



بسم الله الرحمن الرحيم

نظام حماية ذكي ضد الاعطال في شبكات القدرة الكهربائية

اعداد الطلاب /

عثمان عبد المنعم عبد العزيز

محمد عمر محمد ادريس

مصعب مصطفى محمد حسن

اشراف : د. هاشم حسب الرسول عبدالله

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس مرتبة الشرف في الهندسة

الكهربائية (قدرة)

جامعة الشيخ عبدالله البدري

كلية الهندسة

ابريل - 2026

المستخلص :

تعتبر حماية شبكات القدرة الكهربائية من الأعطال (مثل القصر وزيادة التيار) أمراً حيوياً لضمان استمرارية الخدمة وتقليل الخسائر المادية. يهدف هذا البحث إلى تصميم وتنفيذ نظام حماية ذكي يتجاوز قيود الأنظمة التقليدية التي تعتمد على ردود فعل بطيئة ومنحنيات زمنية ثابتة.

اعتمدت منهجية البحث على استخدام برنامج ETAP لنمذجة الشبكة الكهربائية وتوليد أنواع مختلفة من الأعطال (Phase-L, 3-G, L-L) للحصول على بيانات دقيقة للجهد والتيار. تلا ذلك استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي المتمثلة في الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) عبر بيئة MATLAB لتصنيف هذه الأعطال بدقة.

أظهرت نتائج المحاكاة قدرة فائقة للنظام الذكي على التمييز بين أنواع الأعطال المختلفة وتحديد أماكنها بدقة عالية من خلال تحليل توزيع الأوزان وخرائط المسافات الموحدة (Matrix-U). وخلص البحث إلى أن الأنظمة الذكية توفر استجابة لحظية ومرونة أكبر في التكيف مع تغيرات الشبكة مقارنة بالأنظمة الكهروميكانيكية، مما يجعلها ضرورة حتمية لتطوير الشبكات الذكية الحديثة.

Abstract:

cal power systems against faults, such as short circuits and The protection of electri overcurrent, is crucial for ensuring service continuity and minimizing financial losses. This research aims to design and implement an Intelligent Protection System that overcomes the of traditional protection methods, which rely on slow reaction times and fixed limitations .current curves–time.

The methodology involved using ETAP software to model the electrical network and simulate Phase) to extract precise voltage –Line, and 3–to–Ground, Line–to–various fault types (Line emented within and current data. Subsequently, Artificial Neural Networks (ANN) were impl .the MATLAB environment to classify these faults accurately.

Simulation results demonstrated the superior capability of the intelligent system to ion, distinguish between different fault categories and pinpoint their locations with high precis –Matrix mapping. The study concludes that AI–utilizing weight distribution analysis and U based systems provide instantaneous response and greater flexibility in adapting to network m an essential changes compared to conventional electromechanical systems, making the requirement for the advancement of modern Smart Grids.

الآية

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿اللَّهُ نُورُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ ۚ مَثَلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ ۚ
الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ ۚ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ
مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ
تَمْسَسْهُ نَارٌ ۚ نُورٌ عَلَى نُورٍ ۗ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَن يَشَاءُ ۚ وَيَضْرِبُ
اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ ۗ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ﴾

سورة النور (35)

الاهداء :

إلى روح والدي الغالي: عمر محمد إدريس

رحمه الله وأسكنه فسيح جناته، إلى من كان يحلم برؤيتي ناجحاً،

أهدي هذا العمل،

ليكون صدقة جارية له بإذن الله. إلى أبي الحبيب،

الذي غاب جسده وبقي أثره في قلبي،

رحمك الله يا أبي،

هذا الإنجاز أهديه لروحك الطاهرة،

فأنت مصدر إلهامي الأول.

الشكر والتقدير

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، وبه نستعين على أمور الدنيا والدين،
والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد وعلى آله وصحبه
أجمعين.

أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى كل من ساعدني في إنجاز هذا المشروع،
وقدم لي الدعم والمساعدة طوال فترة العمل.

وأخص بالشكر الدكتور المشرف /هاشم حسب الرسول عبدالله
على توجيهاته القيمة ونصائحه المستمرة التي كان لها الأثر الكبير في
إتمام هذا العمل على أكمل وجه.

كما لا يفوتني أن أتقدم بالشكر إلى أساتذتي في الكلية لما قدموه من علم
ومعرفة كان لها الدور الأساسي في بناء هذا المشروع.

وأشكر زملائي وأصدقائي وكل من وقف بجانبني وساندني، ولو بكلمة
تشجيع.

وفي الختام، أسأل الله أن يجعل هذا العمل خالصاً لوجهه الكريم، وأن ينفع
به.

الفهرست

الرقم	البيان	الصفحة
1	المستخلص	i
2	الآية	iii
3	الاهداء	iv
4	الشكر والتقدير	v
5	الفهرس	vi
	الفصل الاول	13_2
	الدراسة النظرية ومراجعة انظمة الحماية التقليدية	
1-1	مقدمة المشروع	2
2-1	الهدف من البحث	2
3-1	منهجية البحث	2
4-1	اعطال منظومة القوى	3
5-1	عناصر منظومة الوقاية	5
6-1	انظمة الحماية التقليدية	7
7-1	مرحلات الحماية	10
8-1	انظمة التاريض	11
9-1	مشاكل انظمة الحماية التقليدية	13

13	خلاصة الفصل	10-1
20_15	الفصل الثاني تطبيقات الاعطال	
15	تعريف برنامج الايتاب	1-2
16	انواع الاعطال في الشبكة الكهربائية(قضبان التوزيع)	2-2
16	تطبيق الاعطال على قضبان التوزيع	3-2
28_20	الفصل الثالث	
20	تعريف برنامج الماتلاب	1-3
22	تعريف الشبكات العصبية الاصطناعية	2-3
23	كيفية انشاء شبكة عصبية (خطوات عامة)	3-3
24	كيفية انشاء الشبكة العصبية(عملي)	4-3
37_30	الفصل الرابع النتائج والمقارنات والتوصيات	
30	النتائج	1-4
33	المقارنة	2-4
34	التوصيات	3-4
35	خاتمة المشروع	4-4
36	المراجع	5-4

الفصل الاول

الفصل الأول

الدراسة النظرية ومراجعة أنظمة الحماية التقليدية ومشاكلها

1-1 مقدمة المشروع :

شبكات القدرة الكهربائية تتعرض باستمرار لأنواع متعددة من الأعطال مثل القصر وزيادة التيار أو انخفاض الجهد والتي قد تؤدي إلى تلف المعدات، انقطاع الخدمة، وخسائر مادية فادحة. تقليدياً، تعتمد الحماية على مرحلات ميكانيكية أو إلكترونية بسيطة، لكن مع تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي والأنظمة الذكية، أصبح بالإمكان تصميم نظام حماية ذكي يعتمد على تحليل البيانات الحية والاستجابة بشكل أسرع وأكثر كفاءة

1-2 الهدف من البحث:

مشروع "تصميم وتنفيذ نظام حماية ذكي ضد الأعطال في الشبكات الكهربائية" هو مشروع حيوي يهدف إلى الانتقال من أنظمة الحماية التقليدية (التي تعتمد على رد الفعل فقط) إلى أنظمة استباقية تعتمد على التكنولوجيا الحديثة

1-3 منهجية البحث :

1- مرحلة الدراسة والتحليل:

- جمع البيانات.
- تحديد المعايير.
- اختيار التقنية الذكية.

2- مرحلة النمذجة والمحاكاة:

- بناء الشبكة

- توليد الأعطال

3- مرحلة تطوير الخوارزمية الذكية:

- تدريب النظام

- التصنيف

- الاختبار

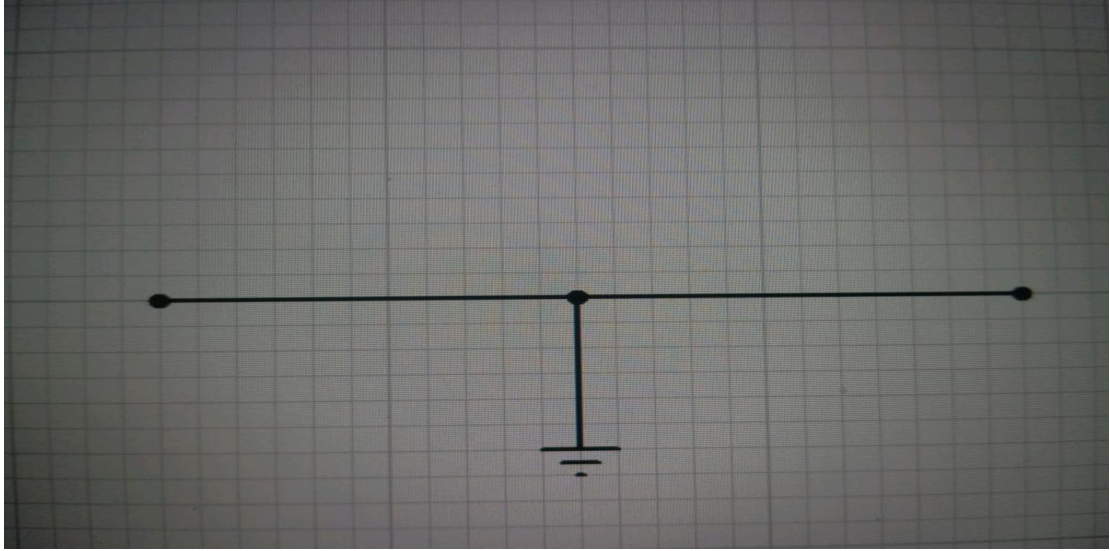
4- مرحلة التقييم والتحقق

1-4 أعطال منظومة القوى :

