الجمهورية اليمنية

وزارة التربية والتعليم والبحث العلمي جامعة

صنعاء / كلية الهندسة

دراسة وتحليل تيار الاندفاع في المحولات ثلاثية الطور باستخدام برنامج MATLAB

Study & Analysis of Inrush Current of 3-Phase Transformer Based onMATLAB

مشروع تخرج قسم الهندسة الكهربائية – جامعة صنعاء كجزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس
في الهندسة الكهربائية / قدرة وآلات كهربائية

أعداد:

باشراف:

2024-2023

{يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ }

سورة المجادلة – الآية 11

المحتويات

التسلسل	الموضوع	الصفحة
	الفصل الأول	
1.1	المقدمة	1
2.1	فكرة المشروع والهدف منه	2
	الفصل الثاني	
1.2	المحول الكهربائي	3
2.2	مكونات المحول الكهربائي	4
3.2	عمل المحولة الكهربائية	5
4.2	انواع المحولات الكهربائية	6
5.2	طرق توصيل محولات ثلاثي الاطوار	7
6.2	تصنيف المحولات الكهربائية من حيث عدد الاطوار	8
7.2	تصنيف المحولات الكهربائية من حيث الفولتية	9
8.2	تصنيف المحولات الكهربائية من حيث شكل القلب الحديدي	9
9.2	مفهوم تيار الاندفاع	10
10.2	مشاكل تيارات الاندفاع	11
11.2	أسباب حدوث تيار الاندفاع في المحولات	11
12.2	مبدأ تيار الاندفاع في المحولات	12
	الفصل الثالث	
1.3	تيار الاندفاع في المحولات	13
2.3	تأثي ارت تيار الاندفاع على المحولات	13
3.3	الأسباب الرئيسية لحدوث تيار الاندفاع	13
4.3	تقنيات الحماية من تيار الاندفاع	14
5.3	أنواع تيار الاندفاع	14

المحتويات

التسلسل	الموضوع	الصفحة
6.3	عوامل تأثير التيار الاندفاع	14
7.3	تطبيقات تيار الاندفاع في المحولات الكهربائية	15
8.3	اهمية تيار الاندفاع في المحولات الكهربائية	15
9.3	أثر تيار الاندفاع على جودة الطاقة	15
10.3	تيار العطب في المحولات الكهربائية	16
11.3	أسباب تيار العطب في المحولات الكهربائية	16
12.3	تأثير تيار العطب على المحولات الكهربائية	16
13.3	تقنيات منع تيار العطب في المحولات الكهربائية	17
14.3	حماية المحولة من تيار العطب	17
15.3	التاثي ارت الناتجة عن تيار العطب في المحولات الكهربائية	17
16.3	التوافقيات(Harmonics)	18
17.3	حل مشكلة التوافقيات الكهربائية	18
18.3	اسباب التوافقيات في المحولات الكهربائية	19
19.3	التوافقيات الزوجية	19
20.3	التوافقيات الفردية	20
	الفصل ال أربع	
1.4	برنامج MATLAB	21
2.4	ممج ازت برنامج الماثلات	22
3.4	مكونات برنامج الماثلات	22
4.4	الاستنتاجات	29

الاشكال

التسلسل	الشكل	الصفحة
1	محولة كهربائية	3
2	مكونات المحولة الكهربائية	4
3	عمل المحولة الكهربائي	5
4	أنواع المحولات الكهربائية	6
5	طرق توصيل محولات ثلاثي الاطوار	7
6	تصنيف المحولات الكهربائية من حيث عدد الاطوار	8
7	تصنيف المحولات الكهربائية من حيث شكل القلب الحديدي	9
8	تيار الاندفاع في المحولة الكهربائية	10
9	مبدا تيار الاندفاع في المحولات الكهربائية	12
10	التوافقيات	18

الملخص

تمحور حول د ارس وتحليل تيار الاندفاع في المحولات ثلاثية الطور باستخدام برنامج MATLAB ويهدف البحث إلى فهم أفضل لظاهرة تيار الاندفاع وتأثيره على المحولات ونظام الطاقة بشكل عام وتم استخدام برنامج MATLAB لتنفيذ النمذجة الرياضية والمحاكاة العددية لتيار الاندفاع وتحليل النتائج. تمت دراسة العوامل المؤثرة في تيار الاندفاع ويعد هذا البحث مساهمة مهمة في فهم وتحسين أداء المحولات ونظام الطاقة بشكل عام.

الفصل الأول

1.1المقدمة

تعد محولات القدرة من العناصر الأساسية والضرورية في منظومة القدرة الكهربائية، ونظرًا لاختلاف أحجامها وكلفة تصنيعها فان طرق حمايتها تكون مختلفة أيضاً. في محولات التوزيع الصغيرة الأقل من 1.5 ميكا فولت أمبير،

يُستخدم الـ fuse لغرض الحماية ((High، Rupturing Capacity (HRC)) فضلًا عن ذلك فان هنالك أنواع أخرى تستعمل مرحلات زيادة التيار. أما في محولات القدرة الكبيرة فأنها تستخدم الحماية التفاضلية) الفرجية) و هي الحماية المستخدمة في المحولات وخطوط النقل الكهربائية في نظم القدرة، حيث يعتمد مبدأ عملها على مقارنة كميتين كهربائيتين من حيث القيمة أو الطور أو كلاهما، فهي تعتبر من أهم الحمايات المستخدمة لحماية محولات القدرة الكبيرة وذلك لحساسيتها وسرعة أدائها بدون أي تأخير زمني.

من الصعوبات التي تواجه مرحلات الحماية التفاضلية ظاهرة تيار الاندفاع الممغنط. هو تيار يظهر في بداية تشغيل المحولات أو المحركات، ويمتاز هذا التيار بارتفاع قيمته حيث يبلغ مقداره (5-7) اضعاف التيار الطبيعي

(المستقر) ويمتاز بانه ينتهي سريعا حيث انه في اغلب المحولات لا يتعدى الثانية. - يمتاز هذا التيار بارتفاع نسبة التوافقيات وخصوصا التوافقية الثانية حيث تبلغ نسبة التوافقية الثانية بنسبة (40-50) من هذا التيار. من مميزات المرحلات التفاضلية من النواحي الاقتصادية والأداء والموثوقية والمرونة يتم بذل جهد كبير في

تطوير خوارزميات المرحلات التفاضلية الرقمية. بصورة عامة، فان طريقة الحماية المقبولة هي التي تتضمن خصائص عديدة مثل: الموثوقية، الكلفة، بساطة الاستخدام، وسرعة التشغيل العالية. وبما أن مرحلات الحماية التقليدية لها العديد من العيوب، كما في تحويل فوري فهي عادة تعتمد على الخوارزميات التي تخمن المكونات الأساسية لإشارة التيار والفولتية تـ هـ مـ ل المركبات العابرة للترددات الأعلى حيث أنها تعتبر أداة مفيدة لتحليل محتوى ألاش ارت من الترددات الثابتة ،(stationary) ولا تـ قـ و م بتحليل الإشاح ارت غير الثابتة(-non)، stationary فلذلك وجب استخدام ط ارق أخرى لتحديد محتوى الإشارات من الترددات كما في تحويل الموجية

2.1 فكرة المشروع والهدف منه

فكرة المشروع تتمحور حول د ارس وتحليل تيار الاندفاع في المحولات ثلاثية الطور باستخدام برنامج MATLAB يهدف المشروع إلى فهم تأثير تيار الاندفاع على الأداء وسلامة المحولات ثلاثية الطور. سيتم د ارس الظواهر المترافقة مع تيار الاندفاع، مثل الارتفاع المفاجئ في التيار والتغيرات في مستويات الجهد. ستتضمن الد ارس تحليلًا تفصيليًا لمختلف الحالات التي يمكن أن تؤدي إلى تيار الاندفاع، مثل انقطاع التيار الكهربائي المفاجئ وتغيرات مفاجئة في الحمل باستخدام برنامج MATLAB، ستتمكن من نمذجة محول ثلاثي الطور ومحاكاة سلوكه في حالات مختلفة. يمكنك تحليل تيار الاندفاع بناءً على التغيرات المطلوبة في المدخلات والظروف المحيطة يتطلب المشروع د ارس واختبار معايير السلامة المتعلقة بالمحولات، بالإضافة إلى استخدام المعادلات الرياضية والتقنيات الرقمية

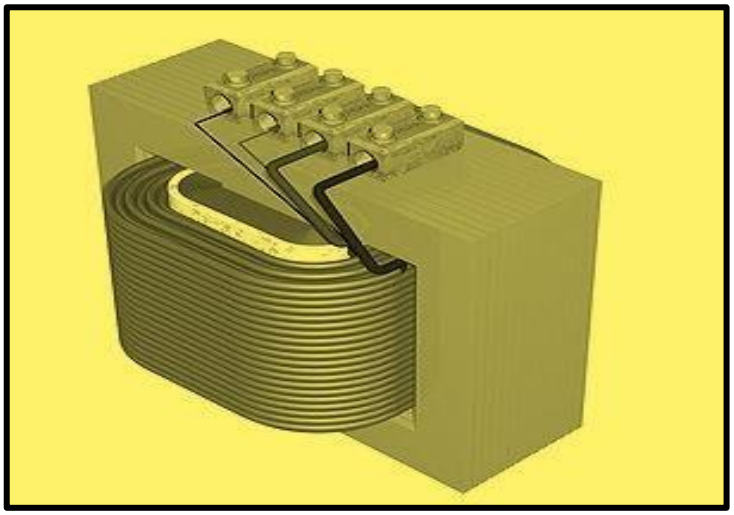
للتحليل على مدى البحث، ستجمع البيانات والنتائج وتحللها باستخدام MATLAB لتحديد التأسي ارت المحتملة لتيار الاندفاع وتقييم أداء المحول.

