	3.256	0
LLL-ABC	49	42.27	42.27	42.27	2.672	2.672	2.672	0

5-4-2- بناء الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على خط الزاهرة-تشرين2

يبين الشكل (5-2) نموذج الشبكة العصبونية المسئولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على خط الزاهرة-تشرين2 تتألف هذه الشبكة من ثلاث طبقات وه طبقة الدخل، الطبقة المخفية، وطبقة الخرج.



الشكل (5-2) نموذج الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال عل خط الزاهرة-تشرين2

تتألف طبقة الدخل من أربعة عصبونات وهي تمثل قيم التيارات للأطوار الثلاثة والتيار الصفري (Ia,Ib,Ic,I0) بينما تتألف الطبقة المخفية من عشرة عصبونات وتابع التفعيل المستخدم فيها هو تابع الـTansig ، بالنسبة لطبقة الخرج فهي مؤلفة من أربعة عصبونات وهي تمثل حالات الأعطال المختلفة.

تشكيل مصفوفة الدخل Inputs:

تشمل مصفوفة الدخل جميع الأعطال على الشبكة وهي مصفوفة (4*119) حيث 4 هي تيارات الأطوار الثلاثة مع التيار الصفري اما 119 فهي عدد حالات الأعطال بمختلف أنواعها ومواقعها.

تشكيل الطبقة الخفية:

تحتوي الطبقة الخفية على 10 عصبونات ويتم في هذه الطبقة تحديد تابع التفعيل حيث اننا قمنا باستخدام تابع تفعيل tansig

تشكيل مصفوفة الهدف Targets:

تتألف مصفوفة الهدف من 4*119 عنصرا وهي عبارة عن أعداد ثنائية 0 أو 1.

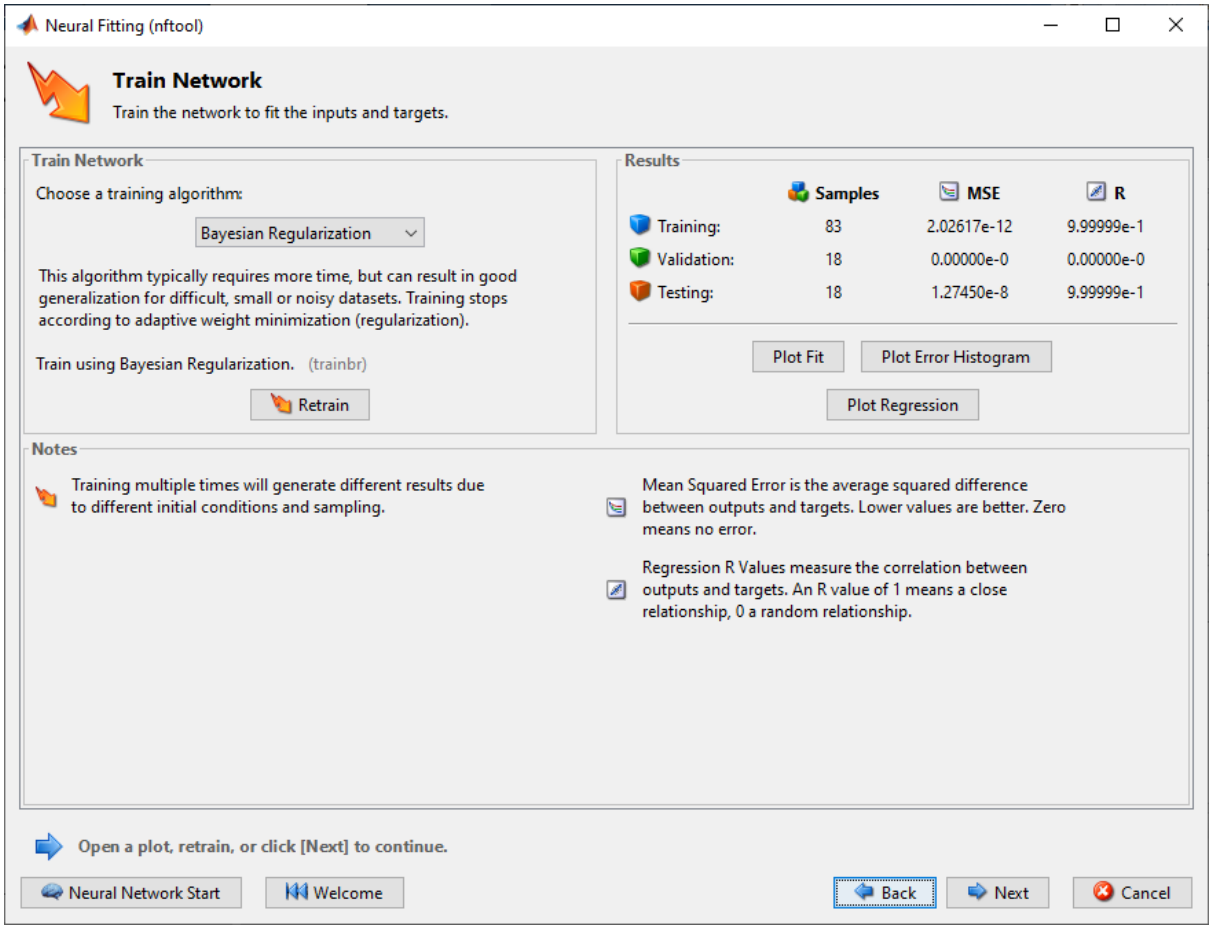
الرمز "1" يدل على وجود عطل.

الرمز "0" يدل على عدم وجود عطل.

5-4-3- تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على خط الزاهرة-تشرين2

بعد بناء الشبكة العصبونية في برنامج الماتلاب يتم تدريب هذه الشبكة من خلال نافذة التدريب المبينة في الشكل (5-3)، بالضغط على الزر retrain يتم تكرار عملية تدريب الشبكة العصبونية، يتم تكرار عملية التدريب حتى الحصول على نتائج تدريب قريبة جدا من قيم مصفوفة الهدف التي تمثل الخرج المرغوب به.

نلاحظ عند نهاية عملية التدريب أن قيمة متوسط الخطأ التربيعي صغيرة جدا مما يدل على دقة خرج الشبكة العصبونية.



الشكل (5-3) نافذة تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على خط الزاهرة-تشرين2

5-4-4- بناء الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على خط الزاهرة-تشرين2

يبين الشكل (5-4) نموذج الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل تتألف هذه الشبكة من ثلاث طبقات طبقة الدخل وهي عبارة عن 7 عصبونات تمثل قيم التوترات والتيارات ثلاثية الطور والتيار الصفري، الطبقة المخفية، وطبقة الخرج وهي عبارة عن عصبون وحيد يمثل مسافة العطل.

تشكيل مصفوفة الدخل Inputs:

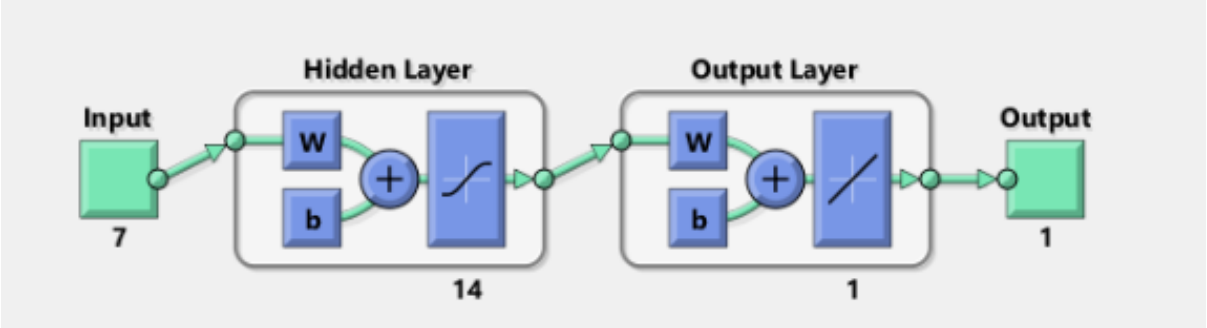
مصفوفة الدخل هي عبارة عن مصفوفة (7*119) حيث 7عدد الأعمدة وتمثل قيم التوترات والتيارات ثلاثية الطور أثناء العطل بما في ذلك تيار المركبة الصفري، 119عدد حالات الأعطال.

تشكيل الطبقة الخفية:

تحتوي الطبقة الخفية على 14 عصبون ويتم في هذه الطبقة تحديد تابع التفعيل حيث اننا قمنا باستخدام تابع تفعيل tansig

تشكيل مصفوفة الهدف Target:

تتألف مصفوفة الهدف من 1*119 عنصرا وهي عبارة عن أرقام تعبر عن مسافة العطل مقدرة بـkm .

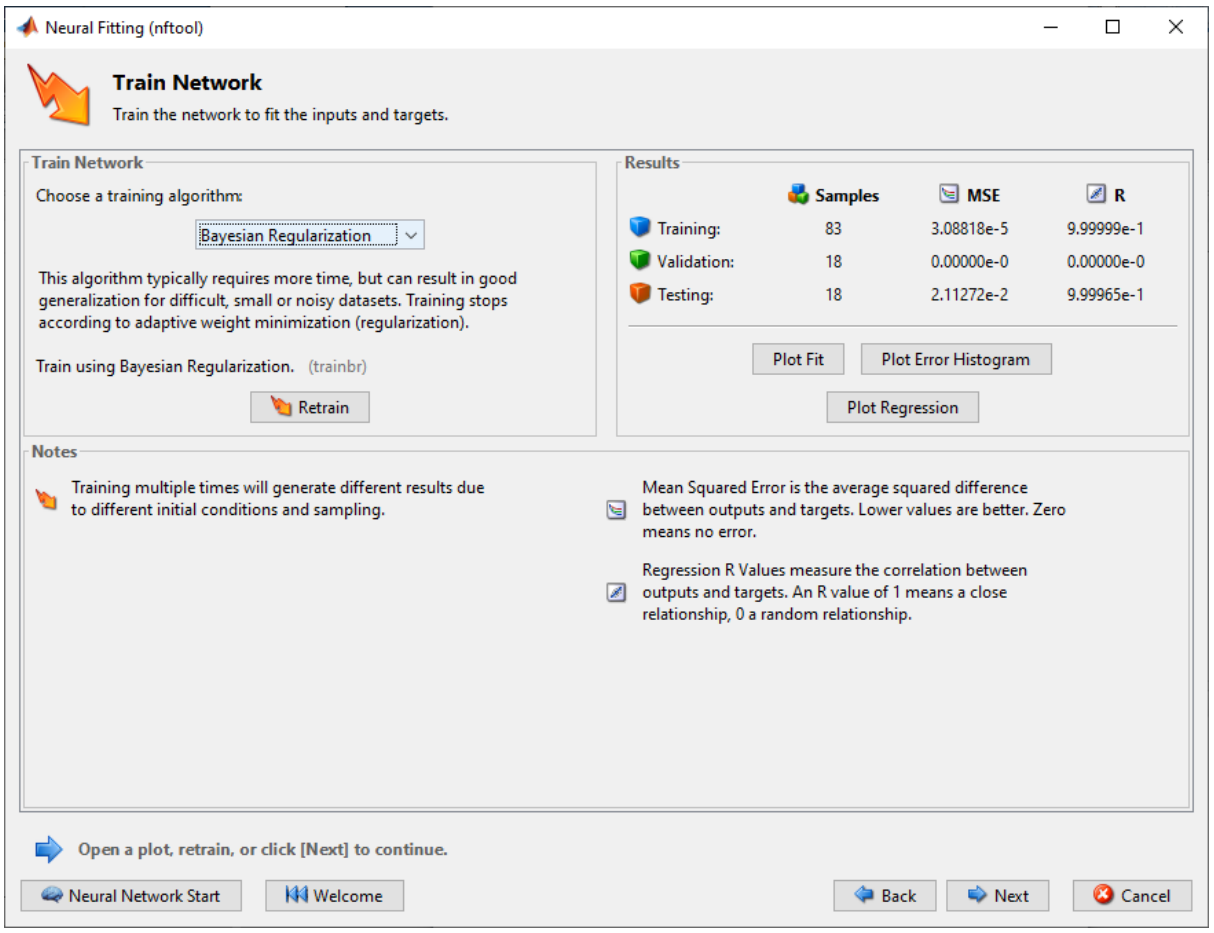


الشكل (5-4) نموذج الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على خط الزاهرة –تشرين2

5-4-5- تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على خط الزاهرة-تشرين2

بعد بناء الشبكة العصبونية في برنامج الماتلاب يتم تدريب هذه الشبكة من خلال نافذة التدريب المبينة في الشكل (5-5)، بالضغط على الزر retrain يتم تكرار عملية تدريب الشبكة العصبونية، يتم تكرار عملية التدريب حتى الحصول على نتائج تدريب قريبة جدا من قيم مصفوفة الهدف التي تمثل الخرج المرغوب به.

نلاحظ عند نهاية عملية التدريب أن قيمة متوسط الخطأ التربيعي صغيرة جدا مما يدل على دقة خرج الشبكة العصبونية.



الشكل (5-5) نافذة تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على خط الزاهرة – تشرين2

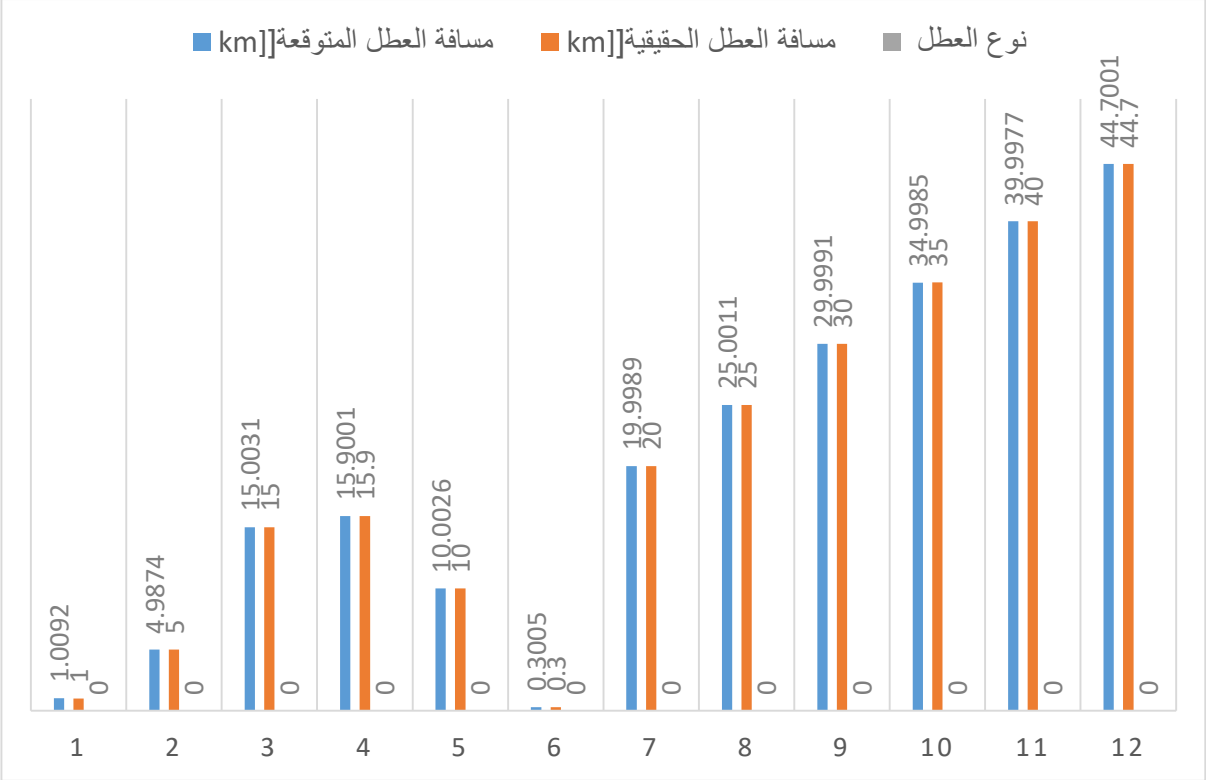
5-5- نتائج اختبار الخوارزمية على خط الزاهرة –تشرين2

قمنا باختبار الشبكات العصبونية عند عشر حالات مختلفة من الأعطال سواء بالنسبة لنوع العطل أو مسافة العطل كما هو مبين في الجدول (5-5).