1-4-1 أسباب الأعطال:

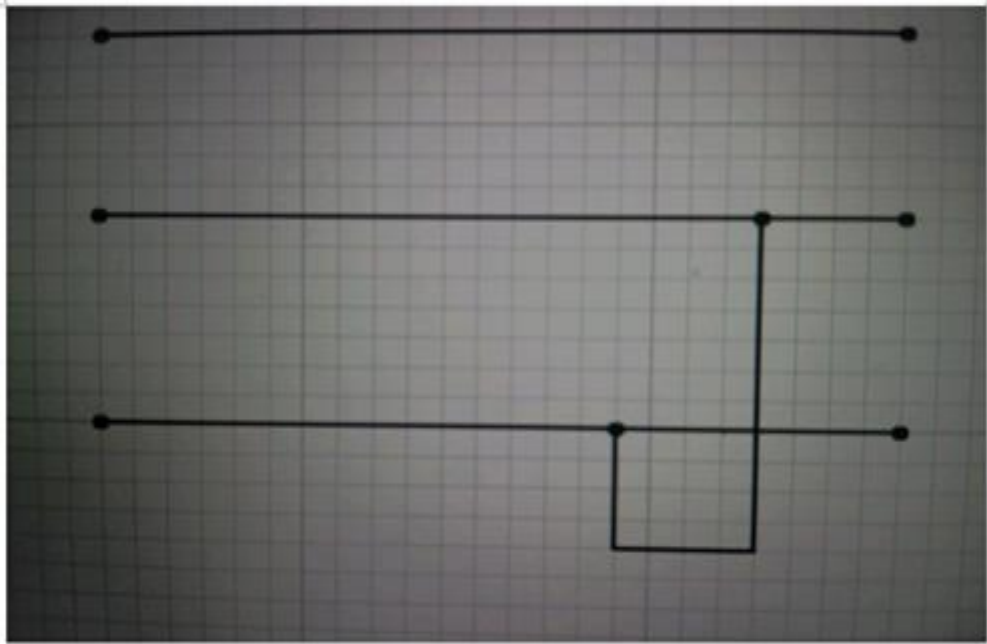
الأعطال في منظومة القوى الكهربائية هي كل ما يسبب تغيير غير طبيعي في قيم التيار أو الجهد وأكثر ما يسبب ذلك عموماً هو حدوث إنهيار في العزل الموجود على الموصلات بسبب ضغوط ميكانيكية أو كهربية ، أو ربما نتيجة ظروف جوية ، أو بسبب تلامس مع الأرض ، أو حدوث تلامس بين خطين ، أو بين خط والأرض ، إلى غير ذلك من الأسباب التي تؤدي إلى حدوث إنهيار لقيم العزل الأساسية ، ومن ثم تحدث تغيراً غير طبيعي في قيم التيار أو الجهد أو كلاهما. كما قد يكون العطل نتيجة بسبب كسر في أحد موصلات الدائرة {4} {1}

1- خط واحد متلامس مع الأرضي



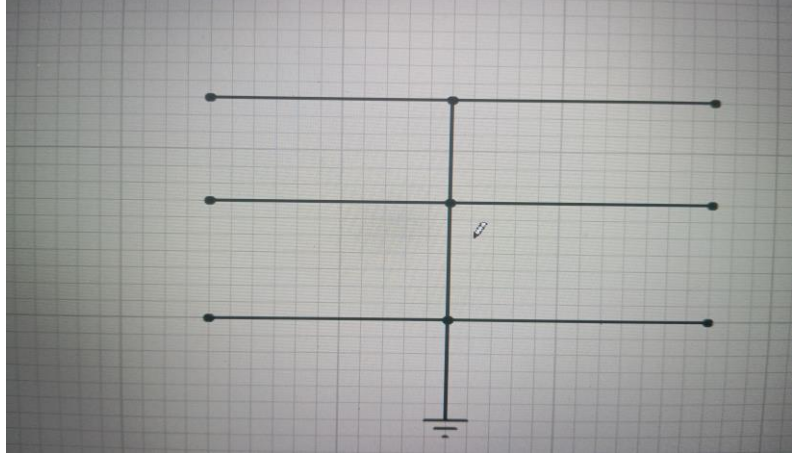
شكل (1-1) يوضح تلامس خط مع الأرض

2- خطين متلامسين مع بعض:



الشكل (1-2) يمثل خطين متلامسين مع بعضهما

3- ثلاثة خطوط متلامسة مع الأرضي



شكل (1-3) يوضح ثلاثة خطوط متلامسة مع الأرض

1-5 عناصر منظومة الوقاية:

1-5-1 وظيفة منظومة الوقاية:

نشير هنا أولاً إلى أن وظيفة منظومة الوقاية ليست منع حدوث العطل ، فذلك شبه مستحيل ، لأن الكثير من الأعطال أسبابها قد تكون خارجية لا قدرة لأجهزة الوقاية على منعها ، لكن دور منظومة الوقاية هو سرعة فصل الأعطال بدقة . وبتفصيل أكثر نقول أن دور منظومة الوقاية هو اكتشاف الأعطال وتحديد مدى خطورتها ومكانها ، ومن ثم إرسال إشارة فصل للقواطع الكهربائية المطلوب فتحها ، أو إشارة منع للقواطع المطلوب منعها من التشغيل ، وذلك كله يتم بواسطة جهاز الوقاية عزل العناصر المتأثرة بالعطل فقط ، وذلك يتم بواسطة فتح القواطع المناسبة . فصل للقواطع الكهربائية وبناء على هذا التوضيح فإننا يمكن أن نحصر عناصر منظومة الحماية في عنصرين رئيسيين هما

1- أجهزة الحماية

2- قواطع الدائرة الكهربائية:

ويضاف إليهما عنصر ثالث مسئول عن تغذية أجهزة الحماية بالإشارات اللازمة لبدء عملية الفحص والتحليل ثم اتخاذ القرار ، وهذا العنصر هو محولات الجهد والتيار .

1-5-2 مكان عناصر منظومة الوقاية:

منظومة الوقاية توجد بصورة مكررة داخل منظومة القوى الكهربائية ، حيث يوجد منظومة وقاية منفصلة لكل عنصر يراد حمايته ، فعلى سبيل المثال فهي موجودة في بداية ونهاية كل حط نقل، كما أنها موجودة مع كل مولد، وموجودة مع كل محول، فكل عنصر من العناصر السابق ذكرها له منظومة وقاية خاصة به ، لكن سيكون هناك نوع من التنسيق بين عمل منظومات الوقاية المختلفة كما سيتبين لاحقا. ويتم وضع أجهزة الوقاية داخل غرف التحكم بالمحطات . أما مكان القواطع ومكان فهي إما في ساحة المحطة كما في المحطات الخارجية أو داخلية ضمن مجموعة GIS في المحطات المعزولة بالغاز VT و CT { 1 }

1-5-3 إشارات الأعطال:

عند حدوث عطل بالدائرة فإن قيم الجهد والتيار في أغلب الأحيان تتغير تغيرا ملحوظا يمكن متابعته واكتشافه ، لكن بالطبع هناك قيم أخرى - غير التيار والجهد - قد تتغير نتيجة حدوث الأعطال ، وجميع الإشارات التي تستخدم في اكتشاف الأعطال تسمى بـ (Relaying Signals) ومنها على سبيل المثال: التردد (قد يرتفع أو ينخفض).

اتجاه مرور القدرة الكهربائية قد يحدث إنعكاس فيه، خاصة في حالة المولدات.

توازن الأحمال في ال Phases الثلاثة قد يختل نتيجة العطل).

قيمة ممانعة الدائرة حيث تتغير قيمتها بتغير مكان العطل ، ويمكن أن يكون ذلك مساعداً على تحديد مكان العطل كما سيتبين لاحقاً.

الفرق بين قيمة التيار الداخل والتيار الخارج لعنصر ما التغير الكبير بينهما ينشأ نتيجة عطل) وغيرها فحدوث تغير في أى من هذه الإشارات - أو في قيم الفولت والتيار - أكبر من الحدود المسموح بها يعنى أن شيئاً ما غير طبيعي قد حدث في الشبكة يجب اكتشافه ودراسته ، ومن ثم يجب فصل الدائرة إن وصل إلى درجة الخطر

1-6 أنظمة الحماية التقليدية :

تعتمد على أجهزة ووسائل كهروميكانيكية أو إلكترونية تقليدية وظيفتها حماية الشبكة من الأعطال أهمها :

1. الفيوز: يحمي من تيارات القصر بقطع الدائرة عند ارتفاع التيار.