يهدف البحث إلى تصميم مرحلة فرقية أحادية الطور لكشف وتمييز الأعطاب في محولة الـقدرة باستخدام تقنية تحويل الموجية (Wavelet. Transform) بجعل أدوات الحماية) المرحلة)أكثر دقة وأكثر وثوقيه في العمل، من خلال التمييز بين تيار الاندفاع) Inrush current)وتيا ارت الأعطاب) fault current) في المحولة والتغلب على العوائق التي تعاني منها المرحلات التفاضلية التقليدية من حيث سرعة الكشف عن الأعطاب التي تحصل في محولات القدرة ، باستخدام برنامج ما تلاب

الفصل الثاني

1.2المحول الكهربائي Electrical Transformer

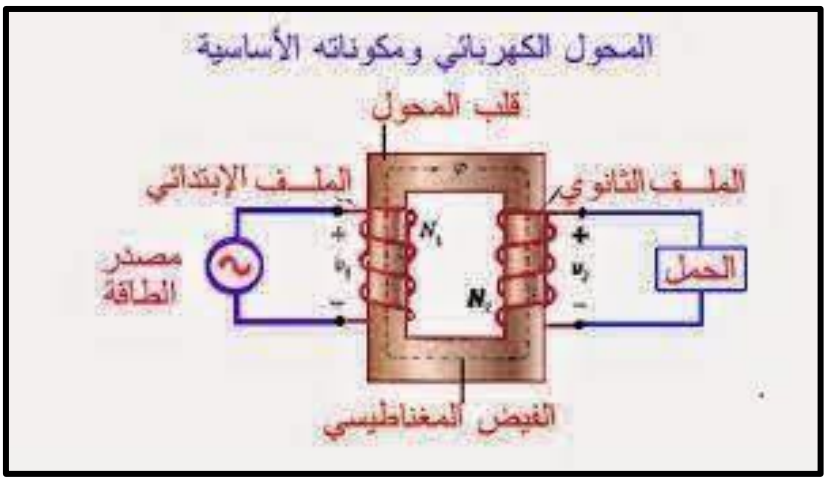
من أهم عناصر الشبكة الكهربائية لنقل وتوزيع الطاقة الكهربائية, حيث يتم من خلاله رفع أو خفض الجهد الكهربائي فمثلًا لنقل الطاقة الكهربائية للمستهلكين عبر مسافات طويلة يتم رفع الجهد الكهربائي الذي يتم توليده من خلال محطات توليد الطاقة الكهربائية كما في الأردن على سبيل المثال k11.6 والفوائد التي يتم جلبها من هذا التحويل لم تنحصر في نقل الطاقة الكهربائية فقط بل يتم تقليل الطاقة المفقودة أسلاك نقل الطاقة الكهربائية نتيجة لخفض قيمة التيار الكهربائي الحاصل من في رفع الجهد الكهربائي, أما في نهاية الشبكات الكهربائية يتم خفض الجهد الكهربائي قبل توزيعه للمستهلكين بواسطة المحولات الكهربائية



شكل (1) محولة كهربائية

2. 2 مكونات المحول الكهربائي

يتكون المحول الكهربائي من قلب حديدي Iron core ويتم تصنيعه من عدة ش ارح فولاذية laminated core لزيادة كفاءة المحول, وملفين من الأسلاك ملفوفه على جانبي القلب الحديدي إحداهما متصل بمصدر الطاقة الكهربائية ويسمى الملف الابتدائي Primary winding ويتكون من عدد معين من اللفات (N Turns والآخر متصل مع الحمل الم أرد توصيل الطاقة إليه ويسمى الملف الثانوي Secondary winding ويتكون أيضاً من عدد معين من اللفات (NS كما في الشكل رقم (1)



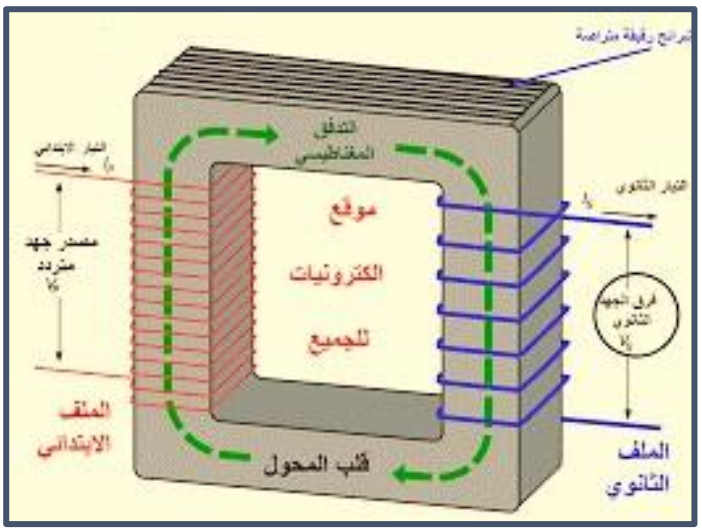
شكل (2) مكونات المحولة الكهربائية

3.2 عمل المحولة الكهربائية

عمل المحولة الكهربائية هو تحويل التيار الكهربائي من مستوى جهد إلى آخر. تعمل المحولة عن طريق استخدام مبدأ التحويل المتبادل للطاقة الكهربائية. عندما يتم تطبيق تيار كهربائي على لفة الدائرة الأولية في المحولة، يتولد حقل مغناطيسي حولها. يتفاعل هذا الحقل المغناطيسي مع اللفة الثانوية في المحولة، مما يسبب توليد تيار كهربائي في اللفة الثانوية. يتم تحويل مستوى الجهد في اللفة الثانوية وفقًا لنسبة اللفات بين اللفة

الثانوية والأولية وبالإضافة إلى ذلك، تعمل المحولة على تحقيق عزل كهربائي بين الدوائر الكهربائية المختلفة.

تعمل المحولة على توفير عزل كهربائي بين الدائرة الأولية والثانوية، مما يحمي الأجهزة والأشخاص من التيارات الكهربائية الخطرة.

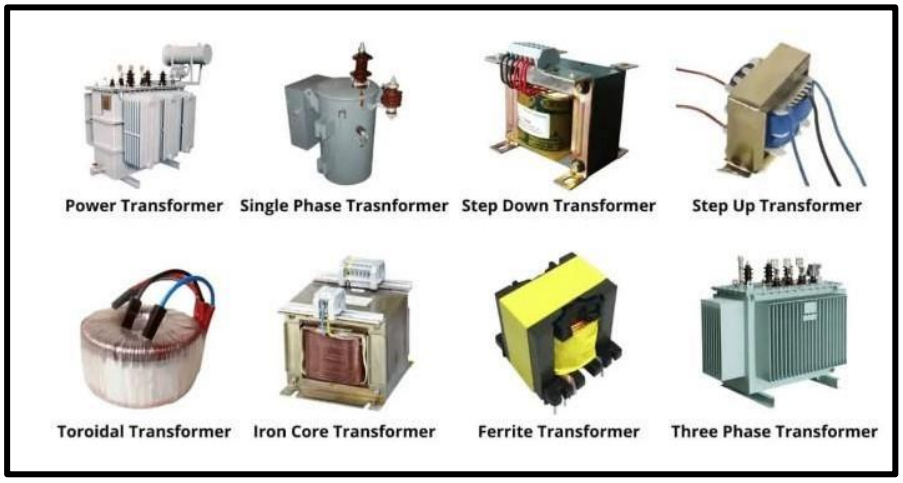


شكل (3) عمل المحولة الكهربائي

4.2 انواع المحولات الكهربائية

هناك العديد من أنواع المحولات الكهربائية المستخدمة في مختلف التطبيقات. إليك بعض الأمثلة على أنواع المحولات الكهربائية الشائعة:

- محولات القدرة: تستخدم لنقل الطاقة الكهربائية عبر الشبكات الكهربائية من محطات التوليد إلى المستخدمين النهائيين. تتميز بقدرتها على تحويل مستوى الجهد بين المستويات العالية والمنخفضة.
- محولات التوزيع: تستخدم في نقل الطاقة الكهربائية من محولات القدرة إلى المباني والمنشآت. تعمل على توزيع الطاقة بين المستخدمين بمستويات جهد منخفضة.
- محولات العزل: تستخدم لتوفير عزل كهربائي بين الدوائر الكهربائية المختلفة، مثل العزل بين الأجهزة الكهربائية والشبكة الكهربائية.
- محولات الأجهزة: تستخدم في تشغيل الأجهزة الكهربائية المختلفة، مثل محولات الشحن للهواتف المحمولة ومحولات الطاقة للأجهزة المنزلية.