الجدول (5-5) نتائج اختبار خوارزمية اكتشاف وتصنيف الأعطال وتحديد العطل على خط الزاهرة –تشرين2

Actuality Fault distance (km)	Fault type	Faults classifier (FDCANNs)				Fault location(LFPANNs)	
		A	B	C	G	Foreseen fault distance(km)	Error(km)
1	LG-A	1	0	0	1	1.0092	0.0092
5	LG-B	0	1	0	1	4.9874	0.0126
15	LG-C	0	0	1	1	15.0031	-0.0031
15.9	LG-C	0	0	1	1	15.9001	-0.0001
10	LL-BC	0	1	1	0	10.0026	-0.0026
0.3	LL-AB	1	0	1	0	0.3005	-0.0005
20	LL-AC	1	0	1	0	19.9989	0.0021
25	LLG-BC	0	1	1	1	25.0011	0.0011-
30	LLG-AB	1	1	0	1	29.9991	0.0009
35	LLG-AC	1	0	1	0	34.9985	0.0015
40	LLL-ABC	1	1	1	0	39.9977	0.0023
44.7	LG-B	0	1	0	1	44.7001	0.0001

كما يبين الشكل (5-6) مدى تطابق القيم الحقيقية لمسافة العطل على خط الزاهرة –تشرين2 مع القيم المتوقعة لمسافة العطل



الشكل (5-6) مدى تطابق القيم الحقيقية مع القيم المتوقعة لمسافة العطل على خط الزاهرة –تشرين2

الفصل السادس

تطبيق خوارزمية اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل باستخدام الشبكات العصبونية على نموذج لخط النقل في بيئة برنامج ماتلاب في الزمن الحقيقي.

6-1-مقدمة

قمنا في هذا الفصل ببناء نموذج لخط نقل في برنامج المحاكاة في بيئة ماتلاب، يمثل النموذج مولد ثلاثي الطور مع خط نقل بطول 100KM وحمل ثلاثي.

بعد إنشاء النموذج في برنامج المحاكاة تم إجراء عدد من حالات العطل بمواقع مختلفة من الخط وذلك بهدف إنشاء مصفوفة من بيانات التوتر والتيار لاستخدامها في تدريب الشبكات العصبونية المستخدمة في خوارزمية اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على هذا الخط.

بعد جمع البيانات اللازمة من الأعطال تم بناء شبكات عصبونية في بيئة ماتلاب بغرض اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على نموذج خط النقل، ومن ثم تم تدريب هذه الشبكات العصبونية، بعد انتهاء عملية التدريب تم إنشاء نماذج محاكاة للشبكات العصبونية وربطها مع نموذج خط النقل وذلك بهدف تصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل بالزمن الحقيقي.

تم اختبار خوارزمية اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على نموذج خط النقل بالزمن الحقيقي وكانت النتائج دقيقة لدرجة كبيرة.

6-2- نمذجة خط النقل المدروس

يبين الشكل (6-1) نموذج خط النقل الذي تمت دراسته وهو عبارة عن خط نقل ثلاثي الطور طوله 100Km بدارة مكافئة على شكل PI مغذى من طرف واحد بواسطة منبع ثلاثي الطور، في نهاية الخط يوجد حمل ثلاثي RLC، مواصفات خط النقل والتوليد والحمولة مبينة في الجداول (6-1)، (6-2)، (6-3) على التوالي.

الجدول (6-1) مواصفات خط النقل المدروس

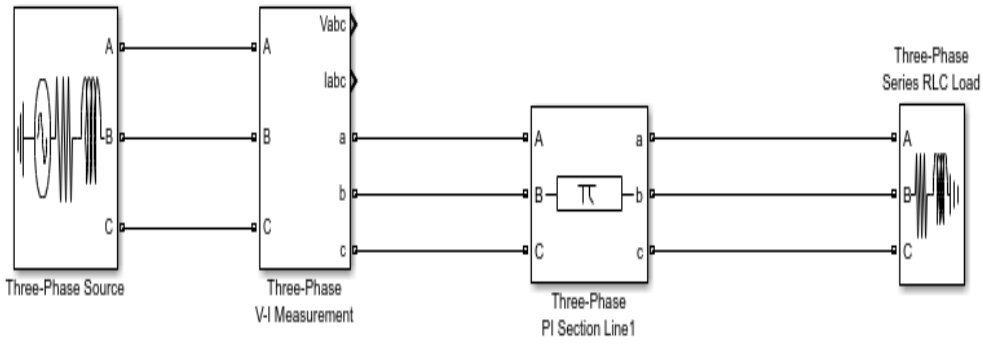
C0(F/Km)	C1(F/Km)	L0(H/Km)	L1(H/Km)	R0(OHM/Km)	R1(OHM/Km)	طول الخطKm
7.751e-3	12.74e-3	4.1264e-3	0.9337e-3	0.3864	0.01273	100

الجدول (6-2) مواصفات التوليد المغذي لخط النقل المدروس

الاستطاعة الفعلية MW	الاستطاعة الردية Mvar	التوتر الاسمي KV	استطاعة القصر MVA	معدل X/R
300	240	230	500	7

الجدول (6-3) مواصفات الحمولة المربوطة على نهاية خط النقل المدروس

التوتر الاسمي KV	الاستطاعة الفعلية MW	الاستطاعة الردية Mvar
230	240	192

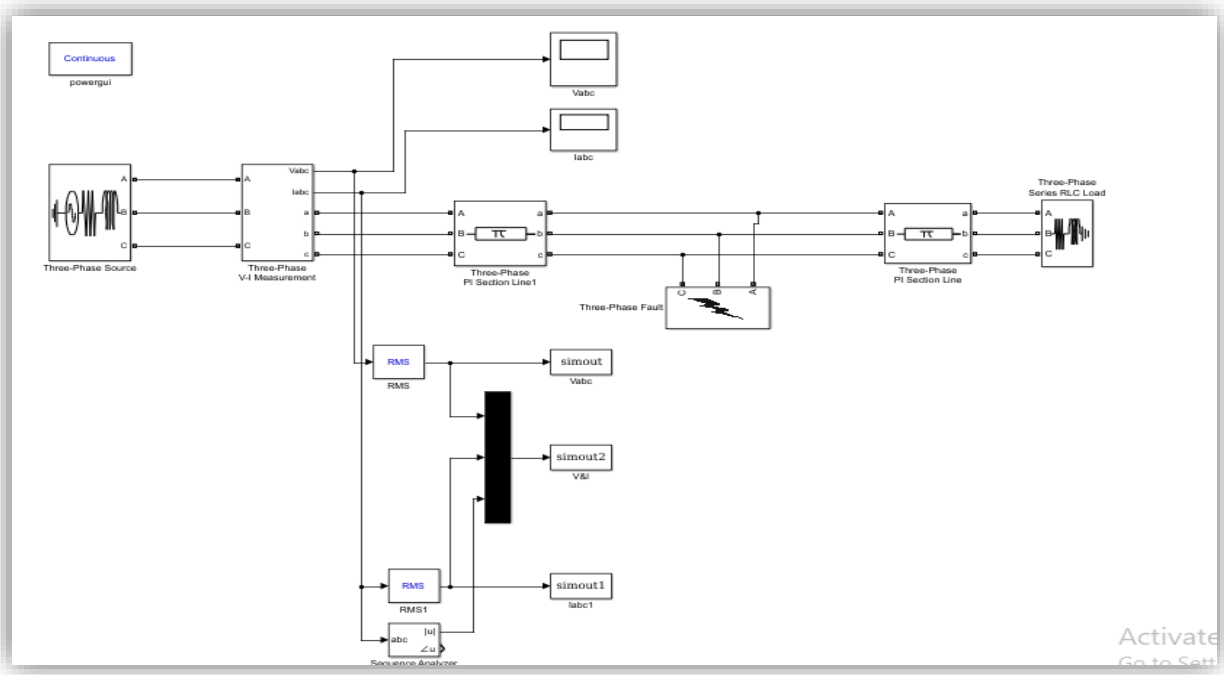


الشكل (6-1) نموذج خط النقل المدروس

6-3- نمذجة دارة القياس والأعطال لخط النقل المدروس في برنامج الماتلاب

يبين الشكل (6-2) دارة القياس المقترحة لقياس التوترات والتيارات ثلاثية الطور والتيار الصفري، حيث استخدمنا باسبار قياس ثلاثي الطور Three phase V-I measurement يستخدم هذا الباسبار لقياس القيم اللحظية للتوترات والتيارات ثلاثية الطور، بينما استخدم محلل التوافقيات sequence analyzerلقياس المركبة الصفرية للتيارI0، تم الحصول على القيم الفعلية للتيارات والتوترات باستخدام بلوك الـ RMS، تم جمع القيم الفعالة المطلوبة على MUX وإظهارها في نافذة العمل باستخدام بلوك الـ Simout2.

دارة العطل على خط النقل مثلت بواسطة بلوك Three phase fault يمكن من خلال هذا البلوك من إجراء مختلف أنواع الأعطال سواء عطل طور مع الأرض، عطل طورين، عطل طورين مع الأرض، عطل ثلاثي الطور متناظر، أو عطل ثلاثي الطور مع الأرض.



الشكل (6-2) نموذج دارة القياس والأعطال لخط العطل المدروس

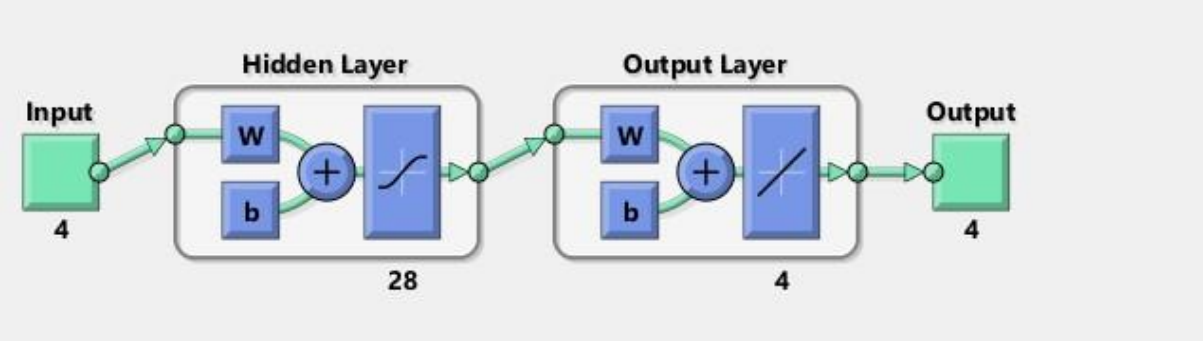
بعد بناء دارة القياس والأعطال لخط النقل في برنامج المحاكاة في بيئة ماتلاب قمنا بإجراء مختلف أنواع الأعطال في 11 موقع مختلف على طول خط النقل، الجدول (6-4) يبين عينة من نتائج تحليل الأعطال على نموذج خط النقل المدروس في مواقع مختلفة

الجدول (6-4) عينة من نتائج تحليل الأعطال على نموذج خط النقل المدروس في مواقع مختلفة

Fault type	L[Km]	VA[V]	VB[V]	VC[V]	IA[A]	IB[A]	IC[A]	I0[A]
LG-A	1	193.8	166168.5	164568.2	248.1	62.5	62.2	275.2
LG-B	10	164679	1742.2	166181.4	62.4	245.2	62.5	109.7
LG-C	20	166207.3	164790.7	3424	62.6	62.5	242.1	161.7
LL-AB	30	83786.9	84260.6	168015.6	220.6	207.8	66.8	0
LL-BC	40	168014.3	83718.7	84358.5	66.8	219.5	206.7	0
LL-AC	50	84462.8	168015.3	83654.4	205.6	66.9	218.3	0
LLG-AB	60	7651.8	9168.2	163318.3	237.8	233.5	58	156
LLG-BC	70	163416.5	8787.2	10612.8	58.2	236.2	231.3	256
LLG-AC	80	11793	163489.1	10006.1	229.1	58.3	234.5	100
LLL-ABC	90	6276.2	6325.1	6321.6	236.8	236.7	236.8	0
LLLG-ABC	99	6881	6733.5	6739.9	235.6	235.6	235.6	0

6-4- بناء الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على نموذج خط النقل المدروس

