جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الطاقة الكهربائية

# تأثير الأعطال الأرضية لنظام نقل الاستطاعة الكهربائية على أداء حاكمة الحماية من العطل الأرضي لثابت المولد
# Impact of Electrical Power Transmission System Earth Faults on Generator Stator Earth Fault Protection

إعداد المهندس شاهر أحمد غياض
الدكتور المشرف مصطفى الحزوري

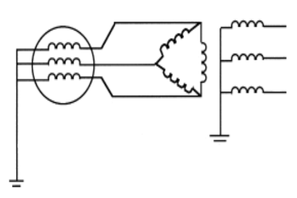
## الملخص

قمنا في هذا البحث بالاعتماد على عدد من الدراسات المرجعية والنظرية المتعلقة بحمايات العطل الأرضي لثابت المولد باقتراح طرق لمعالجة مشكلة الاستجابة الخاطئة لحاكمة الحماية من العطل الأرضي لثابت المولد وتمكينها من التمييز بين العطل الأرضي الحقيقي على ثابت المولد وحالة العمل الطبيعي للمولد، وتجنب تأثير توترات الانزياح الناجمة عن الأعطال الأرضية على نظام نقل الاستطاعة الكهربائية على أداء هذه الحماية، حيث أجريت الدراسة على مولد العنفة البخارية في محطة توليد كهرباء دير علي من خلال تصميم النموذج الرياضي لمخطط الحماية، كما تضمن البحث تصميم نموذج المحاكاة لحمايات نظام مولد مؤرض بممانعة عالية مرتبط مع الشبكة العامة بواسطة محول الرفع باستخدام بيئة المحاكاة MATLAB/Simulink. قمنا باستخدام النموذج بمحاكاة للأعطال الأرضية أحادية الطور داخل ملفات الثابت وفي نظام نقل الاستطاعة الكهربائية ودراسة أثر العطل الأرضي على أداء وظيفتي الحماية من العطل الأرضي بزيادة التيار وبزيادة التوتر في حيادي المولد، وأثبت النموذج استجابة وظيفة الحماية من العطل الأرضي للمولد بزيادة التوتر للعطل الأرضي في طرف التوتر العالي لمحول الرفع. شمل البحث أيضاً عرض لطرق التأريض والحماية للمولدات ودراسة الأعطال الأرضية.
حُقق تنسيق عمل الحماية بالاستفادة من حالة عطل أرضي حقيقي حصل على المولد المذكور.

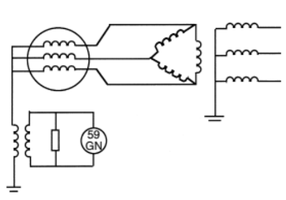
## القسم النظري

تضمن هذا القسم التعرض لبعض الدراسات النظرية المتعلقة بطرق تأريض الحيادي للمولد ودراسة الأعطال الأرضية داخل وخارج ملفات الثابت للمولد وطرق الحماية من العطل الأرضي لثابت المولد حيث تم التركيز على المولد ذو الحيادي المؤرض بممانعة عالية المرتبط مع الشبكة العامة بواسطة محول الرفع.

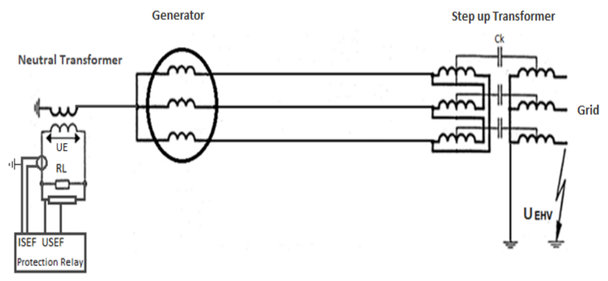
**حيادي مؤرض تأريضاً مباشراً**



**حيادي مؤرض بممانعة عالية**



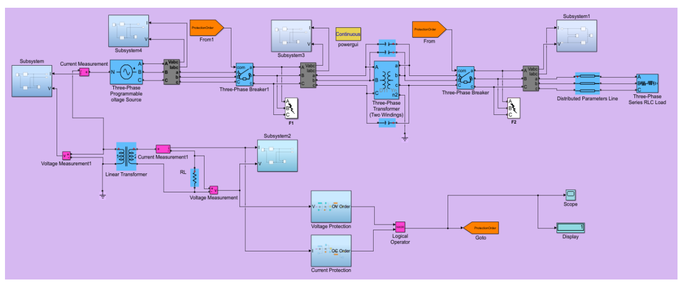

### مخطط دارة الحماية من العطل الأرضي للمولد



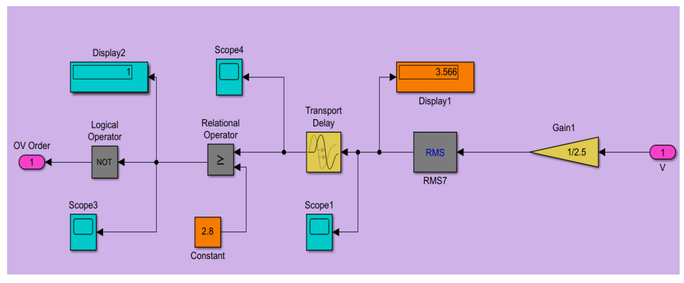

## النمذجة والمحاكاة

شمل البحث تصميم نموذج المحاكاة لحمايات العطل الأرضي لثابت مولد العنفة البخارية في محطة توليد دير علي وذلك بعد وضع النموذج الرياضي لدارة الحماية، وأثبت النموذج استجابة وظيفة الحماية من العطل الأرضي للمولد بزيادة التوتر للعطل الأرضي أحادي الطور في طرف التوتر العالي لمحول الرفع.