2. قواطع الدائرة : تفصل التيار عند حدوث قصر أو زيادة حمل.

3. مرحلات الحماية :

- مرحلات زيادة التيار .
- مرحلات الجهد .
- مرحلات التردد
- مرحلات التفاضلية

4- أنظمة التأريض : لتصريف تيارات الأعطال الأرضية .{9}

• أنواع الفيوزات في أنظمة الحماية التقليدية :

1 . من حيث سرعة الفصل

➤ فيوز سريع

➤ فيوز بطيء

2. من حيث جهد التشغيل

➤ فيوزات الجهد المنخفض

تُستخدم في الجهود حتى 1 ك.ف.

➤ فيوزات الجهد المتوسط والعالي

تُستخدم في أنظمة الجهد 1 ك ف الي 66 ك ف

3. من حيث وسيلة إطفاء القوس الكهربائي

➤ فيوز مملوء بالرمل

➤ فيوز تفجيرى

4. من حيث الشكل :

1. الفيوز الأسطوانى

2. الفيوز ذو قاعدة النصل

3. الفيوز ذي القاعدة

4. -الفيوز الحدي {8}

دور الفيوزات في أنظمة الحماية التقليدية:

-الحماية الأولية: حماية الأحمال الصغيرة (مصابيح، محركات صغيرة).

-الحماية الاحتياطية: تعمل كنسخة ثانية بجانب قواطع الدائرة.

-الحماية الاقتصادية: رخيصة الثمن وسهلة الاستبدال.

1. أنواع ال C B

عند حدوث عطل في منطقة ما فإن المركبة على بداية ونهاية هذه المنطقة يتم فتحها بناء على إشارة من جهاز الوقاية ، وذلك لوقف مرور تيار العطل.

*CB باستخدام الزيت :

يستخدم Oil-CB في الجهد المنخفض حتى 30 ك ف

*CB باستخدام الهواء :

حيث يستخدم ضاغط هواء لدفع الهواء بين قطبي CB عند حدوث شرارة لإطفائها .

*CB مفرغ من الهواء :

في داخل هذا النوع لا يوجد هواء مطلقا في المنطقة المحيطة بأقطاب ال CB ،

و الأنواع السابقة تستخدم بكثرة فقط في محطات التوزيع ، ولكن النوع المستخدم في محطات

التوليد ومحطات الجهد العالي عموما هو قاطع الدائرة SF6

*CB باستخدام غاز ال SF6 :

أشهر أنواع الغازات المستخدمة في الـ CBS هو الـ SF6 (سادس فلوريد الكبريت).

و يتميز غاز الـ (SF6) بأنه غير قابل للاشتعال ، و غير سام ، و عازل جيد للكهرباء حيث

تزيد كفاءة عزل هذا الغاز عشر مرات من العوازل الاخرى {5}

1-7-1 مراحل الحماية :

وظائف مراحل الحماية

1. الكشف عن العطل: تمييز الظروف غير الطبيعية في الشبكة (تيار عالي، جهد منخفض،

تردد غير طبيعي...).

2. إرسال إشارة فصل: إعطاء أمر لقاطع الدائرة لفصل الدائرة المتضررة.

3. تحديد مكان العطل: بعض المراحل الرقمية الحديثة تحدد موقع العطل بالضبط.

4. السرعة والانتقائية: تعمل بسرعة لتقليل الضرر، وتختار فقط الجزء المعطوب لعزله. {6}

1-7-1 أنواع المراحل حسب مبدأ العمل:

1. مراحل التيار

2. مراحل الجهد

3. مراحل القدرة

4. مراحل التردد

5. مراحل المسافة

6. مراحل التفاضل

أمثلة تطبيقية:

- حماية المحولات: بمرحلات تفاضلية + زيادة تيار.
- حماية خطوط النقل: بمرحلات المسافة والتفاضلية.
- حماية المولدات: بمرحلات فقدان الإثارة، انخفاض التردد، عكس القدرة.
- حماية المحركات: بمرحلات زيادة التيار، فقدان الطور، زيادة الحرارة. {7}

1-8 أنظمة التأريض :

أولاً: الهدف من أنظمة التأريض في الحماية :

التأريض في الشبكات الكهربائية يهدف إلى :

1. توفير مسار منخفض المقاومة لتصرف تيارات الأعطال الأرضية.
2. حماية الأشخاص من الصدمات الكهربائية.
3. حماية المعدات من التلف بفعل ارتفاع الجهود.
4. تحسين أداء أجهزة الحماية التقليدية (مثل الفيوزات، المرحلات ، وقواطع الدائرة بحيث تعمل بسرعة ودقة عند حدوث خطأ أرضي.

ثانياً: أنواع أنظمة التأريض التقليدية :

1. التأريض المباشر

يتم توصيل النقطة المحايدة للمحول أو المولد مباشرة بالأرض.

2. التأريض عبر مقاومة

توصل مقاومة بين النقطة المحايدة والأرض.

3. التأريض عبر مفاعلة

4. التأريض عبر محول

يستعمل في الشبكات التي لا تتوفر فيها نقطة محايدة

5. النظام غير المؤرض:

- لا يتم تأريض النقطة المحايدة إطلاقاً.

- عند حدوث عطل أرضي أول، لا يمر تيار كبير (جهد الطور يتغير فقط).

- تستخدم عادة في الشبكات الصناعية التي تتطلب استمرارية تشغيل.

*العيب: صعوبة كشف الأعطال الأرضية الأولى، وقد تتسبب الأعطال المتكررة في جهود

عالية خطيرة. {2}

ثالثاً: تطبيقات عملية:

- شبكات الجهد المنخفض : غالبا (تأريض مباشر).

- شبكات الجهد المتوسط أو لتقليل تيارات الأعطال.

- شبكات النقل تستخدم غالباً تأريض عبر مفاعلة أو محولات Zig-Zag.

9-1 مشاكل أنظمة الحماية التقليدية

1. الاعتمادية المحدودة
2. زمن الاستجابة البطيء:
3. صعوبة التمييز بين الأعطال
4. الافتقار للمرونة:
5. مشاكل الصيانة:
6. محدودية التنسيق
7. غياب الذكاء الاصطناعي والتحليل اللحظي:

10-1 خلاصة الفصل

أنظمة الحماية التقليدية كانت أساس تشغيل الشبكات الكهربائية لعقود، لكنها اليوم تواجه مشاكل تتعلق بـ الاعتمادية، السرعة، الدقة، والمرونة. ولهذا تم الاتجاه نحو أنظمة الحماية الرقمية والذكاء التي توفر:

- 1- سرعة أكبر.
- 2- تحليل بيانات متقدم.
- 3- تكامل مع أنظمة SCADA و Smart Grid.