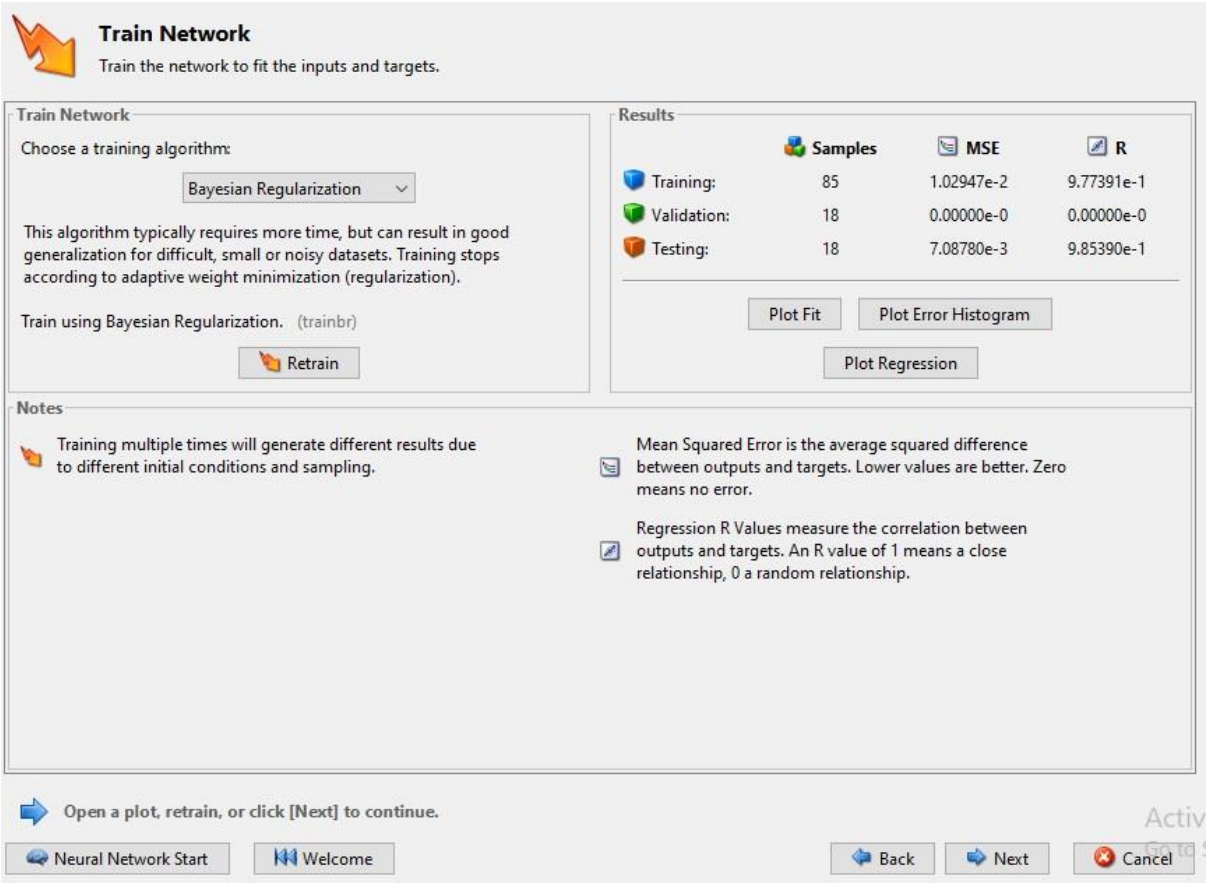
يبين الشكل (6-3) الشبكة العصبونية المستخدمة لاكتشاف وتصنيف الأعطال على نموذج خط النقل، تتألف هذه الشبكة من ثلاث طبقات وهي طبقة الدخل عبارة عن أربعة عصبونات تمثل التيارات للأطوار الثلاثة والتيار الصفري، والطبقة المخفية مؤلفة من 28 عصبون بتابع تفعيل tansig، وطبقة الخرج عبارة عن أربعة عصبونات ذات قيم ثنائية "0" أو "1" حيث الرقم 0 يعبر عن عدم وجود عطل بينما الرقم 1 يعبر عن وجود عطل.



الشكل (6-3) الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على نموذج خط النقل المدروس

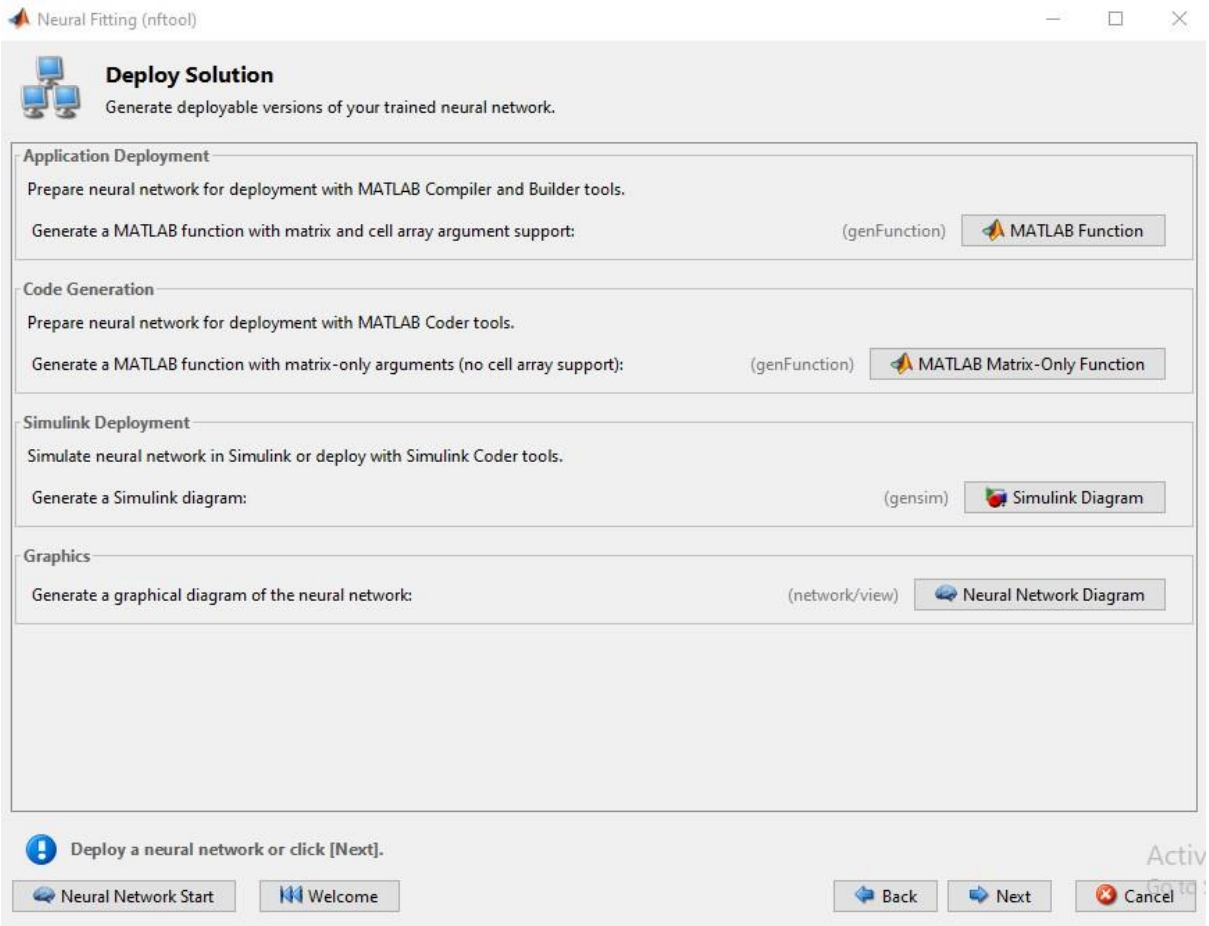
6-5- تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على نموذج خط النقل المدروس

بعد إتمام عملية بناء الشبكة في بيئة ماتلاب يتم تدريب الشبكة العصبونية من خلال الضغط على أيقونة التدريب retrain في نافذة التدريب المبينة في الشكل (6-4)، تنتهي عملية التدريب عند الحصول على أقل قيمة لمتوسط الخطأ التربيعي rms كما قو مبين في الشكل (6-4).

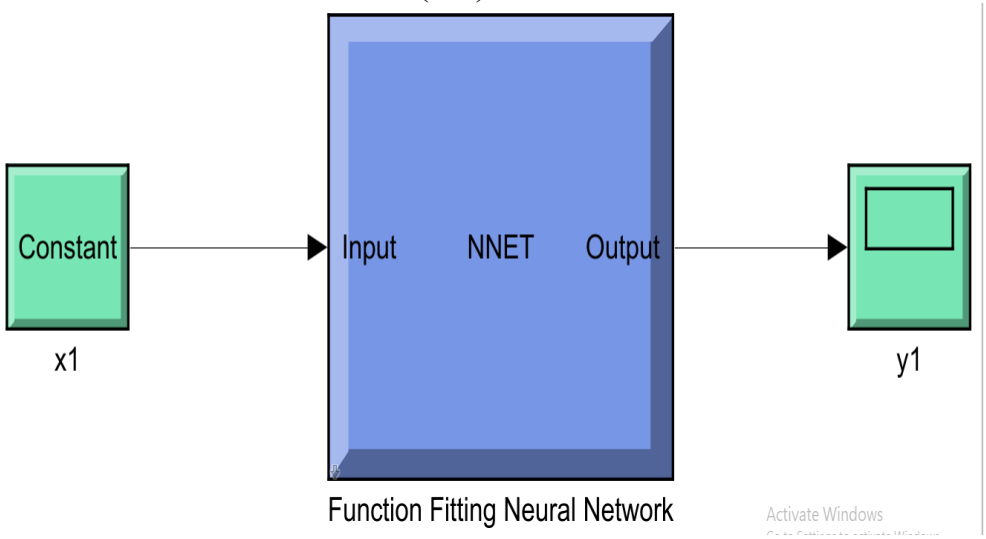


الشكل (6-4) نافذة تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال على نموذج خط النقل المدروس

بعد الانتهاء من تدريب الشبكة العصبونية يتم بناء نموذج للشبكة العصبونية من خلال الضغط على أيقونة Simulink Diagramالمبينة في الشكل (6-5) والحصول على المخطط الصندوقي للشبكة العصبونية المبين في الشكل (6-6).



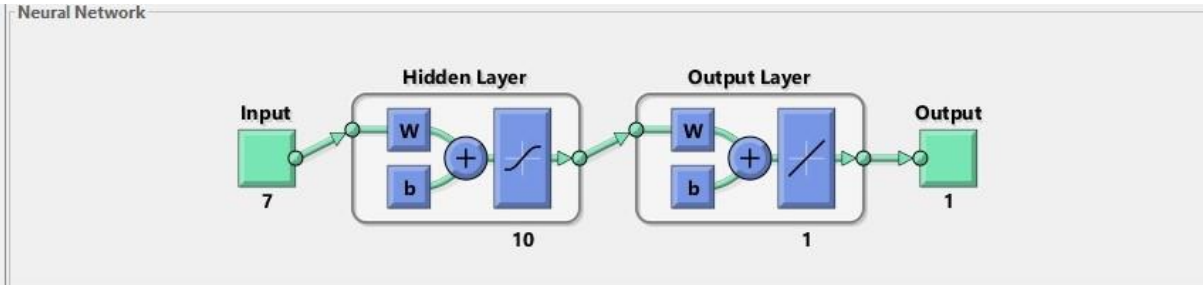
الشكل (6-5) نافذة حفظ الشبكة العصبونية



الشكل (6-6) المخطط الصندوقي للشبكة العصبونية المسؤولة عن اكتشاف وتصنيف الأعطال

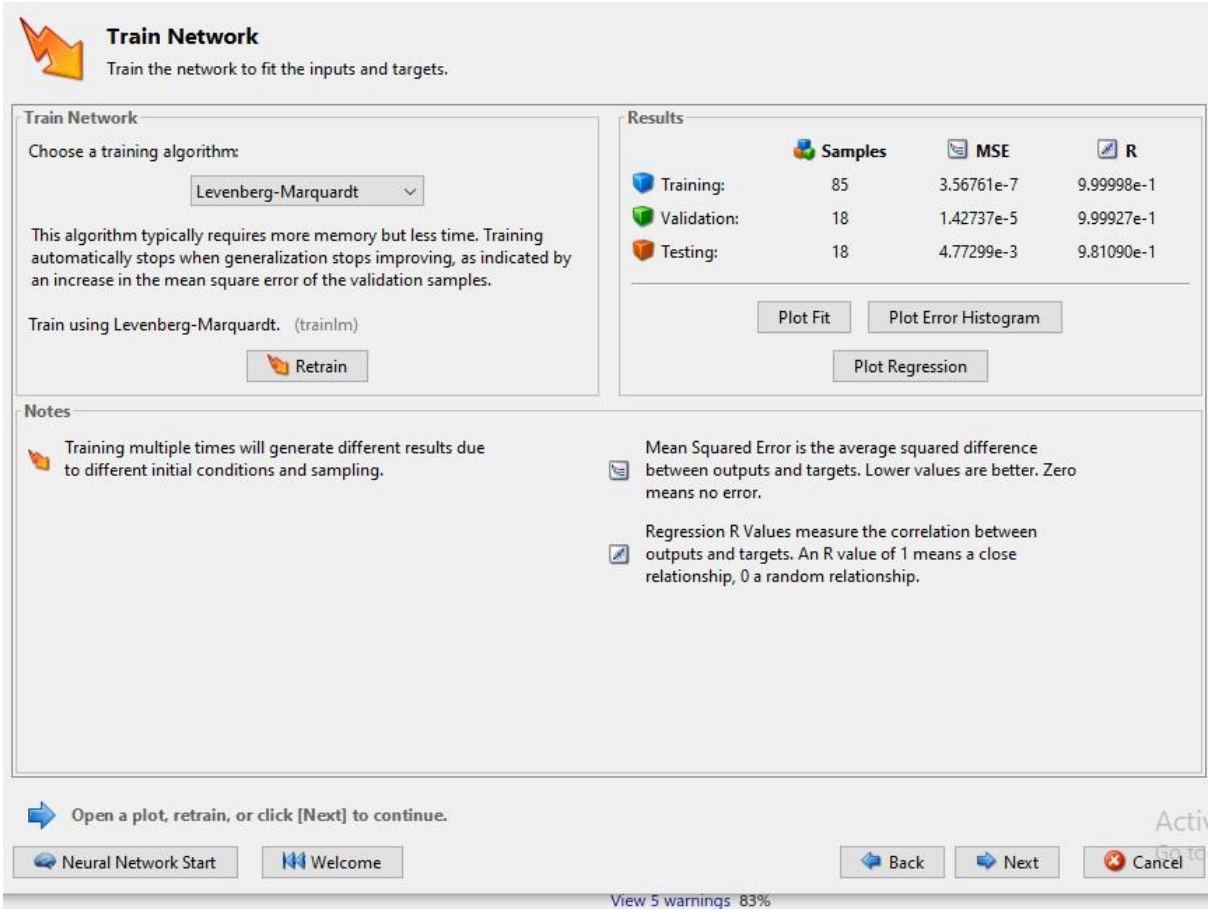
6-6- بناء الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على نموذج خط النقل المدروس

يبين الشكل (6-7) الشبكة العصبونية المستخدمة لتحديد موقع العطل على نموذج خط النقل، تتألف هذه الشبكة من ثلاث طبقات وهي طبقة الدخل عبارة عن سبعة عصبونات تمثل التوترات والتيارات للأطوار الثلاثة والتيار الصفري، والطبقة المخفية مؤلفة من 10 عصبون بتابع تفعيل tansig، وطبقة الخرج عبارة عن عصبون وحيد يعبر عن مسافة العطل مقدرة بالـKm .