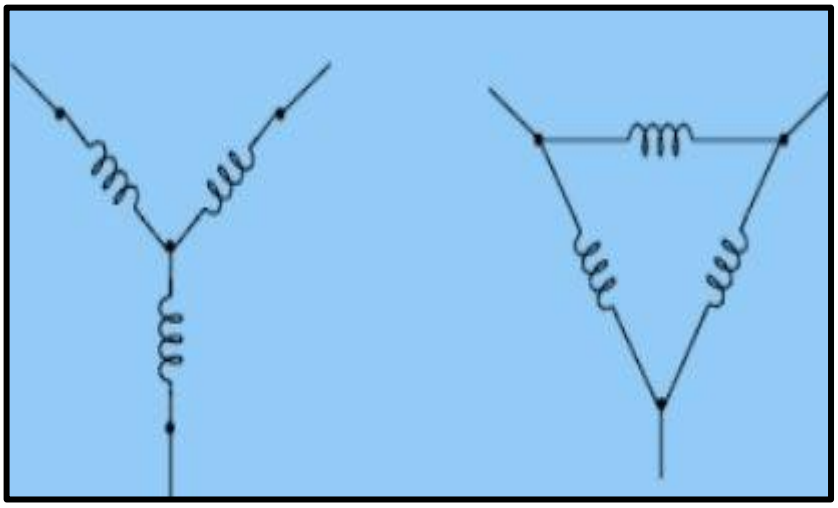


شكل (4) أنواع المحولات الكهربائية

5.2 طرق توصيل محولات ثلاثيب الاطوار

هناك عدة طرق لتوصيل محولات ثلاثية الأطوار، وتعتمد الطريقة المناسبة على نوع المحول وتطبيقه المحدد. إليك بعض الطرق الشائعة لتوصيل محولات ثلاثية الأطوار:

- توصيل نجمة (Y): في هذه الطريقة، يتم توصيل طرفي الملف الأولي للمحول بنقطة مشتركة تشكل شكل نجمة. وتوصل طرفي الملف الثانوي بالأحمال المطلوبة. تستخدم هذه الطريقة عادةً في التطبيقات الصناعية والتجارية.
- توصيل دلتا (Δ): في هذه الطريقة، يتم توصيل طرفي الملف الأولي والثانوي بشكل دائرة مغلقة تشكل شكل مثلث. تستخدم هذه الطريقة عادةً في التطبيقات الصناعية الكبيرة.

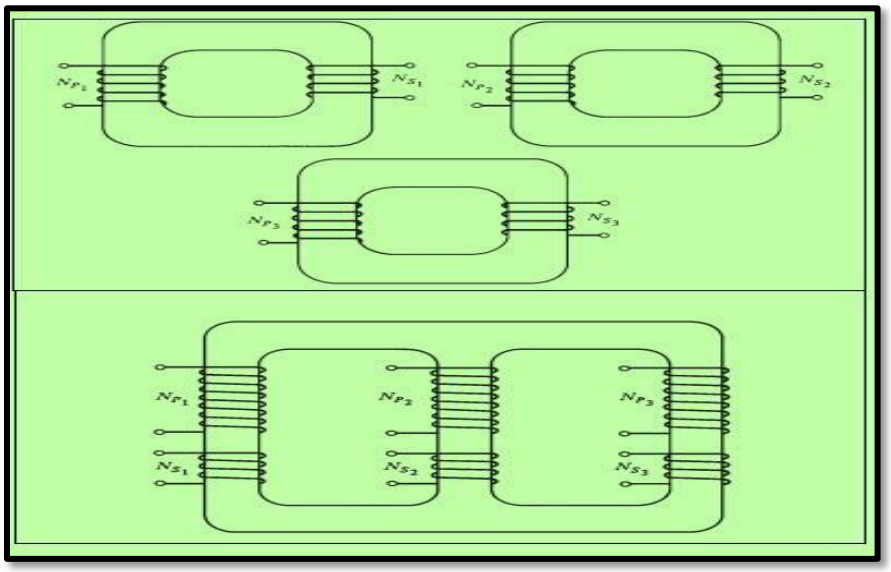


شكل (5) طرق توصيل محولات ثلاثي الاطوار

2. 6 تصنيف المحولات الكهربائية من حيث عدد الاطوار

تصنف المحولات الكهربائية من حيث عدد الأطوار إلى محولات ثنائية الأطوار ومحولات ثلاثية الأطوار.

- **محولات ثنائية الأطوار:** تستخدم في الأنظمة الكهربائية التي تعمل بتيار متردد ثنائي الأطوار، مثل الأنظمة الصناعية الصغيرة أو الأنظمة المنزلية. تحتوي هذه المحولات على ملفين فقط، وهما ملف أولي وملف ثانوي.
- **محولات ثلاثية الأطوار:** تستخدم في الأنظمة الكهربائية التي تعمل بتيار متردد ثلاثي الأطوار، وهي الأكثر شيوعًا في الصناعة والتجارة والمنازل. تحتوي هذه المحولات على ثلاث ملفات، وهي ملف أولي وملف ثانوي وملف توازن.



شكل (6) تصنيف المحولات الكهربائية من حيث عدد الاطوار

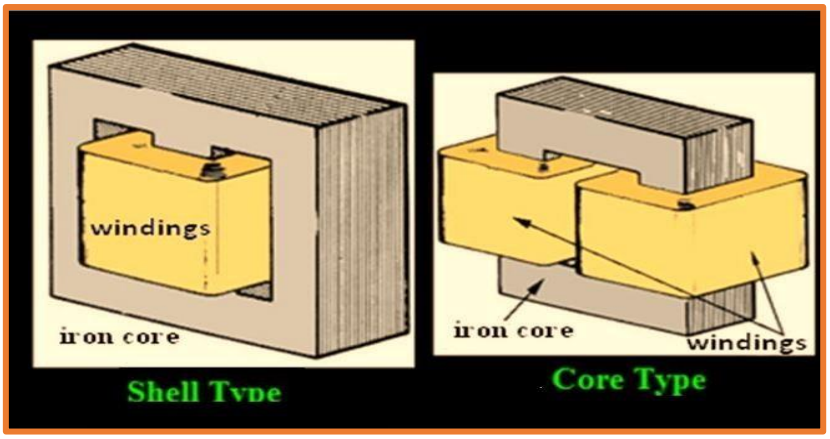
7.2 تصنيف المحولات الكهربائية من حيث الفولتية

تصنف المحولات الكهربائية من حيث الفولتية إلى محولات فولتية منخفضة ومحولات فولتية عالية.

- محولات فولتية منخفضة: تستخدم لتحويل الجهد من فولتية عالية إلى فولتية منخفضة. تستخدم عادة في الأنظمة الكهربائية المنزلية والمباني التجارية والصناعية الصغيرة. تشمل محولات الجهد المنخفض محولات الخط العام ومحولات التوزيع.
- محولات فولتية عالية: تستخدم لتحويل الجهد من فولتية منخفضة إلى فولتية عالية. تستخدم عادة في الأنظمة الكهربائية الكبيرة مثل محطات التوليد وشبكات النقل الكهربائية. تشمل محولات الجهد العالي محولات القدرة الكبيرة ومحولات القدرة العالية.