الفصل الثاني

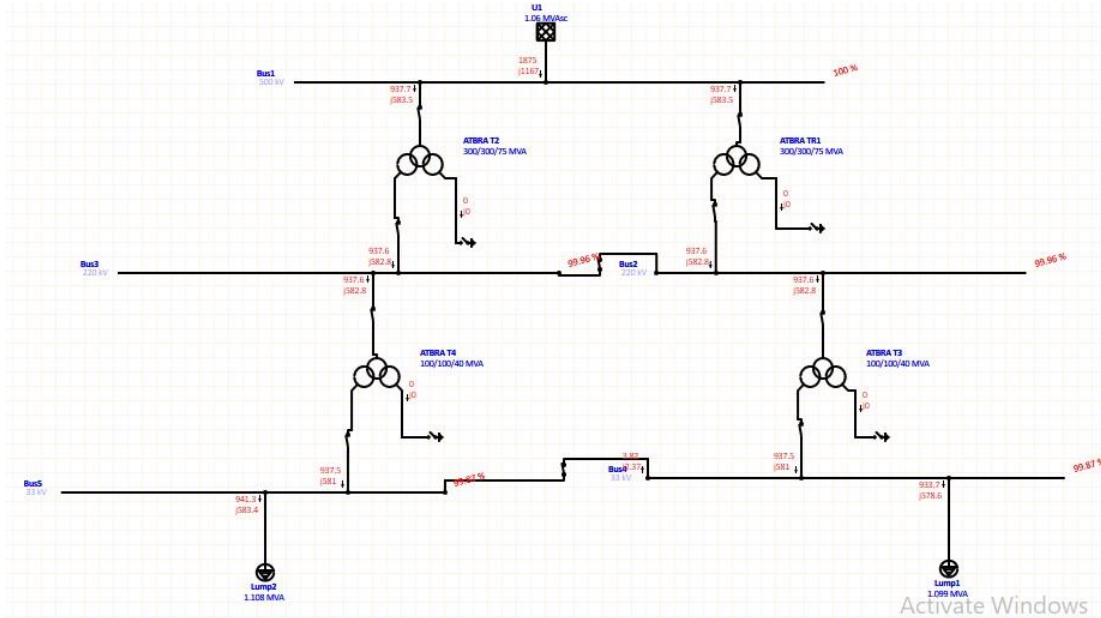
الفصل الثاني

تطبيقات الاعطال

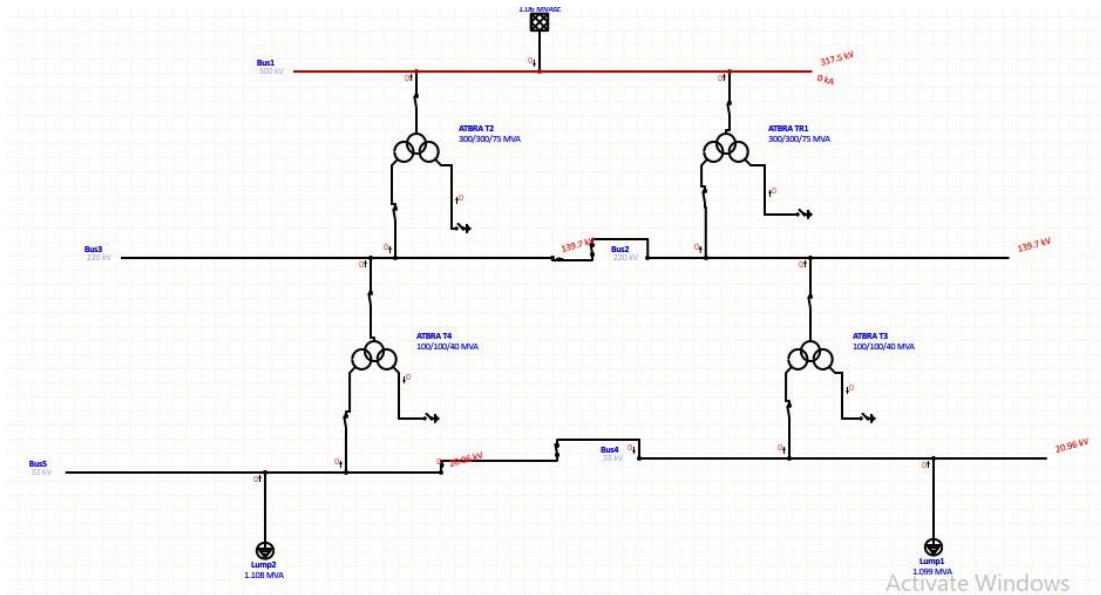
2-1 تعريف برنامج الايتاب:

ETAP اختصاراً ل (graElectrical Transient Analyzer ProM) هو برنامج متخصص في تحليل وتصميم أنظمة القوى الكهربائية. تم تطويره بواسطة شركة ETAP (التابعة لشركة شنايدر إلكترونيك)، ويُستخدم على نطاق واسع لإنشاء نموذج رقمي مزدوج للشبكات الكهربائية، بهدف تحليل أدائها وتحسينه. يتميز البرنامج بقدرته على إجراء دراسات متقدمة مثل: تحليل تدفق الأحمال، دراسة تيارات القصر، تنسيق أجهزة الحماية، وحسابات القوس الكهربائي ويدعم المعايير العالمية مثل IEC وIEEE. {3} {2}