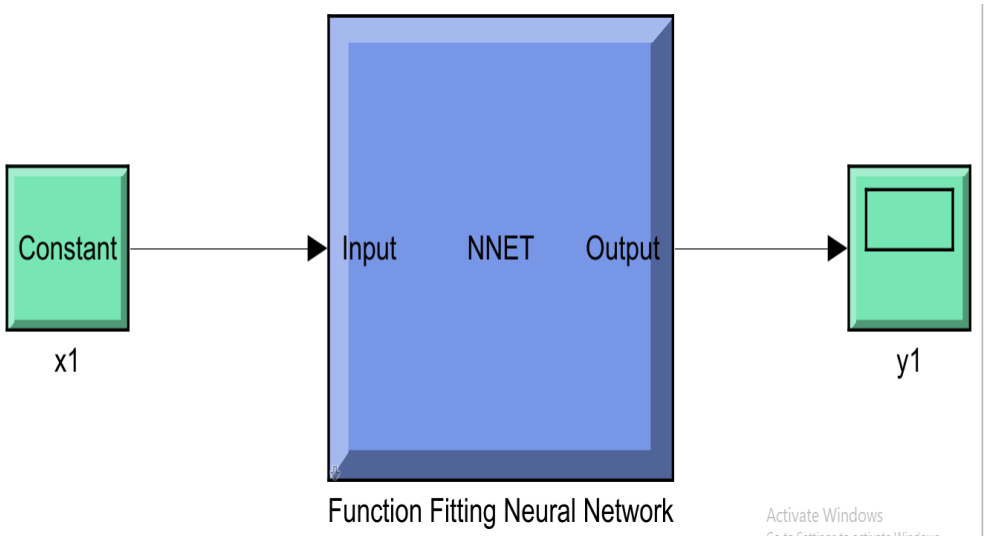


الشكل (6-7) الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على خط النقل المدروس

بعد بناء الشبكة العصبونية في برنامج الماتلاب يتم تدريب الشبكة العصبونية من خلال نافذة التدريب المبينة في الشكل (6-8) وتنتهي عملية التدريب عند الحصول على أصغر قيمة لمتوسط مربع الخطأ rms كما هو مبين في الشكل (6-8)، بعد الانتهاء من عملية التدريب يتم انشاء المخطط الصندوقي للشبكة العصبونية المبين في الشكل (6-9).



الشكل (6-8) نافذة تدريب الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على نموذج خط النقل المدروس

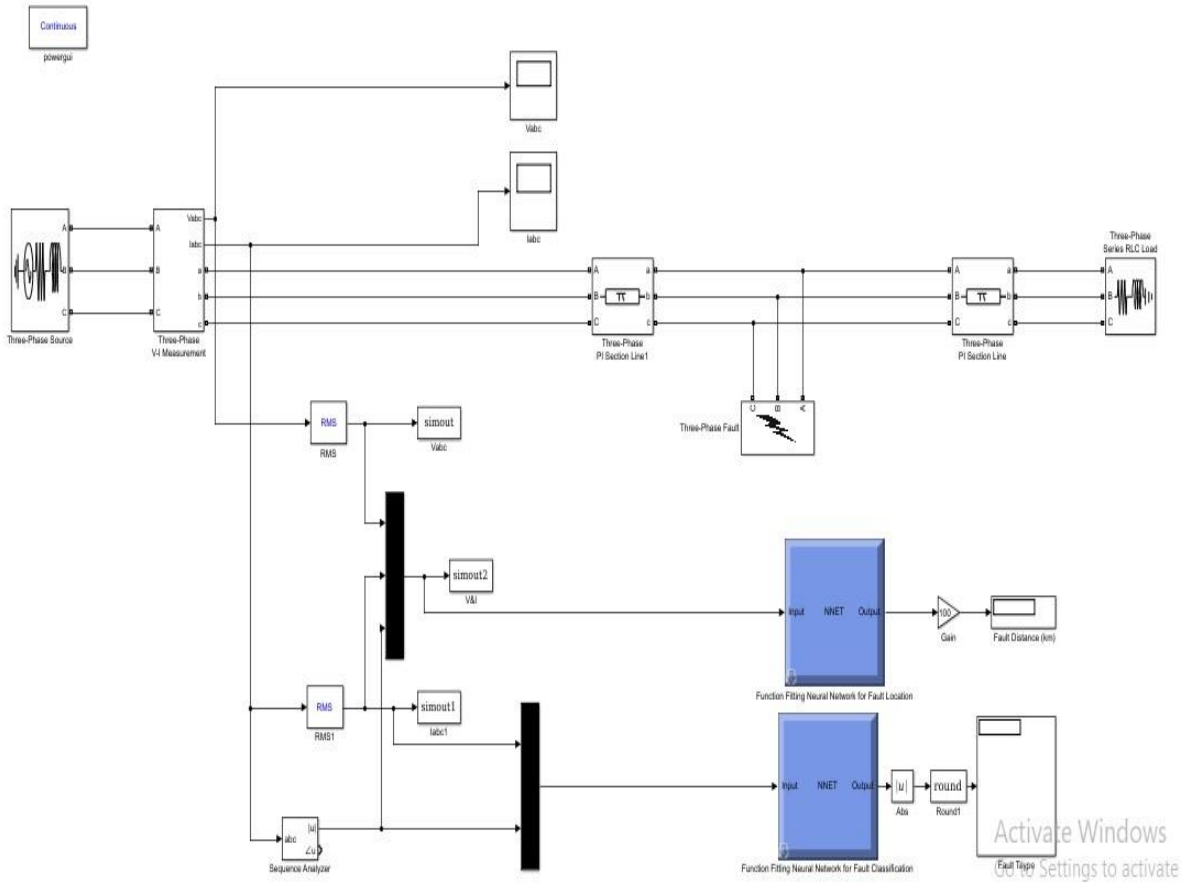


الشكل (6-9) المخطط الصندوقي للشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل على نموذج خط النقل

6-7-نمذجة دارة اكتشاف وتصنيف الأعطال وتحديد موقع العطل على خط النقل باستخدام الشبكات العصبونية بالزمن الحقيقي

يبين الشكل (6-10) دارة اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل باستخدام الشبكات العصبونية بالزمن الحقيقي، تتألف الدارة من شبكة عصبونية لاكتشاف وتصنيف العطل Detect and classification مهمة هذه الشبكة تصنيف العطل وذلك بناء على قيم مطالات التيارات للأطوار الثلاثة والتيار الصفري والتي تعتبر كدخل لهذه الشبكة، بينما خرج هذه الشبكة عبارة عن قيم ثنائية "0"أو"1" تعبر عن حالة العطل.

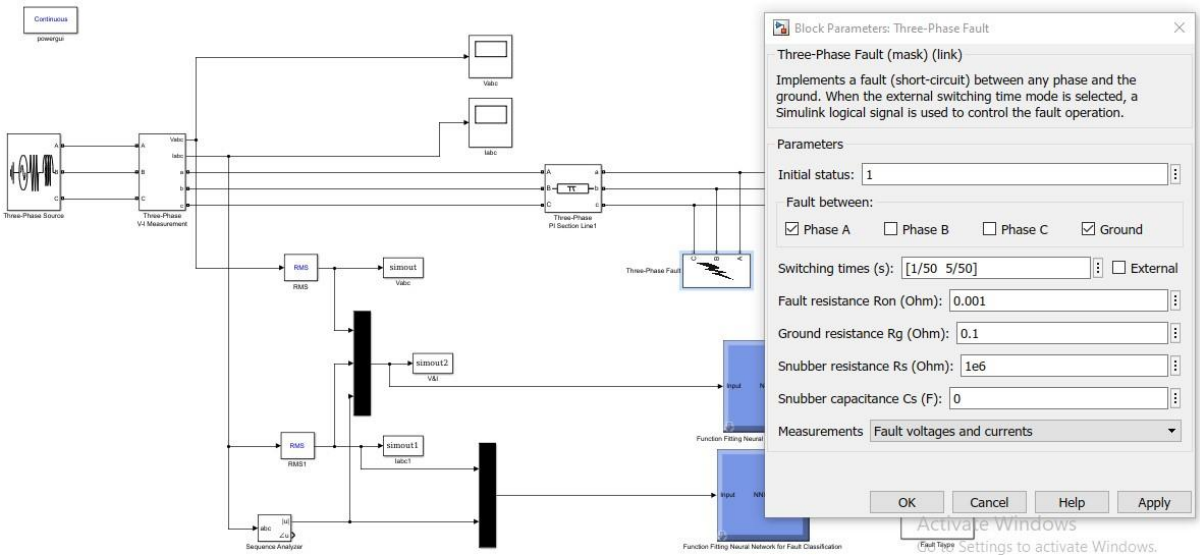
أما الشبكة العصبونية المسؤولة عن تحديد موقع العطل Fault location تأخذ قيم مطالات التوترات والتيارات للأطوار الثلاثة والتيار الصفري وبناء على هذه القيم يتم تقدير مسافة العطل مقدرة بالـKm .

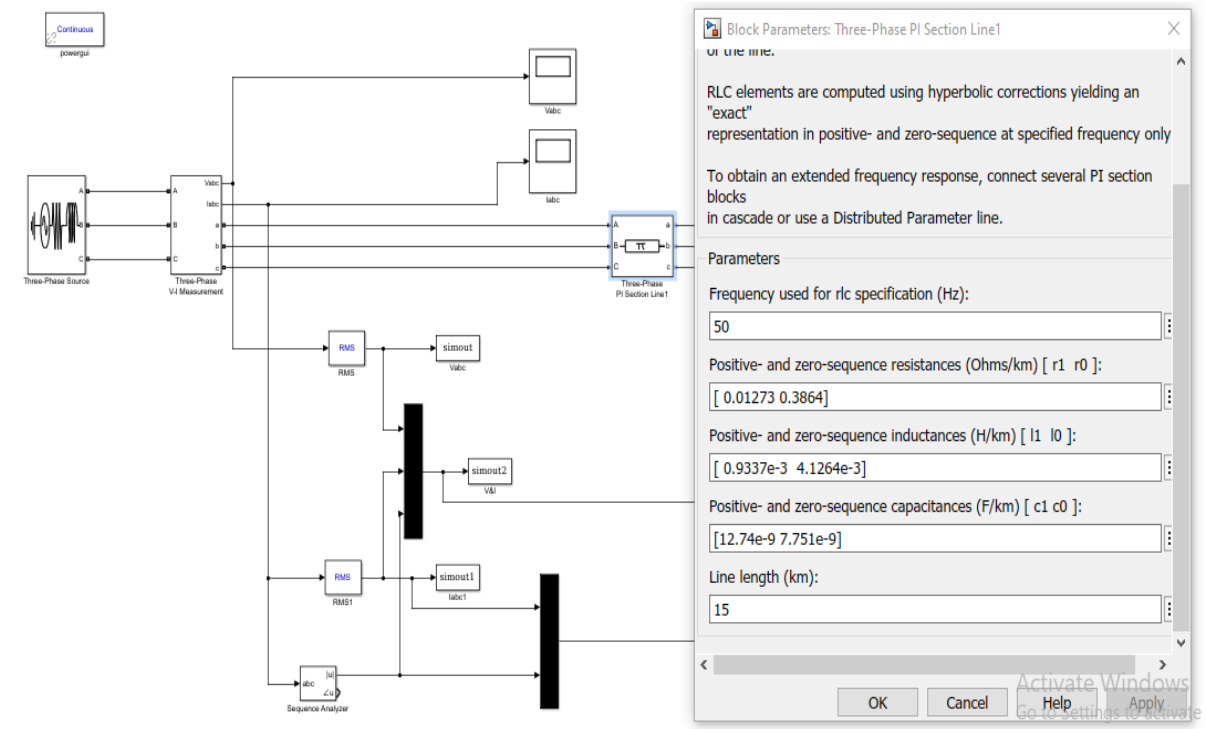


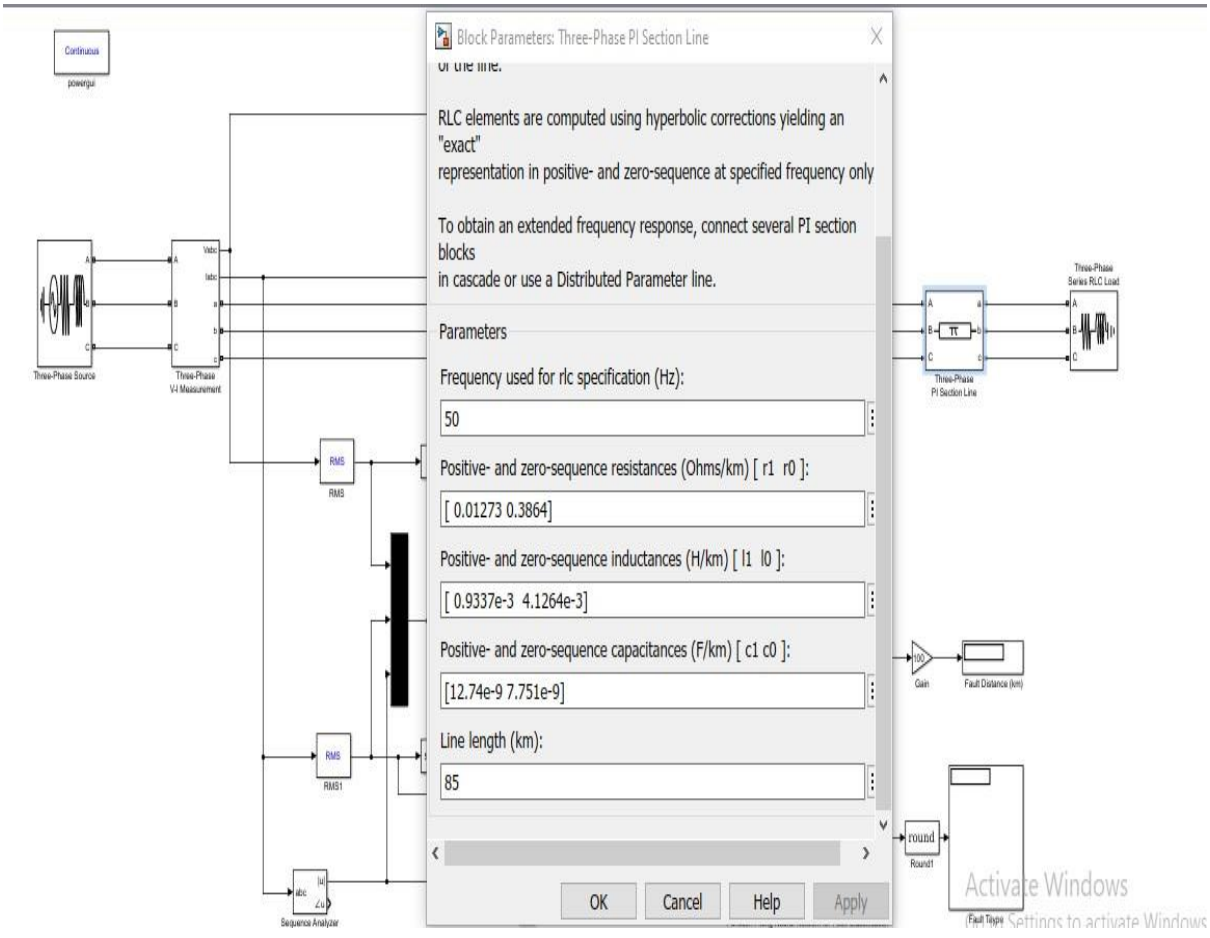
الشكل (6-10) نموذج دارة اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل باستخدام الشبكات العصبونية بالزمن الحقيقي