8.2 تصنيف المحولات الكهربائية من حيث شكل القلب الحديدي

1. Core form: في هذا النوع من المحولات يصنع القلب الحديدي من ش ارح فولاذية على شكل مستطيل ويتم وضع الملفين الابتدائي والثانوي على طرفي القلب الحديدي كما هو موضح بالصورة التالية.
2. Shell form: يتكون القلب الحديدي في هذا النوع من المحولات من شرائح فولاذية على شكل ثلاثي الأرجل وتوضع الملفات على الرجل المركزية بحيث تكون معزولة عن بعضها البعض كما هو موضح بالصورة التالية.



شكل (7) تصنيف المحولات الكهربائية من حيث شكل القلب الحديدي

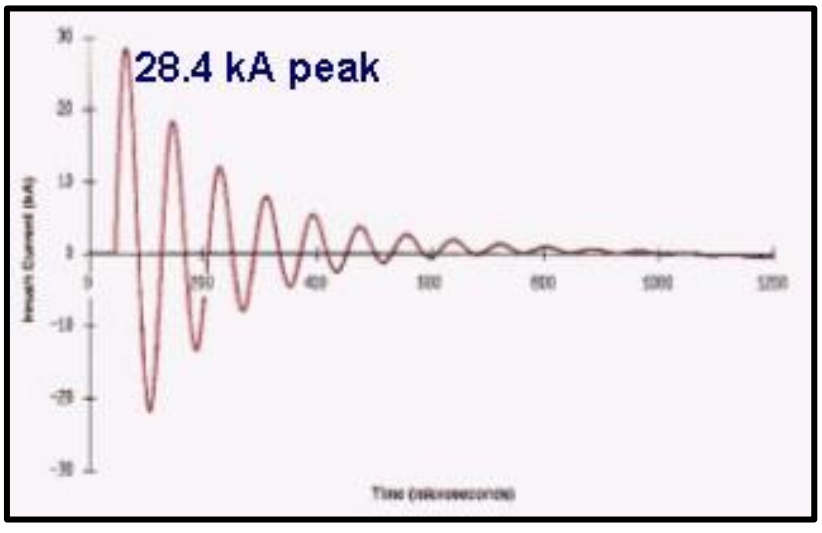
9.2 مفهوم تيار الاندفاع

تحدث هذه الظاهرة عند إعادة توصيل المحول من جانبه الابتدائي على مصدر التغذية، ويكون ذلك التيار على شكل تيار لا حملي ذي قيمة عالية تث اروح من 8 إلى 12 طفا من تيار الحمل الكامل المقنن للمحول. ويستمر هذا التيار لفترة عابرة تؤخذ عادة 1.0 ثانية في أغراض الحماية.

ان تيار اندفاع المحولة هو اقصى تيار لحظي مسحوب من قبل ابتدائي المحولة وهو لا يكون دائماي ولكن يحدث بسبب عمليات الفتح والغلق الغير مرغوبة للدائرة التي توجد فيها محولة التيار، أثناء مرور تيار الاندفاع فان اقصى قيمة له عندما يكون الفيض أكثر من طف الفيض الاصلي.

يعتبر تيار المغنطة المندفع من الظواهر الموجودة في جميع المحولات، ويكون وجودها أكثر وطوحا في المحولات الحديثة بسبب قدرة قلب تلك المحولات على الاحتفاظ بالمغناطيسية المتبقية بصورة أكبر من المحولات القديمة. ويحتوي هذا التيار على موجة بالتردد الأساسي و على موجات أخرى على جميع التوافقيات الزوجية

والفردية مع وطوح التوافقيات الثانية التي هي خاصية مميزة لهذا التيار، كما يحتوي على مركبة تيار مستمر.



شكل(8) تيار الاندفاع في المحولة الكهربائية

10.2مشاكل تيا ارت الاندفاع

تيا ارت الاندفاع يمكن أن تسبب العديد من المشاكل في الدوائر الكهربائية والمعدات، ومن أهم هذه المشاكل:

- . تلف المعدات: تيارات الاندفاع العالية والقصيرة المدة الزمنية يمكن أن تتسبب في تلف المعدات الكهربائية، مثل الأجهزة الإلكترونية الحساسة والمحركات الكهربائية.
- انقطاع التيار الكهربائي: قد يؤدي تيار الاندفاع إلى انقطاع التيار الكهربائي في الدوائر الكهربائية، مما يؤثر على عمل المعدات والأجهزة المتصلة بها.
- ارتفاع درجة الح إرة: قد يؤدي تدفق تيار الاندفاع العالي إلى ارتفاع درجة الح إرة في الدوائر الكهربائية والمعدات، مما يمكن أن يتسبب في حدوث حرائق أو تلف للأجهزة.
- . تأثير على الشبكة الكهربائية: تيا ارت الاندفاع العالية يمكن أن تؤثر على استق رار الشبكة الكهربائية بشكل عام، وتتسبب في انخفاض جودة التيار الكهربائي وتشويش في الدوائر الأخرى.

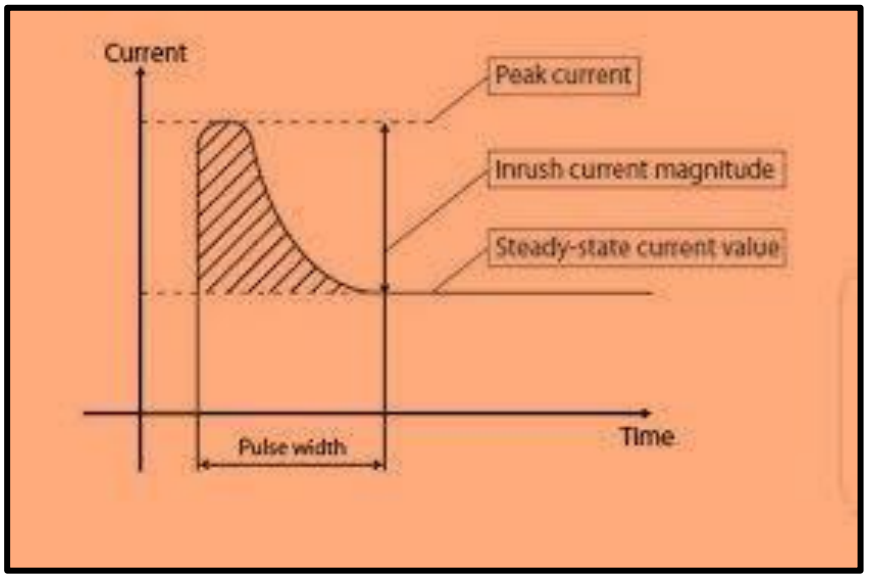
11.2أسباب حدوث تيار الاندفاع في المحولات

يمكن حدوث تيار الاندفاع في المحولات نتيجة لعدة أسباب، بما في ذلك: تشغيل المحول بعد فترة من الانقطاع، انتشار التيار بسرعة عالية في الملفات، التأثيرات الاحتكاكية في المحول، والتغييب ارت المفاجئة في الطاقة الكهربائية

2. 12مبدأ تيار الاندفاع في المحولات

تيار الاندفاع هو ظاهرة تحدث عند تغيير فجائي في تيار الكهرباء في المحول. يسبب هذا التغيير الفجائي في توليد تيار يتدفق في الاتجاه المعاكس في المحول، مما يؤدي إلى توليد قوة كبيرة تسبب تأثي ارت تلف وقد تؤدي إلى تلف الجهاز بشكل أكبر. لذا، فإن فهم مبدأ تيار الاندفاع أمر بالغ الأهمية لحماية المحولات من التلف. والحفاظ عليها في حالة صحية

شكل (9) مبدا تيار الاندفاع في المحولات الكهربائية



الفصل الثالث

3. 1 تيار الاندفاع في المحولات

تيار الاندفاع في المحولات هو تيار عابر يحدث في لفات المحول عند تغيير التيار أو الفولتية المتصلة به. ويحدث هذا التيار عندما يتكون قصر دائرة في جنب واحد من المحول، مما يؤدي إلى زيادة تدفق التيار بشكل كبير. . قد يسبب تيار الاندفاع أضرارًا جسيمة على المحولات إذا لم يتم التعامل معه بشكل صحيح

2.3 تأتي ارت تيار الاندفاع على المحولات

يمكن أن يؤدي تيار الاندفاع إلى توليد ح إرة زائدة في لفات المحول، مما يزيد من خطر حدوث حروق وتلف في العوازل والتوصيلات الكهربائية. قد يؤدي أيضًا إلى تشوه المجال المغناطيسي في المحول، مما يتسبب في تغيب ارت في الجهد الناتج واضطر الربات في التيار الكهربائي. لذا، يجب توخي الحذر واتخاذ إي راءات للوقاية من آثار تيار الاندفاع على المحولات

3.3 الأسباب الرئيسية لحدوث تيار الاندفاع

تعتبر تغيب ارت مفاجئة في الحمل الكهربائي من أهم الأسباب التي تؤدي إلى حدوث تيار الاندفاع. قد يحدث هذا نتيجة لتوصيل أحمال كبيرة بشكل فجائي أو قطع تيار كهربائي عن أحمال ضخمة. كما يمكن أن تسبب أعطال في المعدات الكهربائية أو أخطاء في التشغيل أيضًا تيار الاندفاع. من الضروري فهم هذه الأسباب والعمل على تجنبها أو التعامل معها بشكل فعال لحماية المحولات.

