تحليل انتقال الحرارة من نظام الكابلات المسطح باستخدام تقنية العناصر المحدودة

مقدمة من

ياسر ممدوح السيد

للحصول على
درجة الماجستير في العلوم الهندسية
(هندسة القوى و الالآت الكهربية)

و قد تمت مناقشة الرسالة و الموافقة عليها

اللجنة

محمود مجدي محمد بهجت عتيبة/أ.د

.....

(أستاذ متفرغ بقسم الهندسة الكهربية – كلية الهندسة – جامعة الفيوم)

عصام الدين محمد أبو الدهب/أ.د

.....

(أستاذ متفرغ بقسم هندسة القوى و الالآت الكهربية – كلية الهندسة – جامعة القاهرة)

عمرو محمد رفعت/أ.م.د

.....

(أستاذ مساعد بقسم الهندسة الكهربية – كلية الهندسة – جامعة الفيوم)

/ 2015 ٤ /تاريخ الموافقة ٢٨

ملـــــــخص

تحليل انتقال الحرارة من نظام الكابلات المسطح باستخدام تقنية العناصر المحدودة

تعتبر خطوط نقل الطاقة الكهربية المعزولة بالغاز (GIL) أحد أنظمة الكابلات المسطحة كما أنها أحد البدائل لخطوط الجهد العالي في بعض البيئات الخاصة نظرا لمزاياها المتعددة مثل قدرتها العالية في نقل الكهرباء و انخفاض الفقد الكهربي بها و أيضا لانعدام ظاهرة التشوش الكهرومغناطيسي. و هذا البحث يتناول دراسة السلوك الحراري لهذا النوع من خطوط النقل و الذي يستخدم الغازات مثل سادس فلوريد الكبريت و غيره في التبريد و العزل، لما لهذا السلوك من أهمية على حسابات التصميم لهذه الكابلات و أيضا على أداء الكابل و عمره الافتراضي.

كما يقدم البحث دراسة كاملة لأشكال الحرارة بين المكونات الرئيسية للكابل و المعرضة لأحمال كهربية مختلفة مع تغيير الظروف البيئية المحيطة (مثل درجات حرارة الجو و سرعة الرياح) و تغيير خصائص الكابل و دراسة تأثيرها على اداء الكابل (مثل تغيير ضغط الغاز و نوعه، تأثير الأحمال الزائدة، و أيضا حساب انتقال الحرارة بالحمل فقط و كذلك حسابها بالحمل و الاشعاع و المقارنة بينهما)

و الهدف من هذا البحث هو اقتراح نموذج رياضي قادر على التنبؤ بدرجات حرارة مكونات الكابل من (القلب، الغاز، و سطح الكابل) عند أي نقطة داخل و خارج الكابل عن طريق دمج اثنين من التقنيات للتخلص من استخدام أجهزة الاستشعار داخل الكابل. و قد تم بناء هذا النموذج على أساس صياغة معادلة الانتشار الحراري ثنائية البعد في صورة تفاضلية تحت تأثير الحدود المحيطة المختلفة.

و قد تم حل هذا النموذج باستخدام طريقة العناصر المحددة المتناهية الصغر، و في خلال الحل تم تنفيذ دراسة عددية على أساس معادلة قانون حفظ الطاقة للحصول على درجة الحرارة السائبة للغاز المستخدم داخل الكابلات. وقد تم اختبار النموذج الرياضي عن طريق مقارنة نتائج حسابات درجات حرارة مكونات الكابل مع ما تم نشره في دوريات عالمية من نتائج معملية بواسطة باحثين آخرين. و لقد أظهرت هذه المقارنات تطابقا جيدا مما يثبت جدوى هذا النموذج الرياضي.

و تعرض الرسالة الطريقة الرياضية المتبعة لدراسة السلوك الحراري لخطوط النقل المعزولة بالغاز باستخدام تقنية العناصر المحددة بجانب الدراسة العددية. و لقد وضعت نتائج الدراسة في

صورة رسومات بيانية لسهولة عرضها و استقرائها. و يأتي ترتيب محتويات الرسالة على النحو التالي:

الباب الأول: يشتمل على مقدمة للتعريف بأهداف و محتويات الرسالة و سبب اختيار هذا النوع من الكابلات المسطحة و مميزات طريقة العناصرالمحددة عن غيرها من الطرق الرياضية الأخرى.

الباب الثاني: يستعرض هذا الباب الاختلافات بين الكابلات المستخدمة في نقل الطاقة الكهربية و خطوط النقل المعزولة بالغاز، كما يحتوي هذا الباب على التعريف بمستويات نقل الطاقة الكهربية و مراحل تطور شبكات نقل الطاقة و الأجيال المختلفة من خطوط النقل المعزولة بالغاز.

الباب الثالث: يتضمن استعراض أعمال الباحثين السابقين و عرض لأهم النقاط و النتائج التي أجريت في مجال دراسة السلوك الحراري لكابلات نقل الطاقة الكهربية.

الباب الرابع: يشتمل على عرض النموذج الرياضي المقترح و صياغة معادلة الانتشار الحراري ثنائية البعد و طريقة الحل باستخدام طريقة العناصر المحددة و الطريقة الرياضية لإيجاد درجة الحرارة السائبة للغازات المستخدمة داخل الكابلات.

الباب الخامس: يناقش هذا الباب نتائج حسابات درجات حرارة مكونات الكابل الرئيسية عند الحالة المستقرة و ذلك باستخدام غاز سادس فلوريد الكبريت فقط في عملية التبريد و العزل داخل الكابل و دراسة تأثيرها على أداء الكابل، و توزيع درجات الحرارة عند أي نقطة داخل و خارج الكابل تحت ظروف تشغيل مختلفة و ظروف بيئية متعددة. و تم عرض النتائج و المقارنة بينها و كذلك عرض التفسير العلمي لهذه النتائج.

الباب السادس: في هذا الباب تم استبدال غاز سادس فلوريد الكبريت داخل الكابل بمجموعة من الغازات الأخرى و مقارنة النتائج النظرية بقياسات حقيقية و ذلك لاختبار دقة الطريقة الرياضية المقترحة و محاولة الحصول على غاز بديل لغاز سادس فلوريد الكبريت حيث أظهرت الدراسات أنه غير صديق للبيئة، و لقد أظهرت هذه المقارنات اتفاقا مقبولا مما يؤكد صحة صلاحية الطريقة الرياضية المقترحة.

الباب السابع: يشتمل على النتائج التى تم التوصل إليها من خلال الدراسة المقدمة و على مميزات الطريقة المقترحة و في نهاية الباب تم إعطاء تصور مناسب للدراسات المقبلة التي يمكن اجراؤها في هذا المجال. كما يوجد في نهاية البحث ملحق خاص بالمراجع التي تم الاستعانة بها.