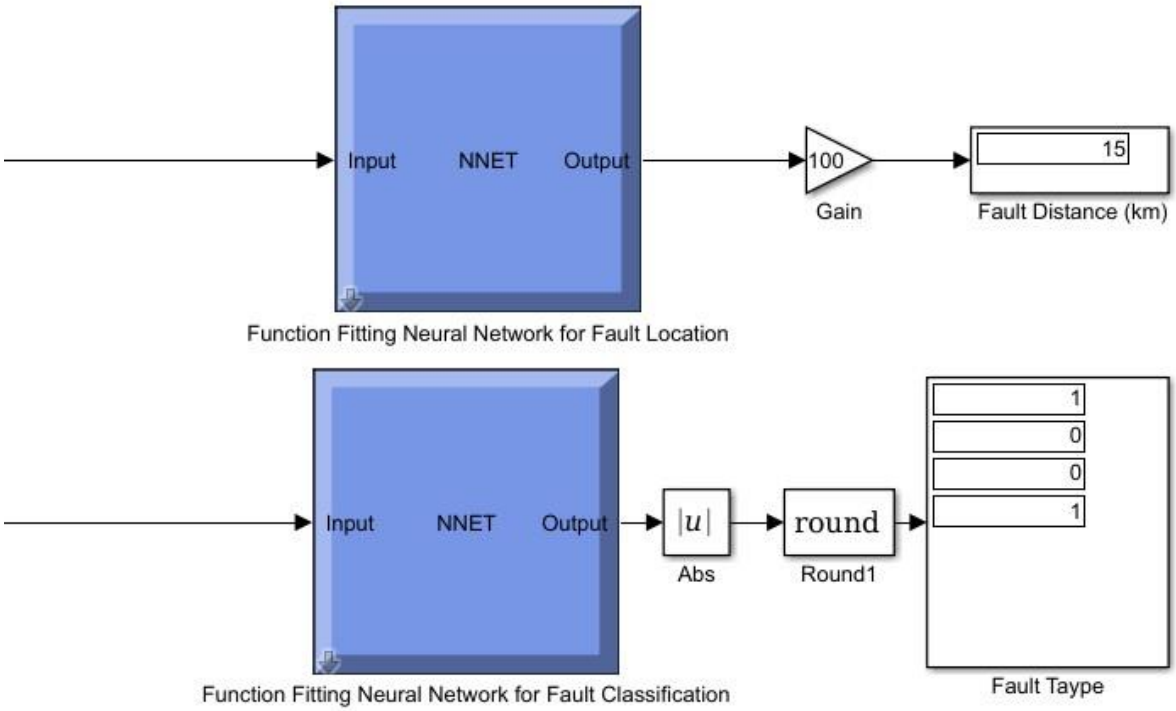
6-8- اختبار دارة اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل بالزمن الحقيقي

يبين الشكل (6-11) حالة اختبار دارة اكتشاف وتصنيف وتحديدي موقع العطل بالزمن الحقيقي وذلك لحالة عطل طور مع الأرض LG-A على الطور A ومسافة عطل على خط النقل 15 Km فكانت النتيجة كما هو مبين في الشكل (6-11).




Block Parameters: Three-Phase PI Section Line1
RLC elements are computed using hyperbolic corrections yielding an "exact"
representation in positive- and zero-sequence at specified frequency only
To obtain an extended frequency response, connect several PI section blocks
in cascade or use a Distributed Parameter line.
Parameters
Frequency used for rlc specification (Hz):
50
Positive- and zero-sequence resistances (Ohms/km) [r1 r0]:
[0.01273 0.3864]
Positive- and zero-sequence inductances (H/km) [l1 l0]:
[0.9337e-3 4.1264e-3]
Positive- and zero-sequence capacitances (F/km) [c1 c0]:
[12.74e-9 7.751e-9]
Line length (km):
15
OK
Cancel
Help
Apply
Activate Windows
Go to Settings to activate


Block Parameters: Three-Phase PI Section Line
RLC elements are computed using hyperbolic corrections yielding an "exact"
representation in positive- and zero-sequence at specified frequency only
To obtain an extended frequency response, connect several PI section blocks
in cascade or use a Distributed Parameter line.
Parameters
Frequency used for rlc specification (Hz):
50
Positive- and zero-sequence resistances (Ohms/km) [r1 r0]:
[0.01273 0.3864]
Positive- and zero-sequence inductances (H/km) [l1 l0]:
[0.9337e-3 4.1264e-3]
Positive- and zero-sequence capacitances (F/km) [c1 c0]:
[12.74e-9 7.751e-9]
Line length (km):
85
OK
Cancel
Help
Apply
Activate Windows



الشكل (6-11) نوافذ اختبار دارة اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل بالزمن الحقيقي

يبين الجدول (6-5) نتائج اختبار خوارزمية اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل بالزمن الحقيقي على النموذج المدروس ضمن برنامج ماتلاب وذلك عند مسافات عطل على الخط مختلفة وحالات أعطال مختلفة.

الجدول (6-5) نتائج اختبار خوارزمية تصنيف وتحديد موقع العطل على نموذج خط النقل باستخدام الشبكات العصبونية بالزمن الحقيقي.

Fault type	Actual fault distance [Km]	Output Classification fault				Foreseen fault distance[Km]	Error[Km]	Error%
		A	B	C	G			
LG-A	5	1	0	0	1	5.011	0.011	0.22
LG-B	15	0	1	0	1	15.11	0.11	0.73
LG-C	25	0	0	1	1	24.95	-0.05	-0.20
LL-AB	35	1	1	0	0	35.05	0.05	0.14
LL-BC	45	0	1	1	0	44.80	-0.20	-0.44
LL-AC	50	1	0	1	0	49.91	-0.09	-0.18
LLG-AB	55	1	1	0	1	55.20	0.20	0.36
LLG-BC	65	0	1	1	1	64.52	-0.48	-0.74
LLG-AC	75	1	0	1	1	75.23	0.23	0.31
LLL-ABC	85	1	1	1	0	84.97	-0.03	0.05
LLLG-ABC	95	1	1	1	0	95	0	0

الفصل السابع

النتائج والتوصيات

7-1 –النتائج

تلخصت النتائج التي تم التوصل إليها في هذا البحث فيما يلي:

-تم التعرف على الطرق المختلفة المستخدمة في تحديد موقع العطل على خط النقل سواء الطرق الرياضية وطريقة حواكم الحماية المسافية.

-تمت دراسة بنية الشبكات العصبونية الصنعية والتعرف على أنواعها وكيفية تدريب هذه الشبكات العصبونية ضمن بيئة ماتلاب.

-قمنا ببناء خوارزمية لاكتشاف وتصنيف الأعطال على خط النقل ومن ثم تحديد موقع العطل على خط النقل بناء على قيم مطالات التوتر والتيار للأطوار الثلاثة ومركبة التيار الصفري.

-تم تطبيق الخوارزمية على خط نقل (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS وكانت النتائج دقيقة.

قمنا بعد ذلك بتطبيق الخوارزمية على خط نقل الزاهرة-تشرين2 من الشبكة السورية طول الخط 50Km وتوتره 230KV وكانت النتائج ذات دقة عالية.

-تم نمذجة خط نقل طوله 100Km وتوتر 230KV باستخدام برنامج المحاكاة في بيئة ماتلاب ومن ثم تمت عملية بناء شبكات عصبونية لاكتشاف وتصنيف الأعطال على هذا الخط وتم اختبارها ضمن النموذج بالزمن الحقيقي.

7-2- التوصيات

-العمل على بناء حاكمة حماية مسافية تستخدم الشبكات العصبونية في عملية اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل بالزمن الحقيق وذلك من خلال الاعتماد على القيم الفعالة للتوترات والتيارات ثلاثية الطور والتيار الصفري واستخدامها كإشارات دخل للحاكمة.

8-الملاحق

الملحق الأول: بيانات الشبكة السورية

الجدول (8-1) معطيات المركبة الموجبة لمحددات خطوط النقل ذات التوتر 230 كيلو فولت للشبكة السورية المدروسة

NAME OF LINE		BASE	LENGTH	R	X	B	R	X	B	TYP	SEC	IMAX
FROM	TO	KV	KM	OHM			PU			COND	MM2	A
SH-MESKN	SOWEDA	230	48	3.696	19.824	131.232	0.00698676	0.03747448	0.06942172	ACSR	400/51	670
SH-MESKN	KISWEH	230	56	4.312	23.128	153.104	0.00815122	0.04372022	0.08099206	ACSR	400/51	670
SH-MESKN	IRBED	230	54	4.158	22.302	147.636	0.00786011	0.04215879	0.07809944	ACSR	400/51	670
SOWEDA	TISHREEN	230	112	8.624	46.256	306.208	0.01630245	0.08744045	0.16198403	ACSR	400/51	670
KISWEH	FOURSAN	230	19.2	1.4784	7.9296	52.4928	0.00279470	0.01498979	0.02776869	ACSR	400/51	670
KISWEH	TISHREEN	230	46	3.542	18.998	125.764	0.00669565	0.03591304	0.06652915	ACSR	400/51	670
KISWEH	TISHREEN	230	46	3.542	18.998	125.764	0.00669565	0.03591304	0.06652915	ACSR	400/51	670
KISWEH	MIDAN 2	230	15.8	1.2166	6.5254	43.1972	0.00229981	0.01233535	0.02285131	ACSR	400/51	670
KISWEH	MIDAN 2	230	17	1.309	7.021	46.478	0.00247448	0.01327221	0.02458686	ACSR	400/51	670
KISWEH	DIR-ALI	230	9.8	0.7546	4.0474	26.7932	0.00142646	0.00765104	0.01417360	ACSR	400/51	670
KISWEH	DIR-ALI	230	9.8	0.7546	4.0474	26.7932	0.00142646	0.00765104	0.01417360	ACSR	400/51	670
FOURSAN	DIMAS	230	11.5	0.8855	4.7495	31.441	0.00167391	0.00897826	0.01663228	ACSR	400/51	670
FOURSAN	DIMAS	230	13	1.001	5.369	35.542	0.00189225	0.01014933	0.01880171	ACSR	400/51	670

TISHREEN	TISHREEN	230	1.5	0.1155	0.6195	4.101	0.0002183336	0.0011710778	0.0021694299	ACSR	400/51	670
TISHREEN	TISHREEN	230	1.5	0.1155	0.6195	4.101	0.0002183336	0.0011710778	0.0021694299	ACSR	400/51	670
TISHREEN	ADRA 2	230	29.3	2.2561	12.1009	80.1062	0.0042648399	0.0228750477	0.0423761887	ACSR	400/51	670
TISHREEN	ADRA 2	230	29.3	2.2561	12.1009	80.1062	0.0042648399	0.0228750477	0.0423761887	ACSR	400/51	670
TISHREEN	ZAHERA	230	50	3.85	20.65	136.7	0.0072778883	0.0390359177	0.0723143	ACSR	400/51	670
TISHREEN	ZAHERA	230	50	3.85	20.65	136.7	0.0072778883	0.0390359177	0.0723143	ACSR	400/51	670
ADRA 2	MIDAN 2	230	34.5	2.6565	14.2485	94.323	0.0050217339	0.0269347833	0.0498968667	ACSR	400/51	670
ADRA 2	QABOUN 2	230	27.9	2.1483	11.5227	76.2786	0.0040610559	0.0217820422	0.0403513779	ACSR	400/51	670
ADRA 2	NASSRIEH	230	30	2.31	12.39	82.02	0.0043667336	0.0234215577	0.0433885858	ACSR	400/51	670
ADRA 2	JANDAR 1	230	106	8.162	43.778	289.804	0.0154291122	0.0827561444	0.1533063116	ACSR	400/51	670
MIDAN 2	QABOUN 2	230	13.8	1.0626	5.6994	37.7292	0.0020086996	0.0107739133	0.0199587477	ACSR	400/51	670
DOUMAR	NASSRIEH	230	56	4.312	23.128	153.104	0.0081512229	0.0437202277	0.0809920166	ACSR	400/51	670
DOUMAR	DIMAS	230	17	1.309	7.021	46.478	0.0024744848	0.0132722122	0.0245868622	ACSR	400/51	670
DOUMAR	DIMAS	230	17	1.309	7.021	46.478	0.0024744848	0.0132722122	0.0245868622	ACSR	400/51	670
DOUMAR	MAZRAA	230	12	0.924	4.956	32.808	0.0017466922	0.0093686232	0.0173554332	ACSR	400/51	670
QABOUN 1	QABOUN 2	230	2.7	0.243	1.1313	7.317	0.0004593577	0.0021385633	0.0038706933	ALMC	366	670
QABOUN 1	QABOUN 2	230	2.7	0.243	1.1313	7.317	0.0004593577	0.0021385633	0.0038706933	ALMC	366	670
QABOUN 2	MAZRAA	230	10	0.77	4.13	27.34	0.0014555577	0.0078071833	0.0146286	ACSR	400/51	670