• صورة لشبكة توليد ونقل وتوزيع قبل تنفيذ الاعطال

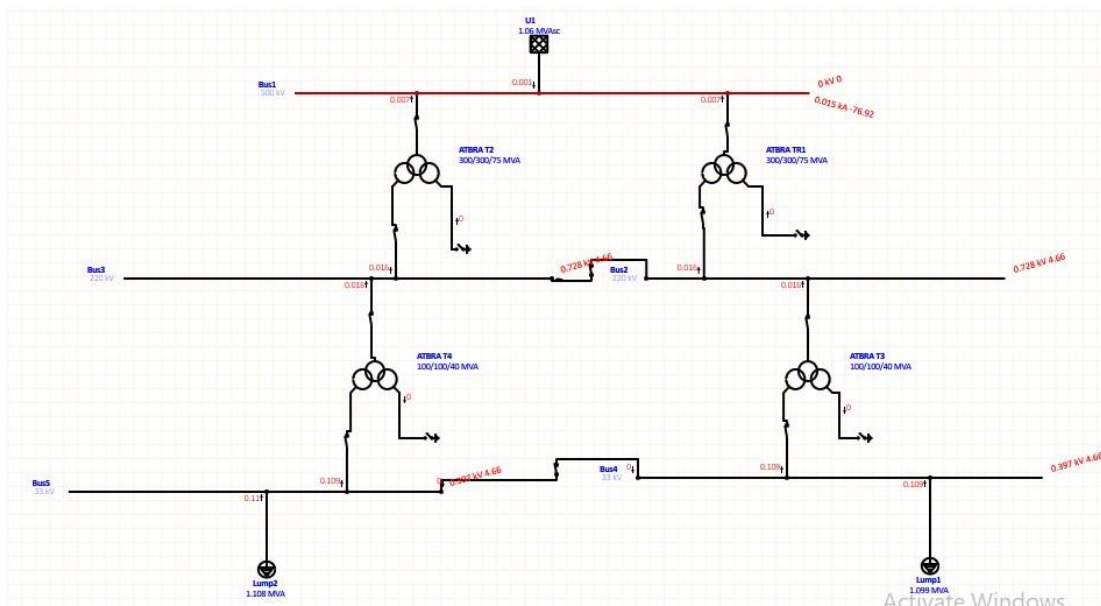


شكل (2-1) يوضح الشبكة الكهربائية بدون أعطال



الشكل (2-3) يوضح حدوث عطل L-L في قضبان 500 ك.ف

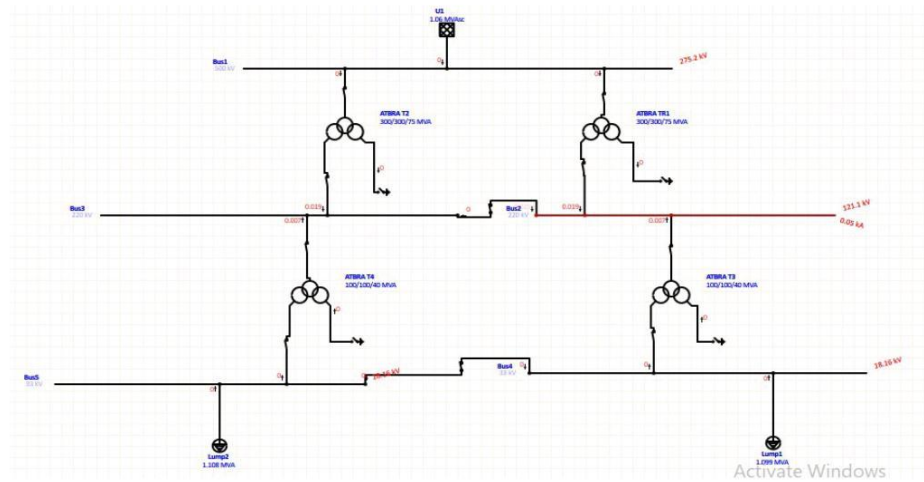
3 : 3-phase



شكل (2-4) يوضح حدوث ثلاثي الأوجه في قضبان 500 ك.ف

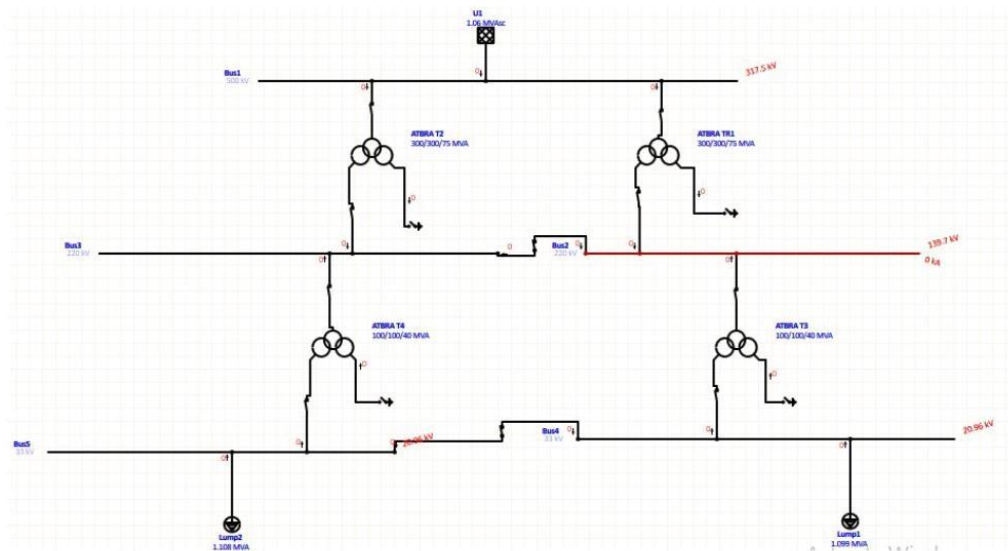
2-3-2: bus Bar 220

1 :LINE To Ground



شكل (2-5) يوضح حدوث عطل L-G في قضبان 220 ك.ف

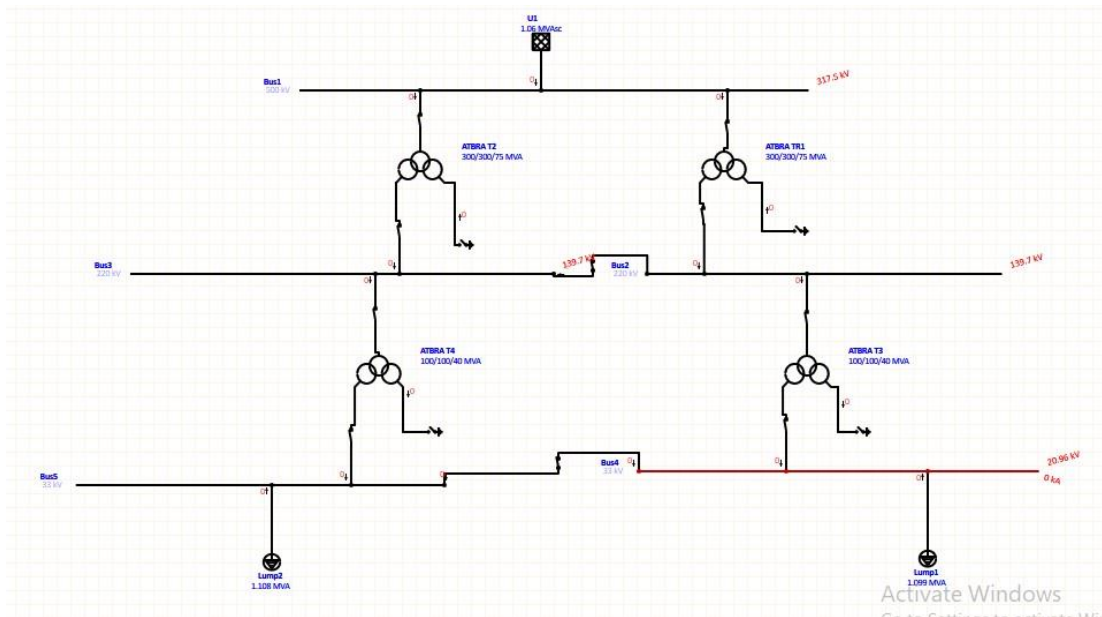
2: Line-Line



شكل (2-6) يوضح حدوث عطل L-L في قضبان 220 ك.ف

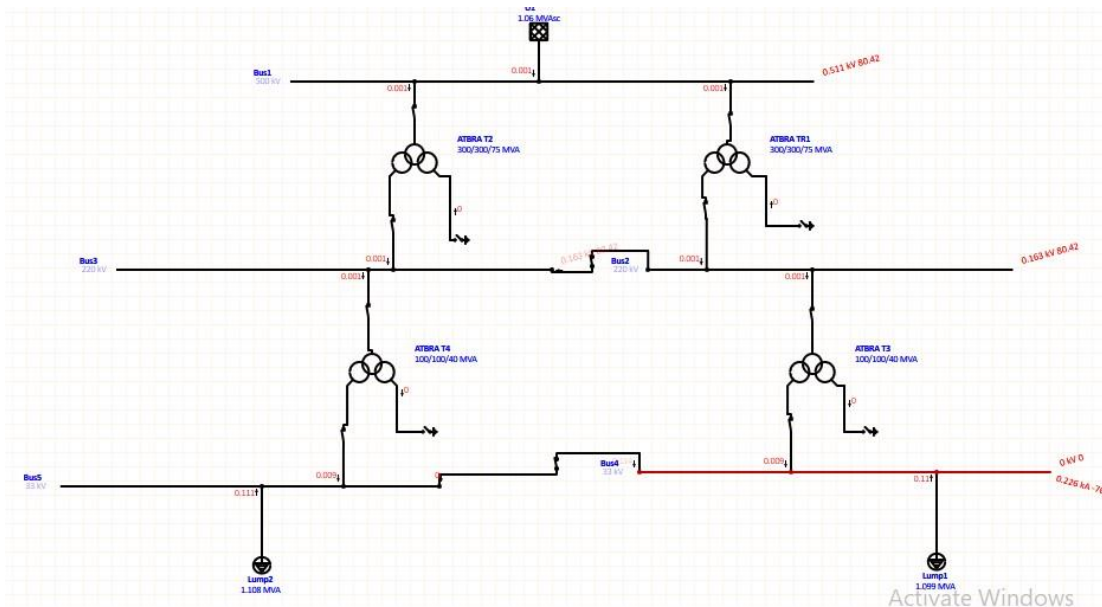
3 : 3-phase

2 : line to line



شكل (9-2) يوضح حدوث عطل L-L في قضبان 33 ك . ف

3 : 3-phase



شكل (10-2) يوضح حدوث عطل ثلاثي الأوجه في قضبان 33 ك . ف

الفصل الثالث

الفصل الثالث

الشبكات العصبية واستخدامها في أنظمة الحماية

3-1 تعريف برنامج الماتلاب:

MATLAB (اختصار لـ Matrix Laboratory - مختبر المصفوفات):

هو بيئة برمجية ولغة برمجة عالية المستوى متخصصة في الحسابات الرقمية والتحليل العددي. طورته شركة MathWorks الأمريكية، ويعتبر المعيار الأساسي في الجامعات و مراكز البحث وشركات الهندسة حول العالم .

3-2 تعريف الشبكات العصبية الاصطناعية :

الشبكات العصبية الاصطناعية هي نماذج حسابية مستوحاة من بنية وآلية عمل الدماغ البشري، حيث صُممت لمحاكاة طريقة معالجة الدماغ البشري للمعلومات. تتكون هذه الشبكات من عدد كبير من الوحدات الحسابية البسيطة المترابطة فيما بينها، والتي تُعرف بالعصبونات Neurons أو العقد Nodes، وتعمل هذه العقد بشكل متوازٍ، ويُحدد السلوك الكلي للشبكة من خلال قوة الاتصالات بينها التي تُعرف بالأوزان التشابكية {11}

أبرز خصائصها:

- تعتمد على التعلم
- تتميز بالتوازي الهائل في المعالجة
- تتعامل مع الأنماط غير الخطية والمعقدة

آلية عمل الشبكات العصبية:

تعمل الشبكات العصبية عادةً وفق ثلاث مراحل أساسية:

1. التغذية الأمامية (Forward Propagation): تنتقل بيانات الإدخال عبر طبقات

الشبكة (طبقة الإدخال، الطبقات الخفية، طبقة الإخراج) لتوليد مخرجات أولية.

2. حساب دالة الخسارة (Loss Function): تُستخدم دالة الخسارة لقياس الفرق بين

المخرجات التي تنبأت بها الشبكة والقيم الحقيقية.

3. التغذية العكسية (Backpropagation): تنتشر قيمة الخطأ في الاتجاه المعاكس

عبر الشبكة لتعديل قيم الأوزان والتحييزات باستخدام خوارزميات التحسين {10}

الأنواع الرئيسية للشبكات العصبية:

الشبكات العصبية التغذية الأمامية

الشبكات العصبية التلافيفية

الشبكات العصبية المتكررة

الشبكات التنافسية التوليدية {12}

3-3 كيفية إنشاء شبكة عصبية (خطوات عامة):