### دارة لحماية من العطل الأرضي لثابت المولد




### الحماية من العطل الأرضي بزيادة التوتر




## القسم العملي

تضمن هذا القسم عرض تحليل حالة عطل أرضي حقيقي على مولد العنفة البخارية المرتبط مع الشبكة العامة حيث أُستفيد منه في تحقيق تنسيق عمل الحماية و أُقترحَ إجراء تنسيق للحماية بتعيير مرحلتي الفصل للحاكمة 100%SEF على أزمنة فصل مختلفة.

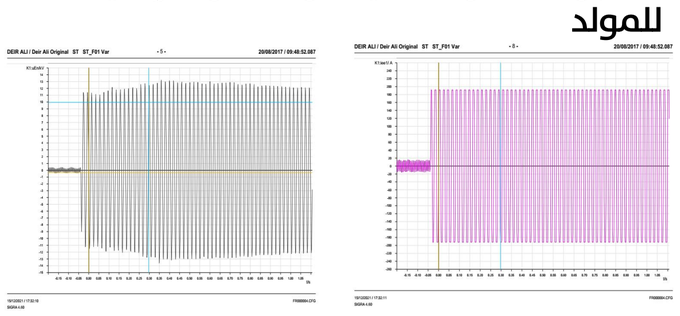
### تنسيق عمل الحماية من العطل الأرضي لثابت المولد

| Address | Parameter/Comment | Setting |
|---|---|---|
| 5301 | Switch OFF/ON of stator earth fault 100% protection | ON |
| 5302 | Pick-up value of the warning stage of stator earth fault protection Rsef< | 51 Ω (prim. Value ≈ 10 kΩ) |
| 5303 | Pick-up value of the tripping stage of stator earth fault protection Rsef<< | 20 Ω (prim. Value ≈ 4 kΩ) |
| 5304 | Time delay of the warning stage (T – Rsef<) | 10.0 s |
| 5305 | Time delay of the tripping stage (T – Rsef<<) | 0.30 s |
| 5306 | Pick-up value of current tripping stage | 0,60 A |
| 5307 | Pick-up threshold of 20 Hz undervoltage blocking | 0.3 V |
| 5308 | Pick-up threshold of 20 Hz undercurrent blocking | 5 mA |
| 5309 | Angle error compens of earthing c.t. and interm. c.t. | 0 ° |
| 5310A | Resistance Rps | 0.0 Ω |
| 5311A | Parallel load resistance | ∞ Ω |

Action: 86/GA

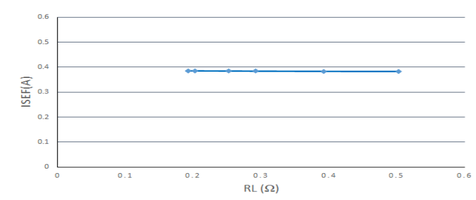
0.25 S Rsef << (main tripping stage)
0.3 S I sef > ( backup tripping stage)

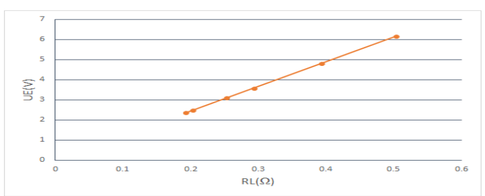
### مسجل الأعطال للحماية من العطل الأرضي للمولد




## النتائج والمناقشة

تتسبب الأعطال الأرضية في نظام نقل الاستطاعة بنشوء توتر انزياح وتيار أرضي في طرف الحيادي للمولد عبر سعات الربط بين طرفي محولة الرفع.
يمكن أن تستجيب حاكمة لحماية من العطل الأرضي لثابت المولد بشكل خاطئ للعطل الأرضي خارج ملفات الثابت من خلال استجابة وظيفة الحماية بزيادة التوتر.
أثبتت الطرق المقترحة في معالجة أداء الحاكمة إمكانية دراسة وتحليل أداء واستجابة الحاكمة للعطل الأرضي ضمن وخارج منطقة عمل الحماية من خلال وضع النموذج الرياضي والنمذجة باستخدام بيئة MATLAB/Simulink. تمَّ دراسة علاقة تيار العطل وتوتره في حيادي المولد بالعوامل المؤثرة في أداء الحاكمة، مثل توتر الانزياح في نظام نقل الاستطاعة، وقيمة مقاومة التأريض في ثانوي محولة التأريض للمولد.




## المراجع

[1] Protective Relaying Principles and Applications – Third Edition-2006 by Taylor & Francis Group,LLC.(2016).
[2] The Art of Science of Protective Relaying" by C.Russell Mason, Wiley (1956), pp. 209-210.
[3] Understanding Generator Stator Ground Faults and Their Protection Schemes - Nathan Klingerman, (2016).
[4] Applying 100% stator ground fault protection by low frequency injection for generators - Steve Turner, (2014).
[5] 15 Years of Experience With 100% Generator Stator Ground Fault Protection – What Works, What Doesn't and Why? Chuck Mozina, (2009).
[6] Protective Relaying for Power Generation Systems - Donald Reimert, (2006).
And many others……