QABOUN 2	QATTENEH	230	137.7	9.5013	54.8046	391.068	0.01796087	0.10360037	0.20687497 2	ALMC	475	580
JANDAR	FEIROZEH	230	32	2.464	13.216	87.488	0.00465784 5	0.02498298 7	0.04628115 2	ACSR	400/51	670
JANDAR	FEIROZEH	230	32	2.464	13.216	87.488	0.00465784 5	0.02498298 7	0.04628115 2	ACSR	400/51	670
FEIROZEH	QATTENEH	230	21	1.617	8.673	57.414	0.00305671 1	0.01639508 5	0.03037200 6	ACSR	400/51	670
FEIROZEH	HAMA 2	230	35	2.695	14.455	95.69	0.00509451 8	0.02732514 2	0.05062001	ACSR	400/51	670
FEIROZEH	HAMA 1	230	55.8	4.2966	23.0454	152.5572	0.00812211 7	0.04356408 3	0.08070275 9	ACSR	400/51	670
QATTENEH	ZARA	230	38.2	2.9414	15.7766	104.4388	0.00556030 2	0.02982344	0.05524812 5	ACSR	400/51	670
QATTENEH	ZARA	230	38.9	2.9953	16.0657	106.3526	0.00566219 3	0.03036994 3	0.05626052 5	ACSR	400/51	670
QATTENEH	TARTUS	230	78.4	6.0368	32.3792	214.3456	0.01141172	0.06120831 8	0.11338882 2	ACSR	400/51	670
HAMA 2	MEHARDEH	230	36	2.772	14.868	98.424	0.00524007 6	0.02810586	0.05206629 6	ACSR	400/51	670
HAMA 2	MEHARDEH	230	36	2.772	14.868	98.424	0.00524007 6	0.02810586	0.05206629 6	ACSR	400/51	670
HAMA 2	HAMA 1	230	23	1.771	9.499	62.882	0.00334782 6	0.01795652 2	0.03326457 8	ACSR	400/51	670
HAMA 2	ZARA	230	11	0.847	4.543	30.074	0.00160113 4	0.00858790 2	0.01590914 6	ACSR	400/51	670
HAMA 2	ZARA	230	12.8	0.9856	5.2864	34.9952	0.00186313 8	0.00999319 5	0.01851246 1	ACSR	400/51+475	670
HAMA 2	BANIAS	230	87.1	3.71046	34.1432	252.59	0.00701410 2	0.06454291 1	0.13362011	ACSR	680/85	940
HAMA 2	BANIAS	230	87.1	3.71046	34.1432	252.59	0.00701410 2	0.06454291 1	0.13362011	ACSR	680/85	940
HAMA 2	THAWRA	230	194.5	14.9765	80.3285	531.763	0.02831096 4	0.15184971 6	0.28130262 7	ACSR	400/51	670
MEHARDEH	HAMA 1	230	18.5	1.4245	7.6405	50.579	0.00269281 7	0.01444328 9	0.02675629 1	ACSR	400/51	670

MEHARDEH	HAMA 1	230	18.5	1.4245	7.6405	50.579	0.0026928167	0.0144432889	0.0267562901	ACSR	400/51	670
HAMA 1	ZARA	230	35.8	2.7566	14.7854	97.8772	0.0052109644	0.0279497166	0.0517770339	ACSR	400/51+475	670
HAMA 1	ALEPPO-E	230	135	10.395	55.755	369.09	0.0196502844	0.1053969745	0.1952486107	ACSR	400/51+475	670
HAMA 1	THAWRA	230	185.9	14.3143	76.7767	508.2506	0.0270591688	0.1451355399	0.2688645677	ACSR	400/51	670
TARTUS	BANIAS	230	36.5	2.8105	15.0745	99.791	0.0053128544	0.0284962199	0.0527894399	ACSR	400/51	670
TARTUS	BANIAS	230	34	2.618	14.042	92.956	0.0049489643	0.0265444233	0.0491737244	ACSR	400/51	670
TARTUS	LEBANON3	230	64	4.928	26.432	174.976	0.0093156944	0.0496597304	0.0925623004	ACSR	400/51	670
BANIAS	LATAKIA	230	49.4	3.8038	20.4022	135.0596	0.0071905488	0.0385674866	0.0714465288	ACSR	400/51	670
BANIAS	JABLEH	230	25.8	1.9866	10.6554	70.5372	0.0037553888	0.0201425333	0.0373141779	ACSR	400/51	670
BANIAS	JABLEH	230	25.8	1.9866	10.6554	70.5372	0.0037553888	0.0201425333	0.0373141779	ACSR	400/51	670
LATAKIA	SKOUBEEN	230	6	0.462	2.478	16.404	0.0008733466	0.0046843167	0.0086777166	ACSR	400/51	670
LATAKIA	SKOUBEEN	230	12	0.924	4.956	32.808	0.0017466922	0.0093686267	0.0173554332	ACSR	400/51	670
SKOUBEEN	ZAYZOUN	230	75.5	5.8135	31.1815	206.417	0.0109896033	0.0589442344	0.1091945933	ACSR	400/51	670
IDLEB	ZAYZOUN	230	41.1	3.1647	16.9743	112.3674	0.0059824208	0.0320875244	0.0594423545	ACSR	400/51	670
IDLEB	ALEPPO-H	230	50	3.85	20.65	136.7	0.0072778833	0.0390359177	0.072314333	ACSR	400/51	670
ALEPPO-D	ALEPPO-E	230	55	4.235	22.715	150.37	0.0080056711	0.0429395009	0.0795457333	ACSR	400/51+475	670
ALEPPO-D	ALEPPO-F	230	16.7	1.2859	6.8971	45.6578	0.0024308133	0.0130379966	0.0241529766	ACSR	400/51	670
ALEPPO-D	DAH-ALEP	230	9.8	0.7546	4.0474	26.7932	0.0014264655	0.0076510467	0.0141736033	ACSR	400/51	670

ALEPPO-D	THAWRA	230	154	11.858	63.602	421.036	0.02241587	0.12023062	0.22272804	ACSR	400/51+366	670
ALEPPO-H	ALEPPO-B	230	15.8	1.2166	6.5254	43.1972	0.00229981	0.01233535	0.02285131	ACSR	400/51	670
ALEPPO-H	DAH-ALEP	230	9.8	0.7546	4.0474	26.7932	0.00142646	0.00765104	0.01417360	ACSR	400/51	670
ALEPPO-B	ALEPPO-E	230	30.3	2.3331	12.5139	82.8402	0.00441039	0.02365576	0.04382246	ACSR	400/51	670
ALEPPO-B	TSHDAM	230	100	7.7	41.3	273.4	0.01455576	0.07807183	0.1446286	ACSR	400/51	670
ALEPPO-E	ALEPPO-F	230	18.4	1.4168	7.5992	50.3056	0.00267826	0.01436521	0.02661166	ACSR	400/51	670
ALEPPO-E	ALEPPO-F	230	20	1.54	8.26	54.68	0.00291115	0.01561436	0.02892572	ACSR	400/51	670
MESKNH-W	MESKNEH	230	16	1.232	6.608	43.744	0.00232892	0.01249149	0.02314057	ACSR	400/51	670
MESKNH-W	TSHDAM	230	36	2.772	14.868	98.424	0.00524007	0.02810586	0.05206629	ACSR	400/51	670
MESKNH-W	THAWRA	230	94	7.238	38.822	256.996	0.01368242	0.07338752	0.13595088	ACSR	400/51	670
ALEPPO-F	MESKNEH	230	96.7	7.459	39.9371	264.3778	0.01407542	0.07549546	0.13985585	ACSR	400/51	670
MESKNEH	MESKNEH1	230	1.2	0.0924	0.4956	3.2808	0.00017466	0.00093686	0.00173554	ACSR	400/51	670
MESKNEH	MESKNEH1	230	1.2	0.0924	0.4956	3.2808	0.00017466	0.00093686	0.00173554	ACSR	400/51	670
MESKNEH	MESKNH-E	230	12	0.924	4.956	32.808	0.00174669	0.00936862	0.01735543	ACSR	400/51	670
MESKNEH	MESKNH-E	230	12	0.924	4.956	32.808	0.00174669	0.00936862	0.01735543	ACSR	400/51	670
MESKNEH	TSHDAM	230	49.4	3.8038	20.4022	135.0596	0.00719054	0.03856748	0.07144652	ACSR	400/51	670
MESKNEH	THAWRA	230	85.8	6.6066	35.4354	234.5772	0.01248884	0.06698563	0.12409133	ACSR	400/51	670
BAATH	THAWRA	230	22	1.694	9.086	60.148	0.00320226	0.01717580	0.03181829	ACSR	400/51	670

THAWRA	RAQQA	230	51.5	3.9655	21.2695	140.801	0.00749621 9	0.04020699 4	0.07448372 9	ACSR	400/51	670
THAWRA	RAQQA	230	51.5	3.9655	21.2695	140.801	0.00749621 9	0.04020699 4	0.07448372 9	ACSR	400/51	670
RAQQA	DEIRZOR	230	143	11.011	59.059	390.962	0.02081474 5	0.11164272 2	0.20681889 8	ACSR	400/51	670
RAQQA	HASSAKEH	230	167.6	12.9052	69.2188	458.2184	0.02439546 3	0.13084839 3	0.24239753 4	ACSR	400/51	670
DEIRZOR	TAYYEM	230	31	2.387	12.803	84.754	0.00451228 7	0.02420226 8	0.04483486 6	ACSR	400/51	670
DEIRZOR	HASSAKEH	230	130	10.01	53.69	355.42	0.01892249 5	0.10149338 4	0.18801718	ACSR	400/51	670
TAYYEM	ALDWER	230	86	6.622	35.518	235.124	0.01251795 8	0.06714177 7	0.12438059 6	ACSR	400/51	670
HASSAKEH	QAMESHLI	230	78	6.006	32.214	213.252	0.01135349 7	0.06089603	0.11281030 8	ACSR	400/51	670
HASSAKEH	SWEDIEH	230	136	10.472	56.168	371.824	0.01979584 1	0.10617769 4	0.19669489 6	ACSR	400/51	670
QAMESHLI	SWEDIEH	230	87	6.699	35.931	237.858	0.01266351 6	0.06792249 5	0.12582688 2	ACSR	400/51	670
SWEDIEH	IRAQ	230	40	3.08	16.52	109.36	0.00582230 6	0.03122873 3	0.05785144	ACSR	400/51	670
HAMA 1	SAHER-AL	230	2.4	0.1848	0.9912	6.5616	0.00034933 8	0.00187372 4	0.00347108 6	ACSR	400/51	670
TISHREN DAM	ALEPO- H	230	118	9.086	48.734	322.612	0.01717580 3	0.09212476 4	0.17066174 8	ACSR	400/51	670
TISHREN DAM	ALEPO- H	230	118	9.086	48.734	322.612	0.01717580 3	0.09212476 4	0.17066174 8	ACSR	400/51	670
ALEPO- E	SACJOR	230	35	2.695	14.455	95.69	0.00509451 8	0.02732514 2	0.05062001	ACSR	400/51	670
ALEPO- E	SACJOR	230	35	2.695	14.455	95.69	0.00509451 8	0.02732514 2	0.05062001	ACSR	400/51	670
DAHET-ALASD	ALEPO- E	230	41	3.157	16.933	112.094	0.00596786 4	0.03200945 2	0.05929772 6	ACSR	400/51	670

DAHET-ALASD	ALEPO- E	230	41	3.157	16.933	112.094	0.00596786 4	0.03200945 2	0.05929772 6	ACSR	400/51	670
THAWRA	RAQQA	230	52	4.004	21.476	142.168	0.00756899 8	0.04059735 3	0.07520687 2	ACSR	400/51	670
RAKA	BAATH	230	32.5	2.5025	13.4225	88.855	0.00473062 4	0.02537334 6	0.04700429 5	ACSR	400/51	670
ZAHERA	BARAMEKH	**230**	5	0.385	2.065	13.67	0.00042	0.00129	0.03038	ALMC	475	580
ZAHERA	FORSAN	230	10	0.77	4.13	27.34	0.00042	0.00129	0.03038	ALMC	475	580
ZAHERA	BABSHARKI	230	4	0.308	1.652	10.936	0.00042	0.00129	0.03038	ALMC	475	580

الجدول (8-2) محددات المركبة الصفرية لخطوط النقل ذات التوتر 230KV للشبكة السورية المدروسة

NAME OF LINE		BASE	LENGTH	R	X	B	R	X	B	TYP	SEC	IMAX
FROM	TO	KV	KM	OHM			PU			COND	MM2	A
SH-MESKN	SOWEDA	230	48	16.416	59.52	85.92	0.031032136	0.112514178	0.045445168	ACSR	400/51	670
SH-MESKN	KISWEH	230	56	19.152	69.44	100.24	0.036204159	0.131266541	0.05302696	ACSR	400/51	670
SH-MESKN	IRBED	230	54	18.468	66.96	96.66	0.034911153	0.12657845	0.05113314	ACSR	400/51	670
SOWEDA	TISHREEN	230	112	38.304	138.88	200.48	0.072408318	0.262533081	0.10605392	ACSR	400/51	670
KISWEH	FOURSAN	230	19.2	6.5664	23.808	34.368	0.012412854	0.045005671	0.018180672	ACSR	400/51	670
KISWEH	TISHREEN	230	46	15.732	57.04	82.34	0.02973913	0.107826087	0.04355786	ACSR	400/51	670
KISWEH	TISHREEN	230	46	15.732	57.04	82.34	0.02973913	0.107826087	0.04355786	ACSR	400/51	670
KISWEH	MIDAN 2	230	15.8	5.4036	19.592	28.282	0.010214745	0.037035917	0.014961178	ACSR	400/51	670
KISWEH	MIDAN 2	230	17	5.814	21.08	30.43	0.010990548	0.039848771	0.01609747	ACSR	400/51	670
KISWEH	DIR-ALI	230	9.8	3.3516	12.152	17.542	0.006335728	0.022971645	0.009279718	ACSR	400/51	670

KISWEH	DIR-ALI	230	9.8	3.3516	12.152	17.542	0.006335728	0.022971645	0.009279718	ACSR	400/51	670
FOURSAN	DIMAS	230	11.5	3.933	14.26	20.585	0.007434783	0.026956522	0.010889465	ACSR	400/51	670
FOURSAN	DIMAS	230	13	4.446	16.12	23.27	0.008404537	0.03047259	0.012300983	ACSR	400/51	670
TISHREEN	TISHREEN	230	1.5	0.513	1.86	2.685	0.000969754	0.003516068	0.001420365	ACSR	400/51	670
TISHREEN	TISHREEN	230	1.5	0.513	1.86	2.685	0.000969754	0.003516068	0.001420365	ACSR	400/51	670
TISHREEN	ADRA 2	230	29.3	10.0206	36.332	52.447	0.018942533	0.068680529	0.027744463	ACSR	400/51	670
TISHREEN	ADRA 2	230	29.3	10.0206	36.332	52.447	0.018942533	0.068680529	0.027744463	ACSR	400/51	670
TISHREEN	ZAHERA	230	50	17.1	62	89.5	0.032325142	0.117202268	0.0473455	ACSR	400/51	670
TISHREEN	ZAHERA	230	50	17.1	62	89.5	0.032325142	0.117202268	0.0473455	ACSR	400/51	670
ADRA 2	MIDAN 2	230	34.5	11.799	42.78	61.755	0.022304348	0.080869565	0.032668395	ACSR	400/51	670
ADRA 2	QABOUN 2	230	27.9	9.5418	34.596	49.941	0.018037429	0.065398866	0.026418789	ACSR	400/51	670
ADRA 2	NASSRIEH	230	30	10.26	37.2	53.7	0.019395085	0.070321361	0.0284073	ACSR	400/51	670
ADRA 2	JANDAR 1	230	106	36.252	131.44	189.74	0.068529301	0.248468809	0.10037246	ACSR	400/51	670
MIDAN 2	QABOUN 2	230	13.8	4.7196	17.112	24.702	0.008921739	0.032347826	0.013067358	ACSR	400/51	670
DOUMAR	NASSRIEH	230	56	19.152	69.44	100.24	0.036204159	0.131266541	0.05302696	ACSR	400/51	670
DOUMAR	DIMAS	230	17	5.814	21.08	30.43	0.010990548	0.039848771	0.01609747	ACSR	400/51	670
DOUMAR	DIMAS	230	17	5.814	21.08	30.43	0.010990548	0.039848771	0.01609747	ACSR	400/51	670
DOUMAR	MAZRAA	230	12	4.104	14.88	21.48	0.007758034	0.028128544	0.01136292	ACSR	400/51	670
QABOUN 1	QABOUN 2	230	2.7	0.9234	3.348	4.833	0.001745558	0.006328922	0.002556657	ALMC	366	670
QABOUN 1	QABOUN 2	230	2.7	0.9234	3.348	4.833	0.001745558	0.006328922	0.002556657	ALMC	366	670
QABOUN 2	MAZRAA	230	10	3.42	12.4	17.9	0.006465028	0.023440454	0.0094691	ACSR	400/51	670
QABOUN 2	QATTENEH	230	137.7	47.0934	170.748	246.483	0.089022344	0.322775047	0.130389507	ALMC	475	580
JANDAR	FEIROZEH	230	32	10.944	39.68	57.28	0.020688091	0.075009452	0.03030112	ACSR	400/51	670
JANDAR	FEIROZEH	230	32	10.944	39.68	57.28	0.020688091	0.075009452	0.03030112	ACSR	400/51	670