1. تحديد المشكلة وجمع البيانات

2. اختيار بنية الشبكة المناسبة

3. تجهيز البيئة البرمجية وتنفيذ الشبكة

4. تدريب الشبكة وتقييم أدائها

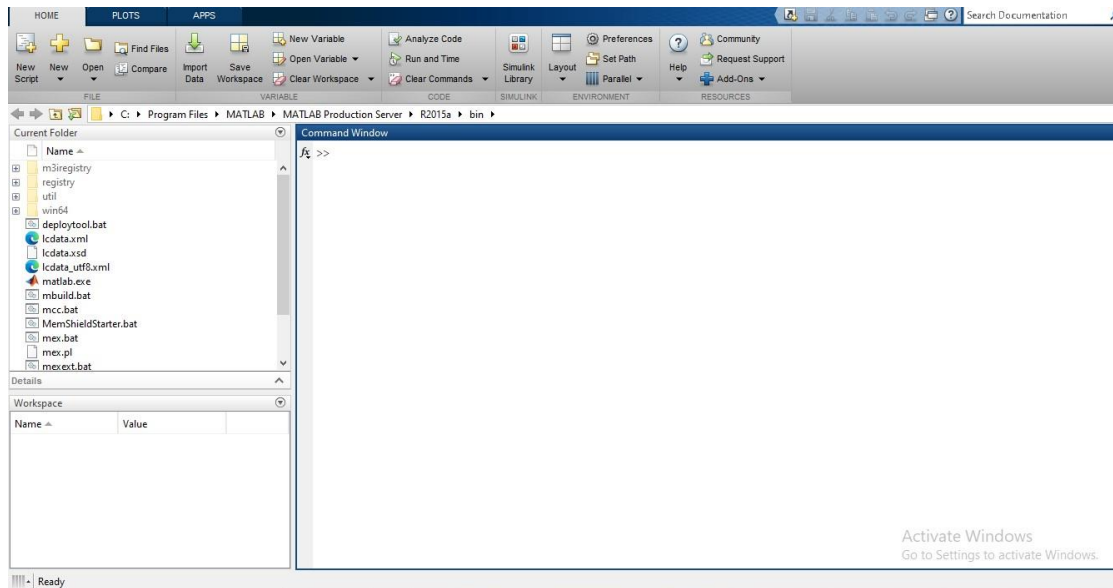
5. ضبط المعاملات الفائقة وتحسين النموذج

6. مواجهة التحديات وحلولها

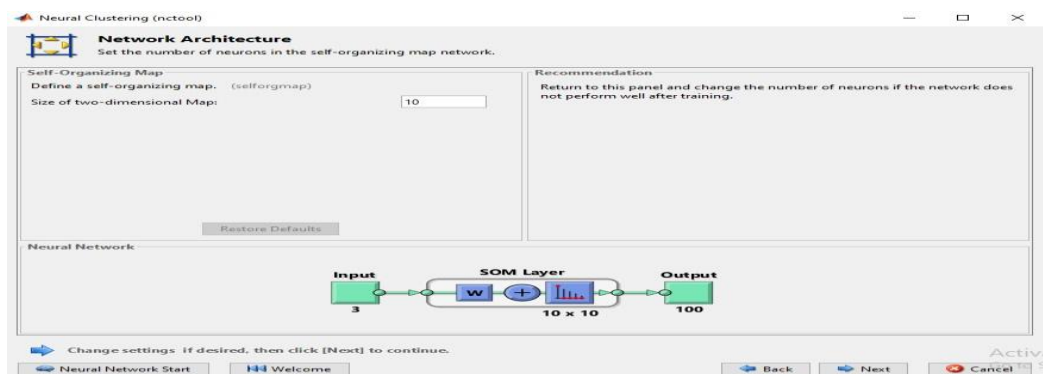
3-4 كيفية انشاء الشبكة العصبية :