3. 4 تقنيات الحماية من تيار الاندفاع

توجد العديد من التقنيات المســـتخدمة لحماية المحولات من تيار الاندفاع. تشـــمل هذه التقنيات اســـتخدام أجهزة حماية متقدمة، مثل الكونت اكتو ارت الإلكترونية ومفاتيح رقمية. يتم برمجة هذه الأجهزة للكشـــــف عن تيار الاندفاع واتخاذ إجراءات فورية للتقليل من تدفق التيار وحماية المحولات والأنظمة الكهربائية الأخرى. يجب اتباع معايير وإرشادات السلامة المعتمدة لتركيب واختبار وصيانة هذه التقنيات لضمان عملها بشكل فعال وفعالية في حماية المحولات.

5.3 أنواع تيار الاندفاع

- تيار الاندفاع المتوازن: هو نوع من تيار الاندفاع يتميز بتوازن القيم بين الستائر الفرعية للمحول الكهربائي. يحقق توازنًا مستقرًا في تدفق التيار عبر المحول.
- تيار الاندفاع غير المتوازن: هو نوع من تيار الاندفاع يتميز بعدم توازن القيم بين الستائر الفرعية للمحول الكهربائي. قد يحدث هذا النوع من تيار الاندفاع نتيجة لعوامل خارجية مثل حالات القصر المؤقت في الدائرة الثانوية

6.3 عوامل تأثير التيار الاندفاع

- اخت ازل الجهد: تقليل الجهد يزيد من احتمالية حدوث التيار الاندفاع
- التبديل الأحادي الطور: تحكم التبديل الأحادي الطور في الفتح والإغلاق السريع للمحول يمكن أن يسبب تيار اندفاع كبير

3. 7 تطبيقات تيار الاندفاع في المحولات الكهربائية

تيار الاندفاع في المحولات الكهربائية يلعب دورًا هامًا في عملية نقل الطاقة الكهربائية. يتم استخدام تيار الاندفاع لنقل الطاقة الكهربائية من المحطات الكهربائية إلى المنازل والمصانع والمكاتب وغيرها من الأماكن.

تطبيقات تيار الاندفاع في المحولات الكهربائية تشمل:

1. توزيع الكهرباء: يتم استخدام تيار الاندفاع لنقل الطاقة الكهربائية من المحطات الكهربائية إلى شبكات التوزيع المحلية. يتم استخدام المحولات الكهربائية لتحويل الجهد وتوزيع الكهرباء بشكل فعال.

2. تشغيل الأجهزة الكهربائية: يتم استخدام تيار الاندفاع لتشغيل الأجهزة الكهربائية في المنازل والمصانع والمكاتب. يتم تحويل الجهد من المحولات الكهربائية لتلبية احتياجات الأجهزة المختلفة.

8.3 اهمية تيار الاندفاع في المحولات الكهربائية

تيار الاندفاع يلعب دورًا حاسمًا في تشغيل المحولات الكهربائية وتحميلها بطريقة سليمة. يساعد تيار الاندفاع في الحفاظ على استق رار المحول وتجنب أي ضرر قد يحدث للمحول أو الأجهزة المتصلة به. يتم استخدام تيار الاندفاع في العديد من التطبيقات الكهربائية مثل نقل الطاقة عبر خطوط نقل الكهرباء وتشغيل الآلات الكهربائية عالية الجهد

9.3 أثر تيار الاندفاع على جودة الطاقة

- **تشويش في التيار:** قد يتسبب في تشويش في التيار الكهربائي والجهد المنتج
- **تغيب ارت في تردد الطاقة:** قد تحدث تغيب ارت في تردد الطاقة الكهربائية نتيجة لتيار الاندفاع

10.3 تيار العطب في المحولات الكهربائية

تيار العطب هو التيار الذي يتولد نتيجة لتحســـــن جودة العازلة بين تفاصـــــيل المحول الكهربائي، وتؤدي المشـاكل في التصـميم أو التشـغيل إلى تسـببه. قد ينتج هذا التيار عن كسـر في العازلة أو قصـور في العزل بين لفات المحول. تذكر أن تيار العطب يعتبر مشكلة خطيرة يجب التعامل معها على الفور

11.3 أسباب تيار العطب في المحولات الكهربائية

1. سوء التصنيع: قد يؤدي سوء التصنيع إلى وجود عيوب في الملفات والعوازل داخل المحول الكهربائي، مما يؤدي إلى حدوث تيار العطب.
2. الرطوبة: تنتج حالات تيار العطب في المحولات الكهربائية بسبب المواد العازلة المستخدمة في المحول، والتي تتأثر بالرطوبة في الجو الذي توضع فيه المحولات.
3. الأعطال الكهربائية: الأعطال في الدائرة الكهربائية تضعف العوازل والملفات في المحول الكهربائي وتزيد من احتمالية حدوث تيار العطب

12.3 تأثير تيار العطب على المحولات الكهربائية

1. تدهور أداء المحول: يؤدي تيار العطب في المحول الكهربائي إلى تدهور الأداء الكهربائي للمحول، بسبب تدفق التيار الكهربائي ال ازد.
2. زيادة تكاليف الصيانة: يجب إي اجرء صيانة دورية للمحول الكهربائي للحد من تيار العطب، وهو ما يعني زيادة تكاليف الصيانة.
3. إحباط استتما ارت المشاريع: يمكن أن يؤدي تيار العطب في المحول الكهربائي إلى إحباط المشاريع التي تتطلب الاعتماد على هذا المحول، في حالات متقدمة من تيار العطب

13.3 تقنيات منع تيار العطب في المحولات الكهربائية

- ❖ استخدام المواد العازلة عالية الجودة: يمكن استخدام أفضل المواد العازلة المتوفرة في السوق لتقليل خطر حدوث تيار العطب في المحول الكهربائي.
- ❖ التحسينات في عمليات التصنيع: يمكن التخفيض من حدوث تيار العطب من خلال تحسين عمليات التصنيع والتأكد من جودة الملفات والعوازل داخل المحول الكهربائي
- ❖ تطوير نظم الصيانة: يمكن تطوير نظم الصيانة الدورية للمحول الكهربائي لتقليل خطر حدوث تيار العطب وللحفاظ على أدائه الكهربائي المطلوب

14.3حماية المحولة من تيار العطب

- ❖ تأكد من استخدام موصلات وكابلات عالية الجودة
- ❖ تأكد من استخدام مصادر طاقة مستقرة وموثوقة
- ❖ تركيب ملفات قابلة للمغناطيس لتقليل تأثي ارت تغيب ارت الفولتية
- ❖ تنظيف وصيانة الأجهزة الإلكترونية بانتظام

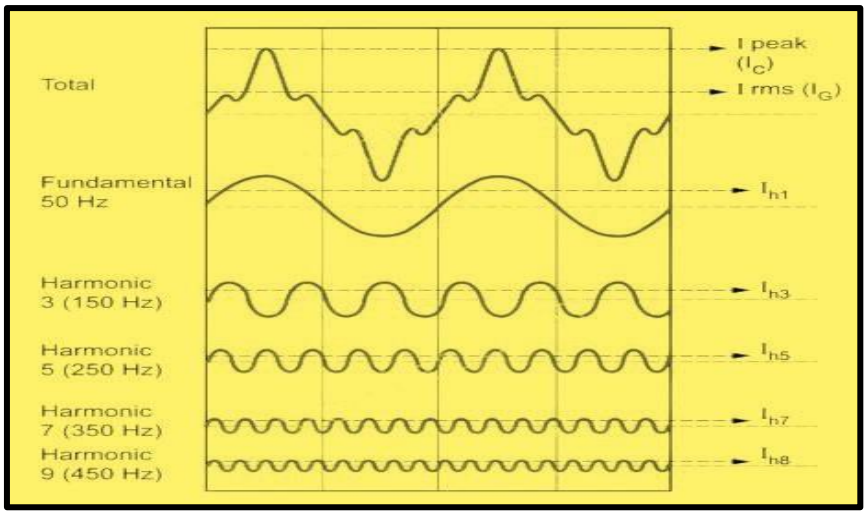
15.3 التأسي ارت الناتجة عن تيار العطب في المحولات الكهربائية

تيار العطب قد يؤدي إلى تأثيرات سلبية على المحولات الكهربائية والأنظمة الكهربائية بشكل عام. قد يتسبب في ارتفاع درجة ح إرة المحول، وتلف وتدمير أج ازج المحول، وتعطل الأجهزة المتصلة بالمحول، وحدوث انقطاعات في التيار الكهربائي. لذا، من الضروري اكتشاف ومعالجة تيار العطب بأسرع وقت ممكن لتجنب حدوث هذه التأثيرات الضارة

.