FEIROZEH	QATTENEH	230	21	7.182	26.04	37.59	0.01357656	0.04924953	0.01988511	ACSR	400/51	670
FEIROZEH	HAMA 2	230	35	11.97	43.4	62.65	0.02627599	0.08041588	0.03314185	ACSR	400/51	670
FEIROZEH	HAMA 1	230	55.8	19.0836	69.192	99.882	0.03607 4858	0.13097732	0.05283 7578	ACSR	400/51	670
QATTENEH	ZARA	230	38.2	13.0644	47.368	68.378	0.02496408	0.08942533	0.03671962	ACSR	400/51	670
QATTENEH	ZARA	230	38.9	13.3038	48.236	69.631	0.02514896	0.09183365	0.03684799	ACSR	400/51	670
QATTENEH	TARTUS	230	78.4	26.8128	97.216	140.336	0.05068 5822	0.18377 3157	0.07423 7744	ACSR	400/51	670
HAMA 2	MEHARDEH	230	36	12.312	44.64	64.44	0.02327 4102	0.08438 5633	0.03408876	ACSR	400/51	670
HAMA 2	MEHARDEH	230	36	12.312	44.64	64.44	0.02327 4102	0.08438 5633	0.03408876	ACSR	400/51	670
HAMA 2	HAMA 1	230	23	7.866	28.52	41.17	0.01486 9565	0.05391 3043	0.02177893	ACSR	400/51	670
HAMA 2	ZARA	230	11	3.762	13.64	19.69	0.00711 1531	0.02578 4499	0.01041601	ACSR	400/51	670
HAMA 2	ZARA	230	12.8	4.3776	15.872	22.912	0.00827 5236	0.03000 3781	0.01212 0448	ACSR	400/51+475	670
HAMA 2	BANIAS	230	87.1	29.7882	108.004	155.909	0.05631 0397	0.20416 6352	0.08247 5861	ACSR	680/85	940
HAMA 2	BANIAS	230	87.1	29.7882	108.004	155.909	0.05631 0397	0.20416 6352	0.08247 5861	ACSR	680/85	940
HAMA 2	THAWRA	230	194.5	66.519	241.18	348.155	0.12574 4802	0.45591 6824	0.18417 3995	ACSR	400/51	670
MEHARDEH	HAMA 1	230	18.5	6.327	22.94	33.115	0.01196 0302	0.04336 4839	0.01751 7835	ACSR	400/51	670
MEHARDEH	HAMA 1	230	18.5	6.327	22.94	33.115	0.01196 0302	0.04336 4839	0.01751 7835	ACSR	400/51	670
HAMA 1	ZARA	230	35.8	12.2436	44.392	64.082	0.02314 4802	0.08391 6824	0.03389 9378	ACSR	400/51+475	670
HAMA 1	ALEPPO-E	230	135	46.17	167.4	241.65	0.08727 7883	0.31646 6125	0.12783285	ACSR	400/51+475	670
HAMA 1	THAWRA	230	185.9	63.5778	230.516	332.761	0.12018 4877	0.43575 8034	0.17603 0569	ACSR	400/51	670
TARTUS	BANIAS	230	36.5	12.483	45.26	65.335	0.02359 7353	0.08555 7656	0.03456 2215	ACSR	400/51	670
TARTUS	BANIAS	230	34	11.628	42.16	60.86	0.02198 1096	0.07969 7543	0.03219494	ACSR	400/51	670

TARTUS	LEBANON3	230	64	21.888	79.36	114.56	0.041376181	0.150018904	0.06060224	ACSR	400/51	670
BANIAS	LATAKIA	230	49.4	16.8948	61.256	88.426	0.03193724	0.115795841	0.046777354	ACSR	400/51	670
BANIAS	JABLEH	230	25.8	8.8236	31.992	46.182	0.016679773	0.060476371	0.024430278	ACSR	400/51	670
BANIAS	JABLEH	230	25.8	8.8236	31.992	46.182	0.016679773	0.060476371	0.024430278	ACSR	400/51	670
LATAKIA	SKOUBEEN	230	6	2.052	7.44	10.74	0.003879017	0.014064272	0.00568146	ACSR	400/51	670
LATAKIA	SKOUBEEN	230	12	4.104	14.88	21.48	0.007758034	0.028128544	0.01136292	ACSR	400/51	670
SKOUBEEN	ZAYZZOUN	230	75.5	25.821	93.62	135.145	0.048810964	0.176975425	0.071491705	ACSR	400/51	670
IDLEB	ZAYZZOUN	230	41.1	14.0562	50.964	73.569	0.026571267	0.096340265	0.038918001	ACSR	400/51	670
IDLEB	ALEPPO-H	230	50	17.1	62	89.5	0.032325142	0.117202268	0.0473455	ACSR	400/51	670
ALEPPO-D	ALEPPO-E	230	55	18.81	68.2	98.45	0.035557656	0.128922495	0.05208005	ACSR	400/51+475	670
ALEPPO-D	ALEPPO-F	230	16.7	5.7114	20.708	29.893	0.010796597	0.039145558	0.015813397	ACSR	400/51	670
ALEPPO-D	DAH-ALEP	230	9.8	3.3516	12.152	17.542	0.006335728	0.022971645	0.009279718	ACSR	400/51	670
ALEPPO-D	THAWRA	230	154	52.668	190.96	275.66	0.099561437	0.360982987	0.14582414	ACSR	400/51+366	670
ALEPPO-H	ALEPPO-B	230	15.8	5.4036	19.592	28.282	0.010214745	0.037035917	0.014961178	ACSR	400/51	670
ALEPPO-H	DAH-ALEP	230	9.8	3.3516	12.152	17.542	0.006335728	0.022971645	0.009279718	ACSR	400/51	670
ALEPPO-B	ALEPPO-E	230	30.3	10.3626	37.572	54.237	0.019589036	0.071024575	0.028691373	ACSR	400/51	670
ALEPPO-B	TSHDAM	230	100	34.2	124	179	0.064650284	0.234404537	0.094691	ACSR	400/51	670
ALEPPO-E	ALEPPO-F	230	18.4	6.2928	22.816	32.936	0.011895652	0.043130435	0.017423144	ACSR	400/51	670
ALEPPO-E	ALEPPO-F	230	20	6.84	24.8	35.8	0.012930057	0.046880907	0.0189382	ACSR	400/51	670
MESKNH-W	MESKNEH	230	16	5.472	19.84	28.64	0.010344045	0.037504726	0.01515056	ACSR	400/51	670
MESKNH-W	TSHDAM	230	36	12.312	44.64	64.44	0.023274102	0.084385633	0.03408876	ACSR	400/51	670
MESKNH-W	THAWRA	230	94	32.148	116.56	168.26	0.060771267	0.220340265	0.08900954	ACSR	400/51	670
ALEPPO-F	MESKNEH	230	96.7	33.0714	119.908	173.093	0.062516824	0.226669187	0.091566197	ACSR	400/51	670

MESKNEH	MESKNEH1	230	1.2	0.4104	1.488	2.148	0.000775803	0.002812854	0.001136292	ACSR	400/51	670
MESKNEH	MESKNEH1	230	1.2	0.4104	1.488	2.148	0.000775803	0.002812854	0.001136292	ACSR	400/51	670
MESKNEH	MESKNH-E	230	12	4.104	14.88	21.48	0.007758034	0.028128544	0.01136292	ACSR	400/51	670
MESKNEH	MESKNH-E	230	12	4.104	14.88	21.48	0.007758034	0.028128544	0.01136292	ACSR	400/51	670
MESKNEH	TSHDAM	230	49.4	16.8948	61.256	88.426	0.031937724	0.115795841	0.046777354	ACSR	400/51	670
MESKNEH	THAWRA	230	85.8	29.3436	106.392	153.582	0.055469943	0.201119093	0.081244878	ACSR	400/51	670
BAATH	THAWRA	230	22	7.524	27.28	39.38	0.014223062	0.051568998	0.02083202	ACSR	400/51	670
THAWRA	RAQQA	230	51.5	17.613	63.86	92.185	0.033294896	0.120718336	0.048765865	ACSR	400/51	670
THAWRA	RAQQA	230	51.5	17.613	63.86	92.185	0.033294896	0.120718336	0.048765865	ACSR	400/51	670
RAQQA	DEIRZOR	230	143	48.906	177.32	255.97	0.092449905	0.335198488	0.13540813	ACSR	400/51	670
RAQQA	HASSAKEH	230	167.6	57.3192	207.824	300.004	0.108353875	0.392862004	0.158702116	ACSR	400/51	670
DEIRZOR	TAYYEM	230	31	10.602	38.44	55.49	0.020041588	0.072665406	0.02935421	ACSR	400/51	670
DEIRZOR	HASSAKEH	230	130	44.46	161.2	232.7	0.084045369	0.304725898	0.1230983	ACSR	400/51	670
TAYYEM	ALDWER	230	86	29.412	106.64	153.94	0.055599244	0.201587902	0.08143426	ACSR	400/51	670
HASSAKEH	QAMESHLI	230	78	26.676	96.72	139.62	0.050427221	0.182835539	0.07385898	ACSR	400/51	670
HASSAKEH	SWEDIEH	230	136	46.512	168.64	243.44	0.087924386	0.31879017	0.12877976	ACSR	400/51	670
QAMESHLI	SWEDIEH	230	87	29.754	107.88	155.73	0.056245747	0.203931947	0.08238117	ACSR	400/51	670
SWEDIEH	IRAQ	230	40	13.68	49.6	71.6	0.025860113	0.093761815	0.0378764	ACSR	400/51	670
HAMA 1	SAHER-AL	230	2.4	0.8208	2.976	4.296	0.001551607	0.005625709	0.002272584	ACSR	400/51	670
TISHREN DAM	ALEPO- H	230	118	40.356	146.32	211.22	0.076287335	0.276597353	0.11173538	ACSR	400/51	670
TISHREN DAM	ALEPO- H	230	118	40.356	146.32	211.22	0.076287335	0.276597353	0.11173538	ACSR	400/51	670
ALEPO- E	SACJOR	230	35	11.97	43.4	62.65	0.022627599	0.082041588	0.03314185	ACSR	400/51	670
ALEPO- E	SACJOR	230	35	11.97	43.4	62.65	0.022627599	0.082041588	0.03314185	ACSR	400/51	670
DAHET-	ALEPO- E	230	41	14.022	50.84	73.39	0.026506616	0.09610586	0.03882331	ACSR	400/51	670

ALASD												
DAHET-ALASD	ALEPO- E	230	41	14.022	50.84	73.39	0.026506616	0.09610586	0.03882331	ACSR	400/51	670
THAWRA	RAQQA	230	52	17.784	64.48	93.08	0.033618147	0.121890359	0.04923932	ACSR	400/51	670
RAKA	BAATH	230	32.5	11.115	40.3	58.175	0.021011342	0.076181474	0.030774575	ACSR	400/51	670
ZAHERA	BARAMEKH	**230**	5	1.71	6.2	8.95	0.00126	0.00387	0.0100126	ALMC	475	580
ZAHERA	FORSAN	230	10	3.42	12.4	17.9	0.00126	0.00387	0.0100126	ALMC	475	580
ZAHERA	BABSHARKI	230	4	1.368	4.96	7.16	0.00126	0.00387	0.0100126	ALMC	475	580

الجدول (8-3) محددات المركبة الموجبة لخطوط النقل ذات التوتر 400KV للشبكة السورية المدروسة

NAME OF LINE		**BASE**	**LENGTH**	**R**	**X**	**B**	**R**	**X**	**B**	**TYP**	**SEC**	**IMAX**
FROM	**TO**	**KV**	**KM**	**OHM**			**PU**			**COND**	**MM2**	**A**
ADRA 2	DIR-ALI	400	69.9	1.82439	23.067	244.2306	0.001140244	0.014416875	0.39076896	ACSR	2(550/70)	1640
ADRA 2	JANDAR	400	110	2.871	36.3	384.34	0.001794375	0.0226875	0.614944	ACSR	2(550/70)	1640
DIMAS	DIR-ALI	400	56.5	1.47465	18.645	197.411	0.000921656	0.011653125	0.3158576	ACSR	2(550/70)	1640
DIMAS	JANDAR	400	143.5	3.74535	47.355	501.389	0.002340844	0.029596875	0.8022224	ACSR	2(550/70)	1640
DIR-ALI	JORDAN	400	145.3	3.79233	47.949	507.6782	0.002370206	0.029968125	0.81228512	ACSR	2(550/70)	1640
JANDAR	HAMA 2	400	67	1.74787	22.11	234.098	0.001092938	0.01381875	0.3745568	ACSR	2(550/70)	1640
JANDAR	HAMA 2	400	67	1.74787	22.11	234.098	0.001092938	0.01381875	0.3745568	ACSR	2(550/70)	1640
HAMA 2	ALEPPOF	400	153	3.99333	50.49	534.582	0.002495813	0.03155625	0.8553312	ACSR	2(550/70)	1640
ALEPO-F	BO-TURKEY	400	53.6	1.39896	17.688	187.2784	0.00087435	0.011055	0.29964544	ACSR	2(550/70)	1640
HAMA 2	ZAIZOUN	400	101.5	2.64915	33.495	354.641	0.001655719	0.02093475	0.5674256	ACSR	2(550/70)	1640

ZAIZOUN	ALEPPOF	400	104.5	2.72745	34.485	365.123	0.001704656	0.021553125	0.5841968	ACSR	2(550/70)	1640

الجدول (8-4) محددات المركبة الصفرية لخطوط النقل ذات التوتر 400KV للشبكة السورية المدروسة