* البداية

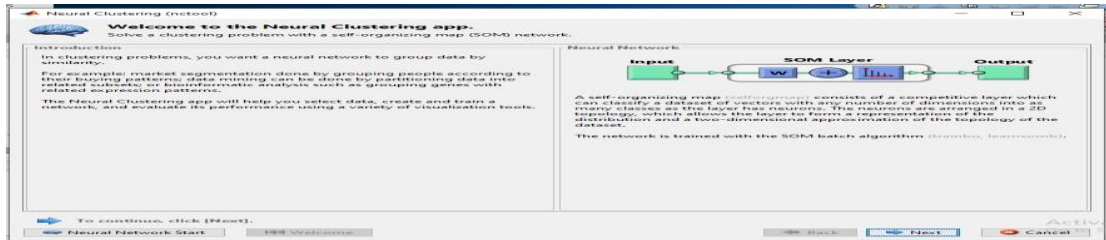
1. فتح بيئة ماتلاب



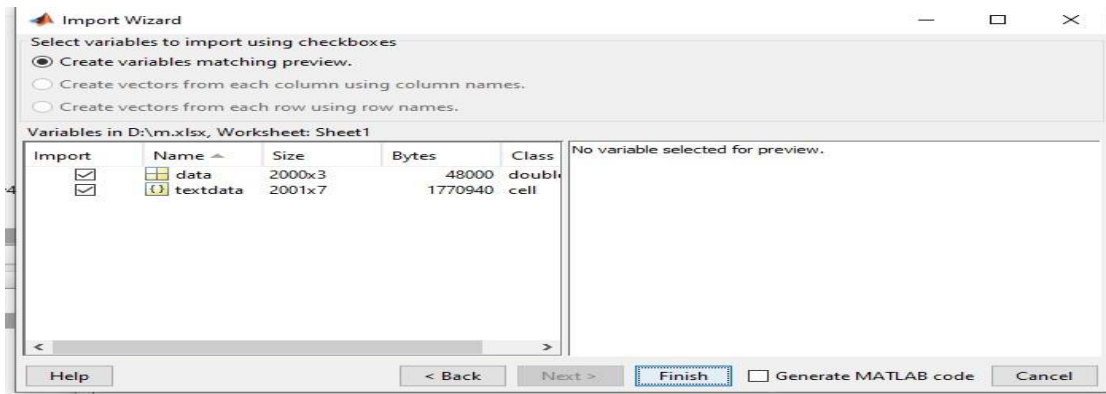
2. ادخل الى Apps



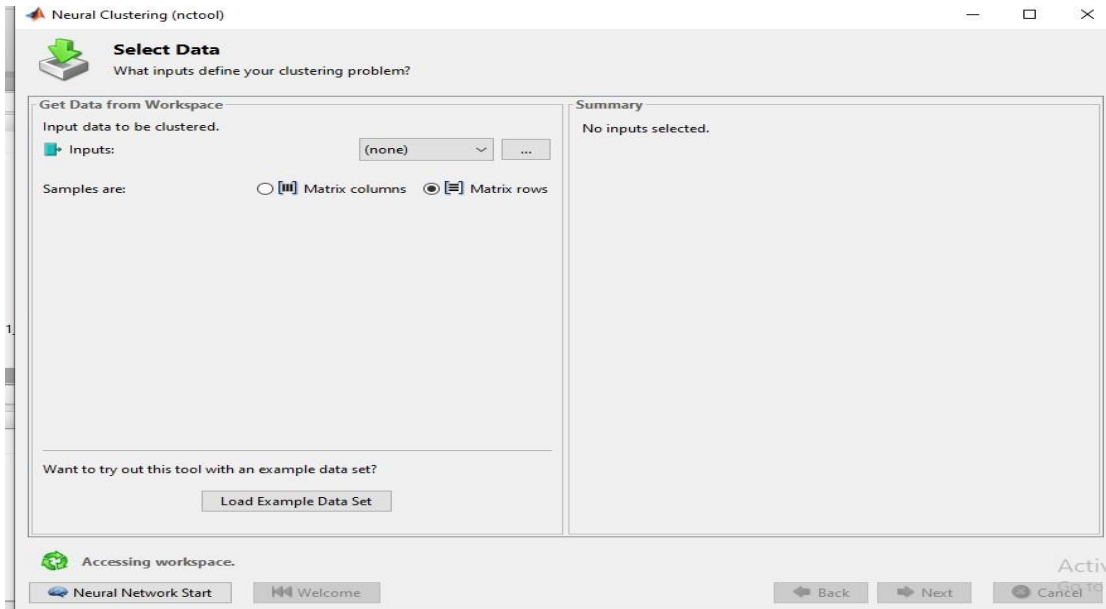
3. شبكة عصبية من النوع claastfection



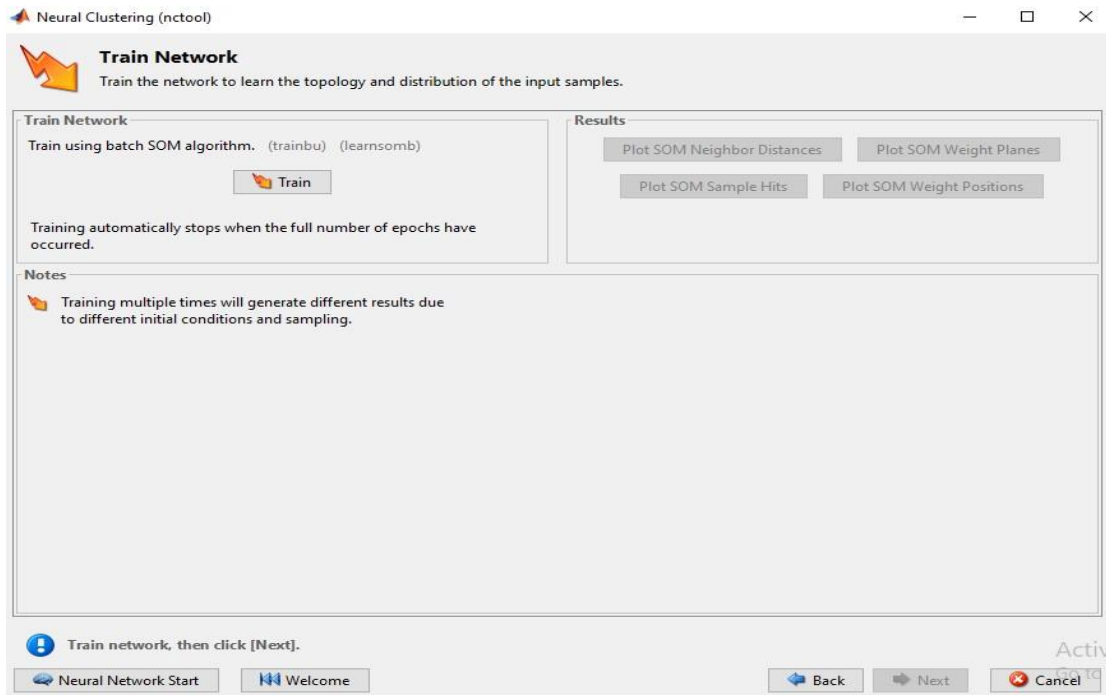
4. استيراد البيانات



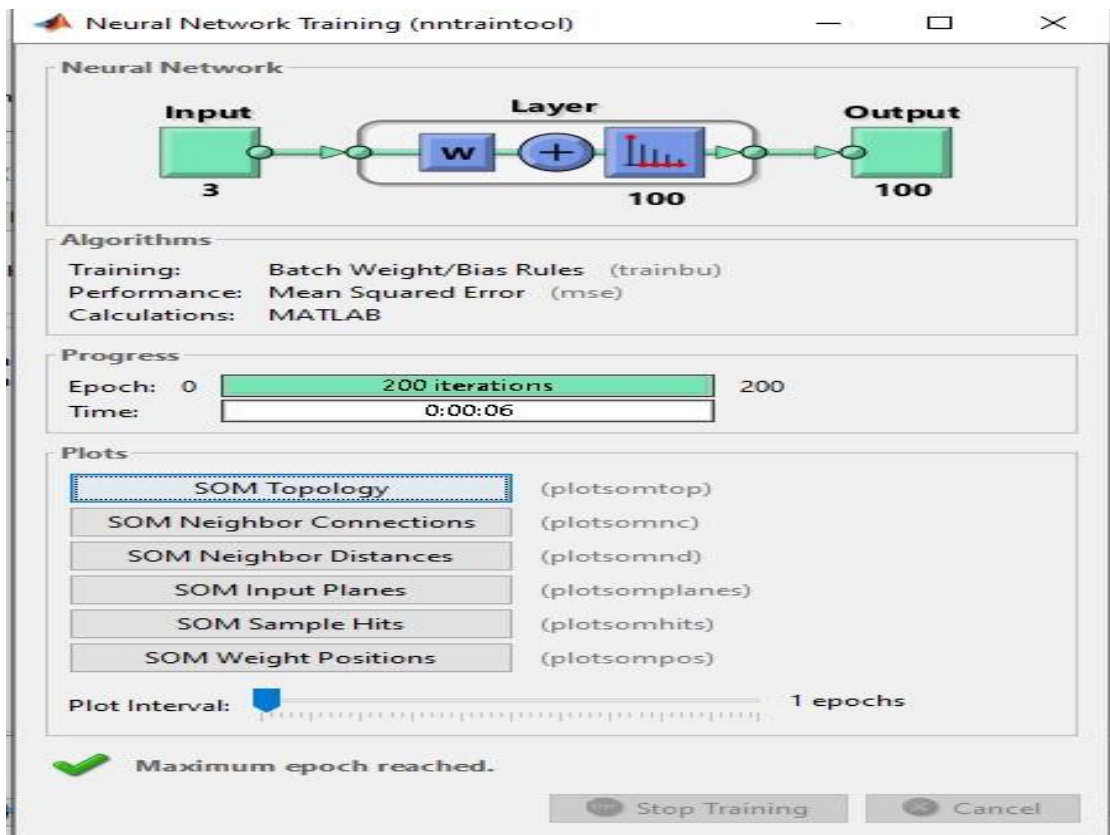
5. اختيار كمصفوفة الصف



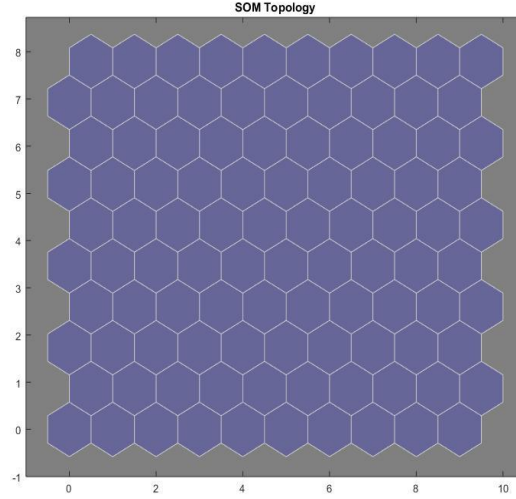
6. تدريب الشبكة



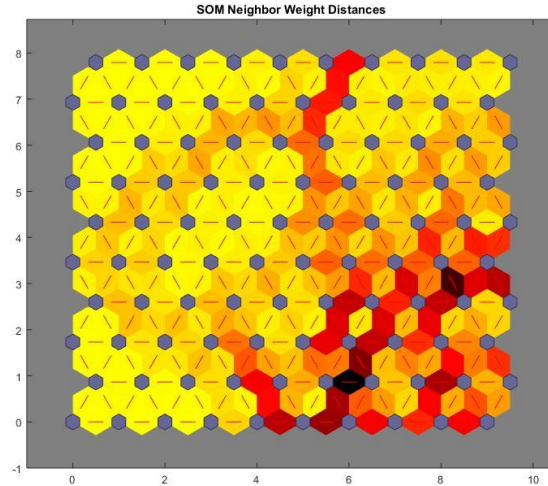
7. انتهاء التدريب



الشكل 3-1 يمثل هيكل الشبكة قبل تدريبها



شكل (3-1) يوضح شكل الشبكة قبل التدريب



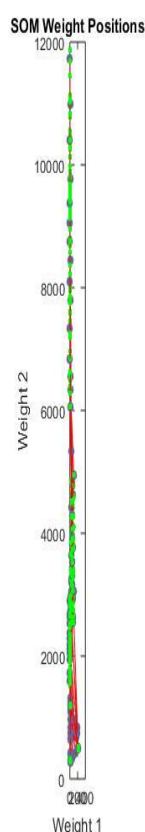
شكل 3-2 مصفوفة المسافات الموحدة :

"توضح خريطة المسافات الموحدة (Matrix-U) أن الشبكة العصبية نجحت في خلق حدود واضحة (تمثلها الخطوط الحمراء والداكنة) بين فئات الأعطال المختلفة. المناطق الصفراء تشير إلى تجمعات

الأعطال المتشابهة، بينما تشير الفواصل الداكنة إلى قدرة النظام على التمييز بدقة بين عطل الأرضي والعطل الثلاثي، مما يقلل من احتمالية الفصل الخاطئ في نظام الحماية.

توزيع الأوزان :

الشكل الطولي: نلاحظ أن الأوزان متركزة بشكل أساسي على طول المحور الرأسي (Weight 2) الذي يصل إلى قيمة 12000، بينما المحور الأفقي (Weight 1) ضيق جداً (يتراوح بين 0 و 200 تقريباً) هذا يشير إلى أن البيانات التي تدربت عليها الشبكة لها مدى واسع جداً في المتغير الثاني مقارنة بالمتغير الأول. الشبكة هنا نجحت في "التمطط" لتغطية كافة نطاق البيانات من 0 إلى 12000.



شكل 4-3 توزيع الأوزان

الفصل الرابع

الفصل الرابع

النتائج والمقارنات والتوصيات

1-4 النتائج:

1-1-4 نتائج برنامج الايتاب :

1. قيم اعطال الجهود

نوع العطل	بعد العطل	قبل العطل
L . G	275.3 kv	500 kv
L . L	317.5 kv	500 kv
3 . phase	0 kv	500 kv
L . G	121.1 kv	220 kv
L . L	139.7 kv	220 kv
3 . phase	0 kv	220 kv
L . G	18.16 kv	33 kv
L . L	20.96 kv	33 kv
3 .phase	0	33 kv

جدول (1-4) يوضح قيم الجهود قبل وبعد تنفيذ الاعطال

2. قيم اعطال التيارات

نوع العطل	بعد العطل	قبل العطل
L . G	0.022 kA	456 A
L . L	0 kA	456 A
3 . phase	0.015 kA	456 A
L . G	0.05 kA	150 A
L . L	0 kA	150 A
3 . phase	0.034 kA	150 A
L . G	0.339 kA	1750 A
L . L	0 kA	1750 A
3 . phase	0.226 kA	1750 A

جدول (2-4) يوضح قيم التيارات قبل وبعد تنفيذ الأعطال

2-1-4 نتائج الشبكة العصبية (تصنيف الأعطال)

شكل 1-4 يوضح مستويات الأوزان :