16.3التوافقيات(Harmonics)

التوافقيات تمثل جهود وتيارات غير مرغوب فيها، وهي تشبه في شكلها إشارات الجهد والتيار المقنن، ولكن بترددات ذات قيم من مضاعفات تردد المقنن وفقد تجد هذه التوافقيات عند ترددات تساوي ثلاث أضعاف التردد المقنن أو أكثر من ذلك، ومن مدارها أنها تساهم في تسخين المحرك والأسلاك وغيرها من المعدات المستخدمة، وربما تؤدي إلى قصر العمر التشغيلي لهذه الأجهزة إذا ما تعرضت لهذه التوافقيات لفترات طويلة



شكل (10) التوافقيات

17.3 حل مشكلة التوافقيات الكهربائية

- هناك طرق للتخلص من التوافقيات في الشبكة المغذية للمستهلك أو تقليل تأثيرها, ومن أهمها:
- خفض نسبة تحميل المحولات حتى لا تدخل في منطقة الnon linearity في منحنى.Jl Magnetization

وإعادة توزيع الأحمال لتقليل نسب عدم الاتزان بشبكات التوزيع.

18.3اسباب التوافقيات في المحولات الكهربائية

هناك عدة أسباب تدعم استخدام التوافقيات في الشبكات الكهربائية. إليك بعض الأسباب الرئيسية:

1. تحسين كفاءة الشبكة: يمكن للتوافقيات أن تساعد في تحسين كفاءة الشبكة الكهربائية عن طريق تحسين توزيع الطاقة وتقليل الفاقد في الطاقة.

2. تقليل التشويش والتداخل: يمكن للتوافقيات أن تساعد في تقليل التشويش والتداخل الكهرومغناطيسي في الشبكة الكهربائية، مما يؤدي إلى تحسين جودة الطاقة المستخدمة.

3. تعزيز الاستدامة: يمكن للتوافقيات أن تساهم في تعزيز الاستدامة في الشبكات الكهربائية من خلال تحسين استخدام الموارد الطبيعية وتعزيز استخدام الطاقة المتجددة.

19.3 التوافقيات الزوجية

تنشأ التوافقيات الزوجية في تيار الاندفاع نتيجة لتفاعل المجال المغناطيسي للأرض مع الرياح الشمسية. تؤدي الرياح الشمسية إلى تحريك المجال المغناطيسي للأرض، مما يؤدي إلى إنشاء تيار كهربائي. ينتشر هذا التيار في الغلاف الجوي للأرض، ويشكل توافقيات زوجية وتث اروح ترددات التوافقيات الزوجية في تيار الاندفاع من بضع مئات من هرتز إلى عدة كيلوهرتز. ترتبط هذه الترددات بكثافة الرياح الشمسية واتجاهها.

20.3التوافقيات الفردية

تنشأ التوافقيات الفردية في تيار الاندفاع نتيجة لتفاعل المجال المغناطيسي للأرض مع الأضبط الربات داخل الغلاف الجوي للأرض. تؤدي هذه الأضبط الربات إلى إنشاء تيار كهربائي، والذي ينتشر في الغلاف الجوي للأرض،

ويشكل توافقيات فردية و تدث اروح ترددات التوافقيات الفردية في تيار الاندفاع من بضع مئات من هرتز إلى عدة ميغاهيرتز. ترتبط هذه الترددات بنوع الأضبط الربات داخل الغلاف الجوي للأرض

الفصل الرابع

1.4 برنامج ال MATLAB

برنامج ما تلاب عبارة عن وسط برمجة سهل الاستخدام يمكنك من استخدام هذه اللغة بصور متعددة أبسط هذه الصور هي صورة الآلة الحاسبة التي يكون فيها التفاعل بين المستخدم والبرنامج من أسهل وأسرع ما يكون. أو كوسط برمجة يمكن للمستخدم فيه أن يكتب أي خوارزم أو برنامج يقوم بحل مشكلته ثم تنفيذ هذا الخوارزمي

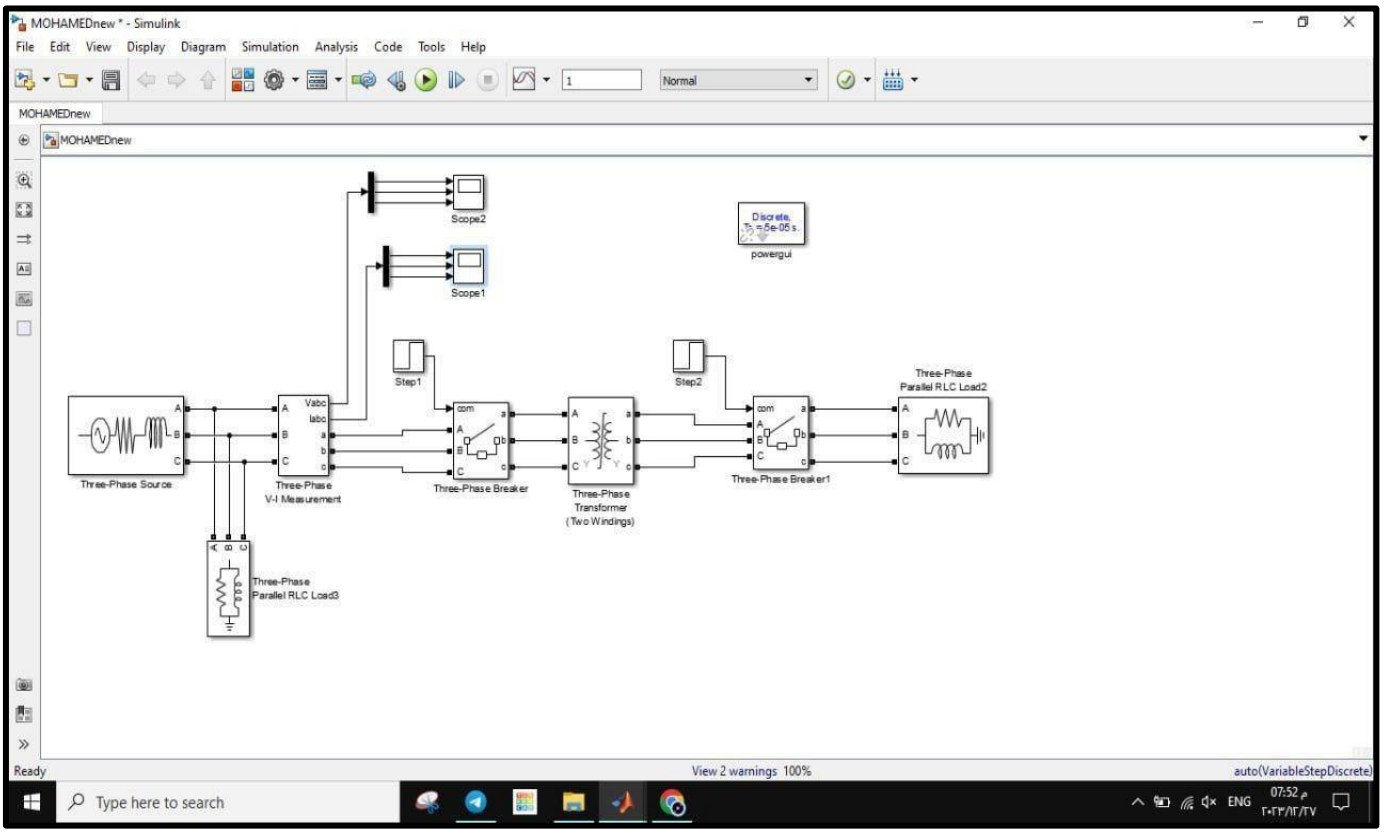
واختباره بالكيفية التي يريدها مثله في ذلك مثل لغات البرمجة الشهيرة، مثل لغة C، والجافا وغيرها. وتتدرج الاستخدامات إلى إمكانية وضع البرنامج أو الخوارزمي الذي صممته في صورة دالة من دوال ما تلاب يمكنك إضافتها إلى مكتبة ما تلاب وتنفيذها بمجرد كتابة اسمها كإحدى الدوال الداخلية في الماثلات. علاوة على كل ذلك فتوجد فيما تلاب مكتبة من دوال الرسم والمحاكاة التي تمكنك من عرض نتائجك كصور ثنائية الأبعاد وثلاثية الأبعاد بسهولة تعجز عنها الكثير من البرمجيات في هذا المجال. إن استخدام ما تلاب كآلة حاسبة أو في صورته التفاعلية تعد من أهم ممج ازت ما تلاب والتي لا توجد في أي لغة برمجة أخرى حيث يمكن مباشرة حساب الجذر التربيعي مثلا لأي ثابت كما يمكن أيضا في هذه الصورة التفاعلية إي إجراء الكثير من العمليات الحسابية المعقدة مثل حل المعادلات التفاضلية وبالطبع ستحتاج لأكثر من سطر.