NAME OF LINE		BASE	LENGTH	R	X	B	R	X	B	TYP	SEC	IMAX
FROM	TO	KV	KM	OHM			PU			COND	MM2	A
ADRA 2	DIR-ALI	400	69.9	8.35305	48.62244	179.3634	0.005220656	0.030389025	0.28698144	ACSR	2(550/70)	1640
ADRA 2	JANDAR	400	110	13.145	76.516	282.26	0.008215625	0.0478225	0.451616	ACSR	2(550/70)	1640
DIMAS	DIR-ALI	400	56.5	6.75175	39.3014	144.979	0.004219844	0.024563375	0.2319664	ACSR	2(550/70)	1640
DIMAS	JANDAR	400	143.5	17.14825	99.8186	368.221	0.010717656	0.062386625	0.5891536	ACSR	2(550/70)	1640
DIR-ALI	JORDAN	400	145.3	17.36335	101.07068	372.8398	0.010852094	0.063169175	0.59654368	ACSR	2(550/70)	1640
JANDAR	HAMA 2	400	67	8.0065	46.6052	171.922	0.005004063	0.02912825	0.2750752	ACSR	2(550/70)	1640
JANDAR	HAMA 2	400	67	8.0065	46.6052	171.922	0.005004063	0.02912825	0.2750752	ACSR	2(550/70)	1640
HAMA 2	ALEPPOF	400	153	18.2835	106.4268	392.598	0.011427188	0.06651675	0.6281568	ACSR	2(550/70)	1640
ALEPO-F	BO-TURKEY	400	53.6	6.4052	37.28416	137.5376	0.00400325	0.0233026	0.22006016	ACSR	2(550/70)	1640
HAMA 2	ZAIZOUN	400	101.5	12.12925	70.6034	260.449	0.007580781	0.044127125	0.4167184	ACSR	2(550/70)	1640
ZAIZOUN	ALEPPOF	400	104.5	12.48775	72.6902	268.147	0.007804844	0.045431375	0.4290352	ACSR	2(550/70)	1640

الجدول (8-5) محددات التوليد للشبكة السورية المدروسة

اسم المحطة	عدد المجموعات	الاستطاعة العظمى الفعلية	الاستطاعة الصغرى الفعلية	نوع الوقود	سنة الوضع بالخدمة	الاستطاعة الحقيقية	الاستطاعة العظمى الردية	الاستطاعة الصغرى الردية	توترات محولات الرفع
		م. و	م. و			م. ف. أ	م. فار	م. فار	ك. ف
الثورة	1	110	5	مائي	1974	117.7	82.5	49-	13.8/230
	2	110	5		1974	117.7	82.5	49-	13.8/230

	3	110	5		1975	117.7	82.5	49-	13.8/230
	4	110	5		1975	117.7	82.5	49-	13.8/230
	5	110	5		1977	117.7	82.5	49-	13.8/230
	6	110	5		1977	117.7	82.5	49-	13.8/230
	7	110	5		1978	117.7	82.5	49-	13.8/230
	8	110	5		1978	117.7	82.5	49-	13.8/230
البعث	1	25	0	مائي	1987	27.5	18	10-	13.8/230
	2	25	0		1987	27.5	18	10-	13.8/230
	3	25	0		1987	27.5	18	10-	13.8/230
سد تشرين	1	105	80	مائي	1999	117	85	20-	13.8/230
	2	105	80		2000	117	85	20-	13.8/230
	3	105	80		2001	117	85	20-	13.8/230
	4	105	80		2001	117	85	20-	13.8/230
	5	105	80		2002	117	85	20-	13.8/230
	6	105	80		2003	117	85	20-	13.8/230
بانياس	1	165	60	نفط ثقيل	1982	212.5	113	67-	15/230
	2	165	60	نفط ثقيل	1983	212.5	113	67-	15/230
	3	165	50	نفط ثقيل	1989	212.5	113	67-	15/230
	4	165	50	نفط ثقيل	1989	212.5	113	67-	15/230
حلب	1	213	80	نفط ثقيل + غاز	1997	268	160	96-	15/230
	2	213	80	نفط ثقيل	1997	268	160	96-	15/230

				+ غاز				
	3	213	80	نفط ثقيل + غاز	1997	268	160	96-	15/230
	4	213	80	نفط ثقيل + غاز	1997	268	160	96-	15/230
	5	213	80	نفط ثقيل + غاز	1997	268	160	96-	15/230
التيم	1	35	10	غاز طبيعي	1991	42	24	14-	10.5/230
	2	35	10	غاز طبيعي	1991	42	24	14-	10.5/230
	3	35	10	غاز طبيعي	1991	42	24	14-	10.5/230
السوي دية	1	36	2.7	غاز طبيعي	1988	44	24	14-	11.5/230
	2	36	2.7	غاز طبيعي	1989	44	24	14-	11.5/230
	3	36	2.7	غاز طبيعي	1989	44	24	14-	11.5/230
	4	36	2.7	غاز طبيعي	1989	44	24	14-	11.5/230
	5	36	2.7	غاز طبيعي	1989	44	24	14-	11.5/230
جندر	GT 2	100	25	غاز طبيعي	1994	157.3	96	57-	15/230
	GT 3	100	25	غاز طبيعي	1995	157.3	96	57-	15/230

	GT 4	100	25	غاز طبيعي	1995	157.3	96	57-	15/230
	ST 1	100	25	نفط ثقيل + غاز	1995	157.3	96	57-	15/230
	ST 2	100	25	نفط ثقيل + غاز	1995	157.3	96	57-	15/230
الناصرية	1	128	30	نفط ثقيل + غاز	1995	160	96	57-	15/230
	2	128	30	نفط ثقيل + غاز	1995	160	96	57-	15/230
	3	128	30	نفط ثقيل + غاز	1995	160	96	57-	15/230
	ST 1	150	60	نفط ثقيل + غاز	2007	200	120	97-	15/230
تشرين	ST 1	200	100	نفط ثقيل + غاز	1993	250	150	96-	15.75/230
	ST 2	200	100	نفط ثقيل + غاز	1994	250	150	96-	15.75/230
	GT 1	128	30	نفط ثقيل + غاز	1995	160	96	57-	15/230
	GT 2	128	30	نفط ثقيل + غاز	1995	160	96	57-	15/230
محردة	1	130	50	نفط ثقيل + غاز	1979	187.5	112	67-	12/230
	2	130	50	نفط ثقيل + غاز	1979	187.5	112	67-	12/230
	3	165	60	نفط ثقيل + غاز	1987	212	112	67-	15/230
	4	165	60	نفط ثقيل + غاز	1988	212	112	67-	15/230
زيزون	1	128	40	نفط ثقيل + غاز	1996	160	96	57-	15/230
	2	128	40	نفط ثقيل + غاز	1996	160	96	57-	15/230
	3	128	40	نفط ثقيل + غاز	1996	160	96	57-	15/230

	ST 1	150	60	نفط ثقيل + غاز	2007	200	120	97-	15/230
الزارة	1	220	140	نفط ثقيل + غاز	1999	276	160	96-	15/230
	2	220	140	نفط ثقيل + غاز	1999	276	160	96-	15/230
	3	220	140	نفط ثقيل + غاز	2000	276	160	96-	15/230
دير علي	1	250	90	نفط ثقيل + غاز	END OF 2008	320	280	97-	20/400
	2	250	90	نفط ثقيل + غاز	END OF 2008	320	280	97-	20/400
	3	240	90	نفط ثقيل + غاز	END OF 2008	320	280	97-	20/400

الجدول (8-6) بيانات الأحمال للشبكة السورية المدروسة

MVAR	MW	COS F	الحمولات	MVAR	MW	COS F	الحمولات
32	67	0.90	بانياس	79	154	0.89	ميدان 2
42	86	0.90	اللاذقية	96	198	0.90	قابون 2
38	78	0.90	جبلة	73	142	0.89	عدرا2
49	101	0.90	سقوبين	58	107	0.88	دمر
82	170	0.90	إدلب	62	130	0.90	الديماس
52	107	0.90	زيزون	67	139	0.90	الكسوة
80	165	0.90	حلب د	74	152	0.90	الزاهرة
9	18	0.90	حلب د GIS	72	149	0.90	ابن النفيس
97	201	0.90	حلب ب	80	165	0.90	الفرسان
32	66	0.90	حلب ف	1	3	0.90	صناعية دمشق
36	75	0.90	توليد حلب	7	14	0.90	باب شرقي
77	158	0.90	الصاخور	26	55	0.90	تشرين
69	142	0.90	ضاحية حلب	10	21	0.90	الناصرية
100	207	0.90	حلب و	20	42	0.90	قابون 1
17	35	0.90	حلب أ	68	126	0.88	شيخ مسكين
11	24	0.90	صناعية حلب	33	62	0.88	درعا
22	45	0.90	سد تشرين	39	71	0.88	الكوم
22	45	0.90	مسكنة	39	80	0.90	قطينة
0	0	#DIV/0!	حريتان	80	166	0.90	فيروزة
61	125	0.90	الرقة	17	36	0.90	جندر
62	128	0.90	دير الزور	1	3	0.90	صناعية حمص
43	88	0.90	الدوير	36	74	0.90	شمال حمص
21	43	0.90	التيم	16	33	0.90	الزارة
72	149	0.90	الحسكة	64	131	0.90	حماة 1
15	32	0.90	السويدية	38	78	0.90	حماة 2
46	95	0.90	القامشلي	14	28	0.90	محردة
0	0	#DIV/0!	تل حميس	66	136	0.90	طرطوس

5	9	0.87	صهر الخردة	3	12	0.97	مسكنة غرب
4	7	0.87	قواعد الثورة	10	20	0.89	مسكنة شرق
20	40	0.89	لبنان 66	5	10	0.89	مسكنة ضخ 1
50	100	0.89	لبنان 230	15	42	0.94	السويدية نفط
0	0	#DIV/0!	العراق	0	180	1.00	الأردن
1266	2606	المجموع		1270	2760	المجموع	
2535		MVAR	MW	5366		مجموع الأحمال	
196		MVAR	MW	393		الاستهلاك الذاتي للمحطات	
2731		MVAR	MW	**5759**		المجموع الكلي	

9- الخاتمة

من خلال البحث تبين لنا إمكانية استخدام الشبكات العصبونية الصنعية في عملية اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل وذلك بالاعتماد على قيم مطالات التوتر والتيار للأطوار الثلاثة والتيار الصفري كإشارات دخل للشبكات العصبونية.

كما تم في هذا البحث بناء النموذج العام لخوارزمية تصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل باستخدام الشبكات العصبونية وتم تطبيق هذه الخوارزمية بداية على خط النقل (1-3) من الشبكة المرجعية IEEE 5BUS ومن ثم قمنا بتطبيقها على خط الزاهرة –تشرين2 من شبكة النقل السورية ذات التوتر 230KV وكانت النتائج دقيقة جدا في كلتا الحالتين.

بعد ذلك تم استخدام هذه الخوارزمي لاكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على نموذج خط النقل في برنامج المحاكاة ضمن برنامج الماتلاب بالزمن الحقيقي وذلك من خلال بناء نماذج للشبكات العصبونية المسئولة عن تصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل وربطها مع دارة القياس للتيارات والتوترات والتيار الصفري في نموذج خط النقل ضمن برنامج المحاكاة، أظهرت نتائج الاختبار مدى دقة الشبكات العصبونية في اكتشاف وتصنيف وتحديد موقع العطل على خط النقل.

المراجع:

[1]- حماية نظم القدرة الكهربائية

الدكتور خالد زيدان

الدكتور سميح الجابي

جامعة دمشق

[2] - استخدام تقانات الذكاء الصنعي في تحسين عملية كشف أعطال نظام القدرة الكهربائية وتصنيفها

الكاتب: رسالة دكتوراه للمهندسة ريم الغضبان

مكان النشر: جامعة دمشق

[3] - مقدمة في الشبكات العصبية الاصطناعية ، قصي حبيب الحسيني و أحمد عبد الأمير الساعدي ، جامعة الامام جعفر الصادق

[4]-Transmission System on –Line Fault Location Using Artificial Neural Network (2010)

Dr. Adil Hameed Ahmed* & Hatim Ghadhban Abood- Eng. &Tech. Journal, Vol 28, No.5, 2010

[5]- Detect and Classify Faults Using Neural Nets (1996) Kezunovic, M; Rikalo,

Texas A&M Univ., Co llege Station, TX, Computer Applications in Power, IEEE, Volume: 9 Issue:4, Issue Date: Oct 1996.

[6]- An Alternative Approach for Location of Transmission Line Faults based on Artificial Neural Network

Preeti Gupta1, R.N. Mahanty2 ,IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE)

[7]- Classification of Faults in Power Transmission Lines Using Artificial Neural Networks (2013)

Dr. Tareek Ibrahim, Dr. TammamHayder, Ali Asaad

Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (0) 2013

[8]- Fault Location in Power Electrical Traction Line System

Energies 2012, 5, 5002-5018; doi:10.3390/en5125002

[9]- Power System Fault Detection, Classification and Location using Artificial Neural Networks

Conference Paper · May 2017

[10]- Review of Fault Location Methods for Distribution Power System

Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(3): 2670-2676, 2009

ISSN 1991-8178

[11]-Real-Time Simulation of IEEE-5-Bus Network on Operal-RT-OP4510 Simulator

IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018

[12] Neural Network Design 2nd Edtion

Martin T. Hagan Oklahoma State University Stillwater, Oklahoma

Howard B. Demuth University of Colorado Boulder, Colorado

Mark Hudson Beale MHB Inc. Hayden, Idaho Orlando De Jesús Consultant Frisco, Texas

Abstract

The idea of the research came from through devise method we enable from authorship fault location on transmission line accurately, that accreditations on values the currents and the voltages during the fault directly, without resorting to processes difficult calculation.

For this purpose, an algorithm was built. This algorithm relies on a first neural network responsible on detecting and classification the fault. The input of this network is the effective values of the amplitude the three phase currents and the zero current.

After fined fault and determining type the fault, the command is given to a second neural network for determining the location of the fault on transmission line this the network based on the effective values of the amplitudes of voltages and currents for the three phases and the zero current.

The study performed through used models from the neural networks different, that on environment program MATLAB, and performance accounts load flow and the faults on transmission line within ETAP program.

This algorithm was tested initially on the transmission line (1-3) from the reference network IEEE 5BUS, and then on the transmission line Al Zahera-Tishrren2 from the Syrian network 230kv, the test results in both cases were accurate.

After that The algorithm was applied on model to transmission line 230kv in real-time within MATLAB environment and tested, the results were also accurate

Key words

Transmission line, Methods determining fault location, Fault classification, Distance relay, Neural Networks, Classification and determining fault location.

Syrian Arab Republic

Ministry of Higher Education and Scientific Research

Damascus University

Faculty of Mechanical and Electrical Engineering

Department of Electrical Power Engineering

Fault location on transmission lines using Artificial Neural Network

A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Electrical Power Engineering

BY

Eng.Fares Aachour

Supervisor

Dr. Mostafa Al Hazouri

2022-2023