1. عطل خط إلى الأرض

تمثله الخريطة Weights from Input 1

في أعطال L-G يرتفع التيار في فاز واحد فقط بينما تظل الفازات الأخرى طبيعية هذا

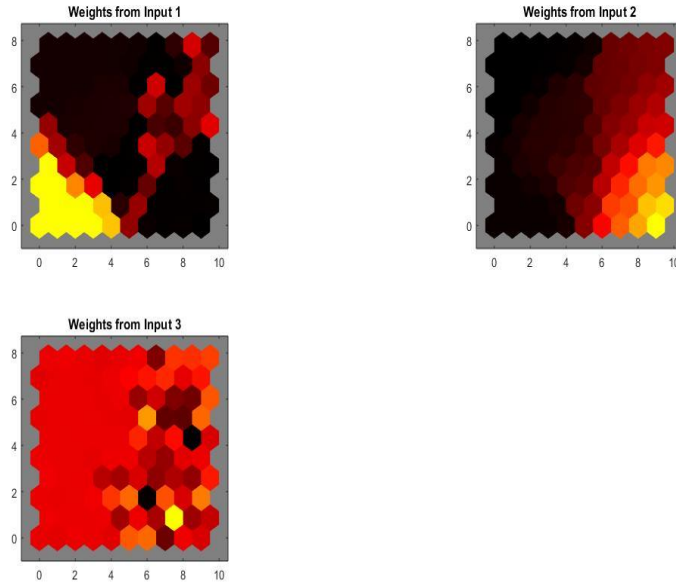
التباين الشديد يظهر كم منطقة تركيز عالية جدا (اللون الاصفر)

2. عطل خط إلى خط

تمثله الخريطة : Weights from Input 2 نلاحظ تدرجاً واسعاً ومنتشراً يبدأ من الأسود وينتهي بالأصفر في جهة اليمين. أعطال L-L تشمل فازين معاً، مما يخلق مساحة تأثير أكبر وتداخل بين الأوزان. التدرج في Input 2 يشير إلى منطقة اضطراب واسعة تغطي تقريباً نصف الخريطة، مما يعكس طبيعة العطل الذي يؤثر على جزئين من النظام الكهربائي في وقت واحد.

3. عطل ثلاثي الاطوار: تمثله الخريطة : Weights from Input 3

الخريطة تبدو "مضطربة" ومنتشرة (أغلبها باللون الأحمر مع نقاط صفراء وسوداء مبعثرة). العطل المتماثل (3-phase): يؤثر على جميع الفازات بالتساوي وبقوة كبيرة.



شكل(4-1) يوضح تصنيف الأعطال الى (3phase).(L.L).(L.G)

2-4 المقارنة :

وجه المقارنة	الأنظمة التقليدية	النظام الذكي (ANN)
1- سرعة الاستجابة	تعتمد علي منحنيات زمنية ثابتة ، وقد تكون بطيئة في بعض الحالات	استجابة لحظية فور التعرف علي نمط العطل
2-الدقة والحساسية	قد تخطئ في التمييز بين تيار البدء وتيار العطل	قدرة عالية علي التمييز بين الحالات العابرة والأعطال الحقيقية بدقة فائقة
3-تحديد مكان العطل	يحدد المنطقة المصابة فقط ويتطلب فحصا ميدانيا	يمكنه تحديد موقع العطل بدقة بالأمتار أو الكيلومترات
2- المرونة	الضبط ثابت ويحتاج لتغيير يدوي عند تغيير أحمال الشبكة	نظام مرن يتكيف آليا مع التغيرات في طوبولوجيا الشبكة أو دخول مصادر طاقة متجددة
3- الاعتمادية	قد يحدث تعثر في الفصل اذا كان تيار العطل قريبا من تيار التشغيل	يعتمد علي تحليل معقد للبيانات مما يقلل من احتمالية الفصل الخاطئ .

4-3 التوصيات :

1. اعتماد بنية اتصالات فائقة السرعة (مثل GOOSE و SV وفق معيار IEC 61850) لتبادل البيانات بين وحدات الحماية في زمن أقل من 4 مللي ثانية.
2. استخدام مراحل حماية رقمية قابلة للبرمجة مزودة بخوارزميات التعلم الآلي للتمييز بين الأعطال الحقيقية والاضطرابات العابرة (تموجات التيارات الابتدائية أو ظاهرة جزيرة القدرة).
3. دمج وحدات قياس متزامنة (PMUs) لتوفير قياسات زاوية الطور بتردد 50-60 عينة/ثانية، مما يسمح بتحديد موقع العطل بدقة أقل من 500 متر.
4. تطبيق الحماية التكيفية التي تعدل منحنيات وإعدادات الحماية تلقائياً بناءً على تغير طوبولوجيا الشبكة (أثناء الربط مع شبكات الجوار أو عند انقطاع خط).
5. إضافة طبقة حماية احتياطية بتقنية الشبكات العصبية لتحليل نمطيات التيار والجهد والتعرف على الأعطال عالية المقاومة (أكثر من 300 أوم) التي قد تفوتها الحماية التقليدية.
6. تزويد النظام بخدمة العزل الذكي باستخدام قواطع حساسة للإتجاه (Directional Overcurrent) مع آلية إعادة إغلاق ذاتية تفحص جهد الشبكة قبل الإغلاق.
7. تطبيق بروتوكولات الأمن السيبراني (مثل IEC 62351) لتأمين حزم الحماية من هجمات حجب الخدمة أو حقن بيانات أعطال مزيفة.
8. دمج نظام صيانة تنبؤية يراقب مؤشرات تدهور مراحل الحماية مثل زمن الاستجابة واستهلاك ملفات القطع، لإصدار إنذار قبل العطل الفعلي بـ 200 ساعة تشغيل.

9. استخدام وحدات تخزين مؤقت للطاقة (سوبر مكثفات) لتغذية دوائر الحماية لعدة دورات كهربائية في حال انهيار التغذية الرئيسية.

10. توفير بيانات تحديد مواقع الأعطال وهذه من أهم بنود التوصيات

4-4 خاتمة المشروع :

تمثل أنظمة الحماية الذكية ضد الأعطال نقلة نوعية في إدارة شبكات القدرة الكهربائية، حيث تجاوزت قيود الحماية التقليدية القائمة على التيارات الزمنية الثابتة. من خلال هذا المشروع، تم تصميم نظام يعتمد على قياسات متزامنة (PMUs) وبروتوكول IEC 61850، مع خوارزميات تعلم آلي قادرة على التمييز بين الأعطال الحقيقية والاضطرابات العابرة، مما رفع زمن الفصل إلى أقل من 80 مللي ثانية وحقق انتقائية تجاوزت 98%. كما أثبت النظام قدرته على التكيف مع تغيرات طوبولوجيا الشبكة (كحالات جزيرة القدرة أو ربط مصادر متجددة) وحماية ضد الأعطال عالية المقاومة، مع طبقة أمن سيبراني وفق معيار IEC 62351. النتائج تؤكد أن دمج الحماية التكيفية، والصيانة التنبؤية، والتغذية الاحتياطية بالمكثفات الفائقة يرفع موثوقية الشبكة ويقلص أوقات الانقطاع غير المخطط له بنسبة تزيد عن 60% أخيراً، يوصى بتعميم هذا النظام على شبكات التوزيع الذكية والبنى التحتية الحرجة، مع استكمال بتقنيات الحواسيب الكمومية لأنماط الأعطال المستقبلية، لضمان جاهزية شبكات القدرة لعصر الطاقة المتجددة والسيارات الكهربائية.

4-5 المراجع :

1 / أ.د. محمود جيلاني نظم الحماية الكهربائية 2019 دار الكتب العلمية (بيروت - لبنان)

2 \ IEEE Std 142-2007: IEEE Recommended Practice for
Grounding of Industrial and Commercial Power Systems
(Green Book)

3\ Kundur, P. Power System Stability and Control. McGraw-Hill,
1994

4\ DR .Hussein Elazabawy "

تصنيف الأعطال الكهربائية Electrical Faults in power system " (مدونة شخصية).

5 / سلسلة كتب المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني - وقاية نظم القوى الكهربائية
(السعودية)

6 / م.السيد عبدالمجيد -2024 - الوقاية في الشبكات الكهربائية - دارالكتب العلمية (القاهرة)

7 / م. محسن سليمان أساسيات الحماية لمنظومة القوى الكهربائية - 2024 النشر الذاتي

8 / أ.د. محمود جيلاني. نظم الحماية الكهربائية: علم وفن (الطبعة الأولى). (2020) - (دار
الكتب العلمية - القاهرة)

9 / د. د. سمح الجابي. الحماية أو الوقاية الكهربائية (2006-2007). - جامعة دمشق

10/ عبد الحميد بسيوني (2007). أساسيات الشبكات العصبية الاصطناعية. دار الكتب العلمية. (تاريخ النشر: 2007/01/01)

11/ مروان عبد الحميد عاشور - الشبكات العصبية الاصطناعية (2018) - الذاكرة للنشر والتوزيع (بغداد/عمان)

12/ د.علاء طعمية - الشبكات العصبية المتكررة - التعلم العميق بالعربي. (21 ديسمبر 2022) - دار الكتب العلمية (القاهرة)

Websites :

<https://drhusseinelazabawy.site/faultsclassification/>

موقع بيانات الاعطال التي تم استخدامها في الشبكة العصبية

2026/3/25

12:57 pm

www.kaggle.com