2.4مميزات برنامج الماثلات

- **واجهة سهلة الاستخدام تتميز ما تلاب بواجهة مستخدم بسيطة وسهلة الاستخدام، مما يوفر ارح وسلاسة في عملية. البرمجة والتحليل**
- **مجموعة واسعة من الأدوات تحتوي ما تلاب على مجموعة شاملة من الوظائف والأدوات التي تسهل عملية التحليل والمحاكاة وتوفر القدرة على إي اجرء التجارب. المتعددة**
- **تعددية الاستخدامات يمكن استخدام ما تلاب في مجالات متنوعة مثل الهندسة والعلوم الطبيعية وتكنولوجيا المعلومات والاقتصاد. والتمويل وغيرها، مما يجعلها أداة متعددة الاستخدامات**

3.4 مكونات برنامج الماثلات

- **لغة برمجة وتحتوي لغة MATLAB على بنية برمجية قوية تتيح للمستخدم إنشاء برامج مخصصة واج اجرء التحليلات الحسابية**
- **واجهة المستخدم الرسومية(GUI) تتيح للمستخدم التفاعل معMATLAB باستخدام واجهة سهلة الاستخدام.**
- **الشف ارت المنفذة بإمكان المستخدم تنفيذ وتجربة الشف ارت البرمجية المكتوبة فيMalta**


MOHAMEDnew * - Simulink
File Edit View Display Diagram Simulation Analysis Code Tools Help
Normal
MOHAMEDnew
Scope2
Scope1
Discrete
powergui
Step1
Step2
Three-Phase Source
Three-Phase V-I Measurement
Three-Phase Breaker
Three-Phase Transformer (Two Windings)
Three-Phase Breaker1
Three-Phase Parallel RLC Load2
Three-Phase Parallel RLC Load3
Ready
View 2 warnings 100%
auto(VariableStepDiscrete)
Type here to search
ENG

❖ **Block parameters: Three-phase**

soured Phase -to-phase voltage

(Vims):35e3

Phase angle of phase A(digress):0 Frequency

(Hz):60

Source resistance (Ohms): 0.8929

❖ **Block parameters: Three-phase parallel Rock Load3**

Nominal Phase to Phases voltage Nv (Vims): 35e3

Nominal Frequency fan (Hz):60

Active power P(w):10e3

Inductive reactive Power QL (positive var):100

Capacitive reactive power Qc (negative var):0

❖ **Block Parameters: Three-Phase Transformer (Two Windings)**

Winding 1 connection (ABC terminals): Y

Winding 2 connection (ABC terminals): Y

❖ **Block Parameters: Three-Phase Parallel RLC Load2**

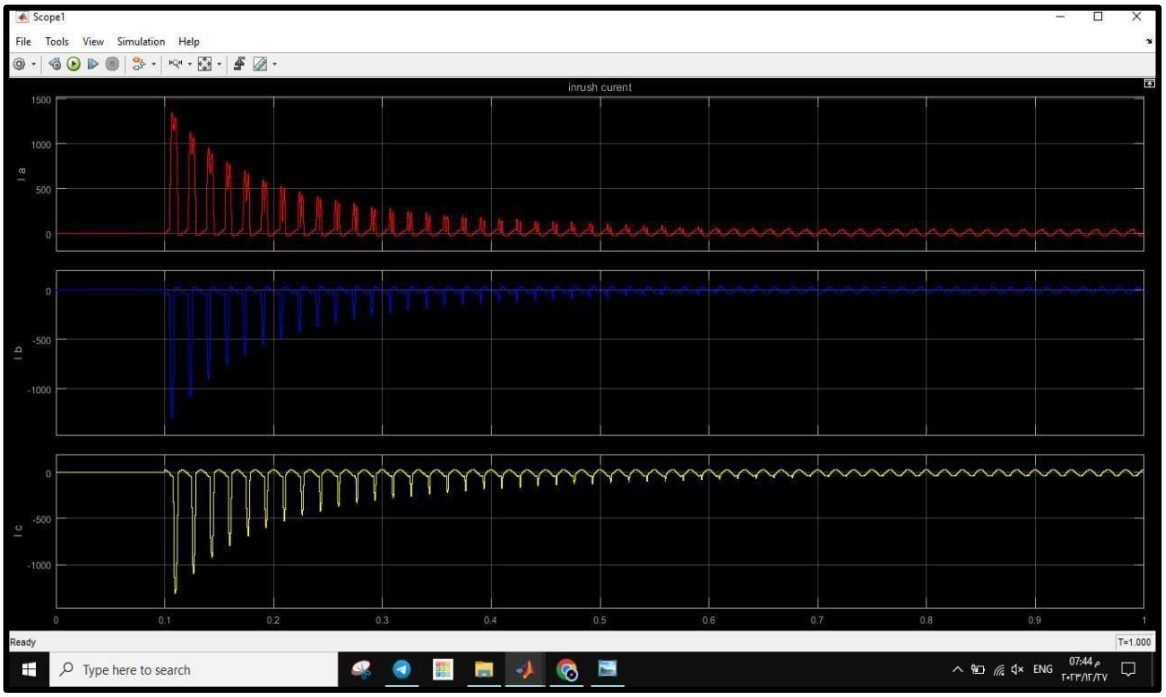
Nominal phase-to-phase voltage Nv (Vims): 35e3

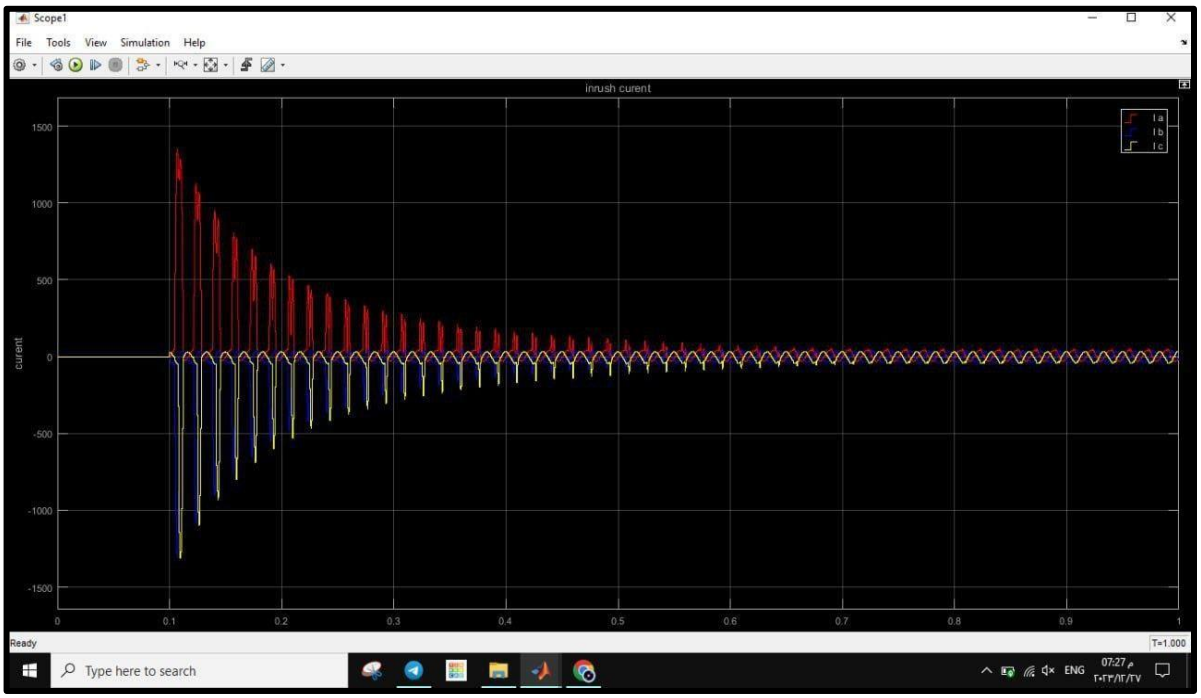
Nominal frequency fan (Hz) :60

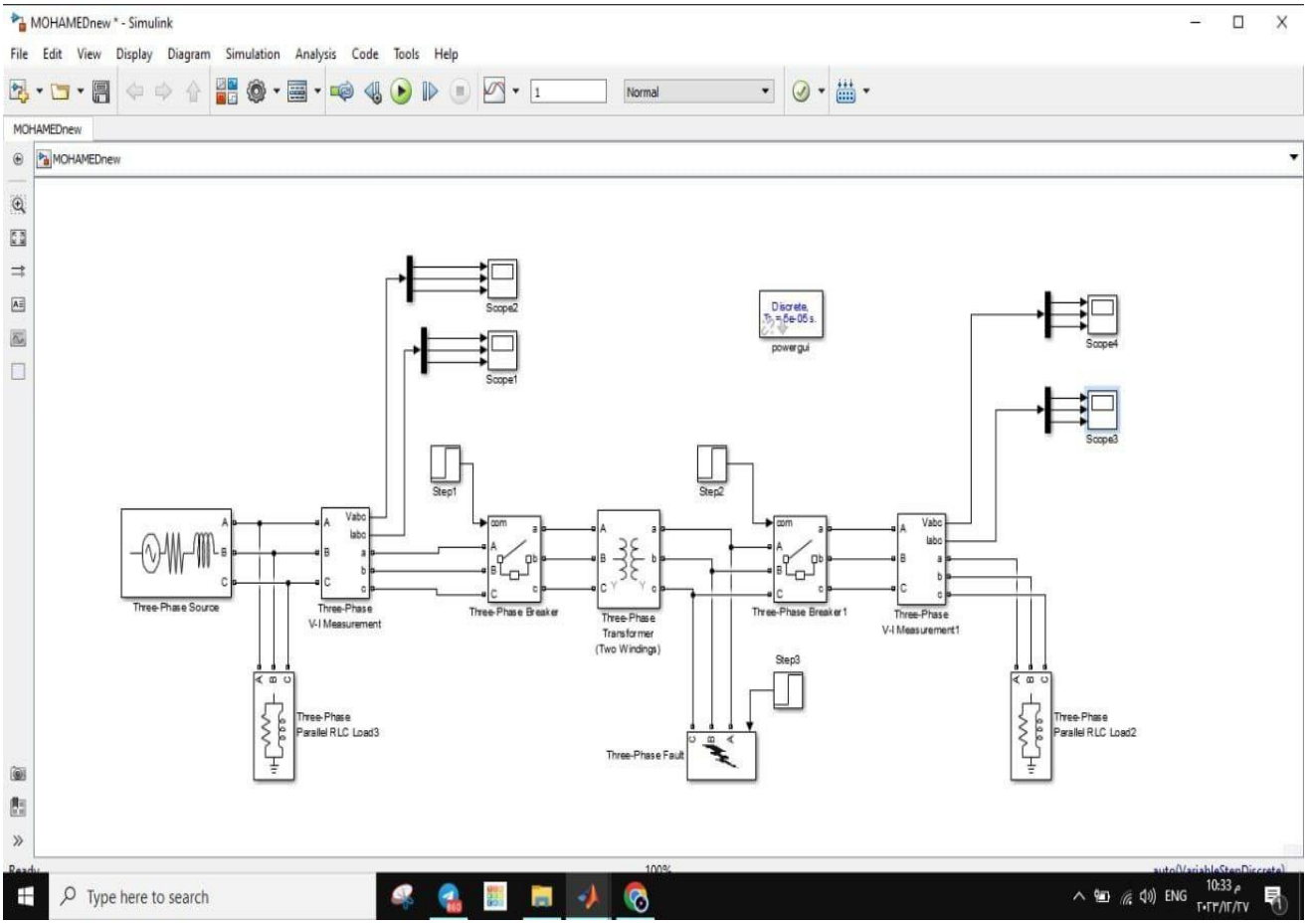
Active power P (W): 10e3

Inductive reactive Power QL (positive var): 100

Capacitive reactive power Qc (negative var): 0


Scope1
File Tools View Simulation Help
inrush curent
I a
I b
I c
Ready
T=1.000
Type here to search
ENG


Scope1
File Tools View Simulation Help
inrush curent
curent
I a
I b
I c
Ready
T=1.000
Type here to search
ENG


MOHAMEDnew * - Simulink
File Edit View Display Diagram Simulation Analysis Code Tools Help
MOHAMEDnew
Scope2
Scope1
Discrete,
Ts = 5e-05 s.
powergui
Scope4
Scope3
Step1
Step2
Three-Phase Source
Three-Phase
V-I Measurement
Three-Phase Breaker
Three-Phase
Transformer
(Two Windings)
Three-Phase Breaker1
Three-Phase
V-I Measurement1
Step3
Three-Phase
Parallel RLC Load3
Three-Phase Fault
Three-Phase
Parallel RLC Load2
Ready
100%
Type here to search
ENG
10:33 م

❖ **Block Parameters: Three-Phase Transformer (Two Windings)**

Winding 1 connection (ABC terminals): Y

Winding 2 connection (ABC terminals): Y

❖ **Block Parameters: Three-Phase Source Three-Phase Source (mask) (link)**

Phase-to-phase voltage (Vims):35e3

Phase angle of phase A (degrees): 0

Frequency (Hz): 60

Source resistance (Ohms): 0.8929

Source inductance (H): 16.58e-3

Base voltage (Vims ph-ph): 35e3

❖ **Block Parameters: Three-Phase Parallel RLC Load2**

Nominal phase-to-phase voltage Vn (Vrms): 35e3

Nominal frequency fn (Hz): 60

Active power P (W): 10e3

Inductive reactive Power QL (positive var): 100

Capacitive reactive power Qc (negative var): 0

❖ **Block Parameters: Three-Phase Fault**

Initial status: 0

Fault resistance Ron (Ohm):0.001

Ground resistance Rg (Ohm): 0.01

Snubber resistance Rs (Ohm): 1e6

Snubber capacitance Cs (F): inf

Scope3
File Tools View Simulation Help
fault curent
Ia
Ib
Ic
curent
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
0.3
0.35
0.4
Ready
T=1.000
Type here to search
ENG
10:32

4. 4 الاستنتاجات

ان تيار الاندفاع يمكن أن يكون أعلى بكثير من التيار العادي الذي يمر في المحول. وهذا يعني أنه يجب اتخاذ تدابير واحتياطات للتعامل مع تيار الاندفاع وتجنب أي تأثير سلبي على المحول والنظام الكهربائي و وجدنا أن العوامل المؤثرة في تيار الاندفاع تشمل خصائص المحول نفسه، مثل التعامل مع القدرة الكهربائية العالية والتغي ارت في التيار والجهد. كما تأثر تيار الاندفاع بظروف الحمل وجهد النظام. استنتجنا أنه يمكن اتخاذ إجراءات للتخفيف من تأثيرات تيار الاندفاع، مثل استخدام مقاومات الاندفاع والملفات المتعددة والتحكم في وقت الاندفاع. ويمكن أيضًا تحسين كفاءة النظام الكهربائي من خلال تصميم المحولات بشكل مناسب واختيار الحماية المناسبة ويمكن استخدام برنامج Matlab لنمذجة ومحاكاة تيار الاندفاع في المحولات. وتمكنا من تحليل سلوك تيار الاندفاع وقياس قيمه ومدته وتأثيره على المحول والنظام الكهربائي.

المصادر

1. Stephen L. Herman, Electrical transformers and rotating machines, 3rd Edition, © 2012, 2006 Delmar, Cengage Learning.
2. 2ABB-Transformer Handbook, © 2004 ABB Ltd.
3. James H. Harlow, Electric power transformer engineering, © 2004 by CRC Press LLC. 4- John J. Winders, Jr., Power Transformers Principles and Applications, © 2002 by Marcel Dekker, Inc.
4. Martin J. Heathcote, The J & P Transformer Book, 12th edition, © 1998, Reed Educational and Professional Publishing Ltd
5. S.V.Kulkarni, S.A.Khaparde, Transformer Engineering Design and Practice, © 2004 by Marcel Dekker, Inc.

Abstract

The research aims to better understand the phenomenon of impulse current and its impact on transformers and the power system in general, and Matlab software was used to implement mathematical modeling and numerical simulation of impulse current and analysis of the results. The factors affecting the impulse current were studied and recommendations were made to improve the design of transformers and protection applications to reduce the effect of impulse current. This research is an important contribution to the understanding of Improve the performance of .transformers and the power system in general