جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الطاقة الكهربائية

تطوير نموذج رياضي مرن لإعادة هيكلة نظام القدرة الكهربائية لضمان التشغيل الآمن

Development Of Flexible Mathematical Model For Reconfiguration Of The Electric Power System To Ensure The Safe Operating

إعداد المهندس: أحمد خالد المبروك
المشرف الدكتور مصطفى حزوري المشرف المشارك الدكتور مسعود الاتاسي

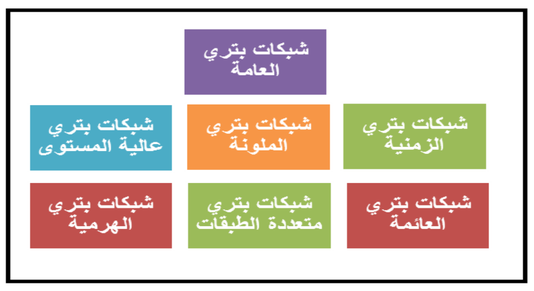
الملخص

تمثل شبكات بتري نموذج تخطيطي بياني قوي يتم استخدامه لإنجاز نموذج رياضي مرن لإعادة تشكيل الشبكة الكهربائية من أجل زيادة الموثوقية في العمل وتشغيل آمن للنظام.
تضمن هذا البحث تصميم نموذج رياضي مرن لإعادة تشكيل الشبكات الكهربائية في حال حدوث حالات الطوارئ وعدم التوازن بين التوليد والاستهلاك لتجنب تفاقم حدوث الأعطال وإعادة النظام إلى حالة التشغيل الطبيعي وذلك من خلال إنشاء خوارزمية للعمل تقوم على بناء آلية استدلال لقرارات عمليات تبديل القواطع تعتمد على دمج مفهوم شبكات بتري الملونة القائمة على المعرفة (KBCPN) مع قواعد الخبرة لعمليات التشغيل للشبكة الكهربائية المدروسة. بالإضافة لتصميم شبكة بتري عائمة تمثل متحكم عائم لإدارة نظام التغذية للشبكات الكهربائية التي تعمل على تغذية أحمال متنوعة من عدة منابع وذلك من خلال التحكم بطوبوغرافيتها لتأمين استمرارية التغذية للأحمال
تم تطبيق الخوارزمية على شبكة اختبار مرجعية Busbar IEEE-16 وشبكة واقعية هي شبكة التوزيع الكهربائية 6.6kV في محطة توليد دير علي، حيث تم إجراء الدراسة بعدة حالات عمل مختلفة (حالة عمل طبيعية – زيادة في التحميل – حدوث أعطال)، أظهرت النتائج فعالية كبيرة للخوارزمية المقترحة من خلال تقليل ضياعات الاستطاعة وتحسين هبوط التوتر للعقد والوصول إلى تشكيلة قريبة للتشكيلة المثالية للشبكة المدروسة.

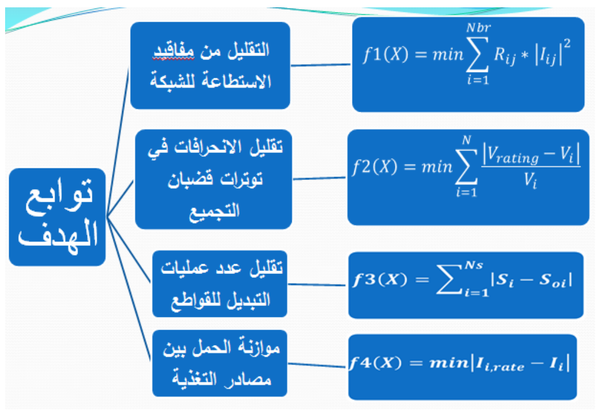
القسم النظري

تضمن هذا القسم التعرض لبعض الدراسات النظرية المتعلقة بدراسة النماذج الرياضية لدراسة جريان الحمولة الأمثل، بالإضافة إلى صياغة رياضية لمشكلة إعادة تشكيل الشبكة الكهربائية، وتحقيق قضايا مهمة، وتوابع الهدف مع الأخذ بالحسبان القيود التشغيلية للشبكات . كما تم تحقيق دراسة وتعريف لشبكات بتري الملونة وطريقة تمثيلها وخصائصها وأهم تطبيقاتها بشكل عام، حيث تم التركيز على شبكات بتري الملونة والقائمة على المعرفة بالإضافة لشبكات بتري العائمة.

تصنيف شبكات بتري



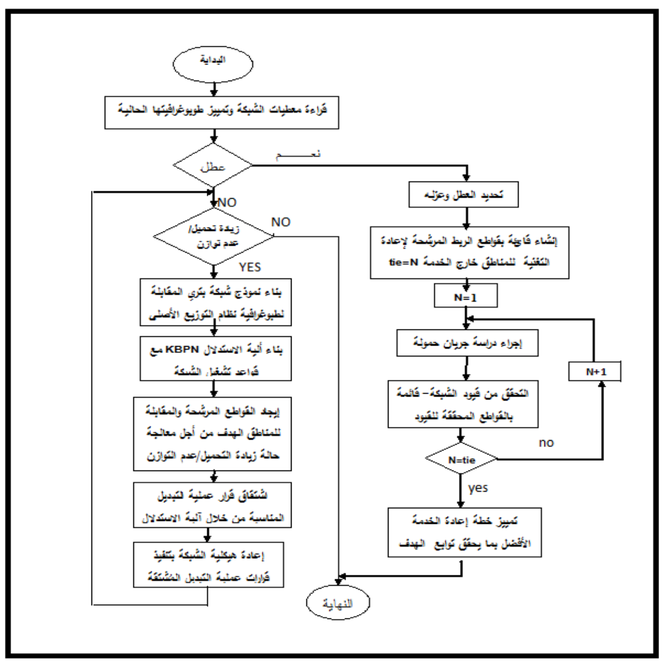
توابع الهدف لعملية إعادة تشكيل الشبكات الكهربائية



النمذجة والمحاكاة

شمل البحث إنشاء خوارزمية لإعادة تشكيل الشبكات الكهربائية تقوم على بناء آلية استدلال لقرارات عمليات تبديل القواطع تعتمد على دمج مفهوم شبكات بتري الملونة القائمة على المعرفة (KBCPN)مع قواعد الخبرة لعمليات التشغيل للشبكة الكهربائية المدروسة. بالإضافة لتصميم شبكة بتري عائمة تمثل متحكم عائم لإدارة نظام التغذية للشبكات الكهربائية التي تعمل على تغذية أحمال متنوعة من عدة منابع وذلك من خلال التحكم بطوبوغرافيتها لتأمين استمرارية التغذية للأحمال.

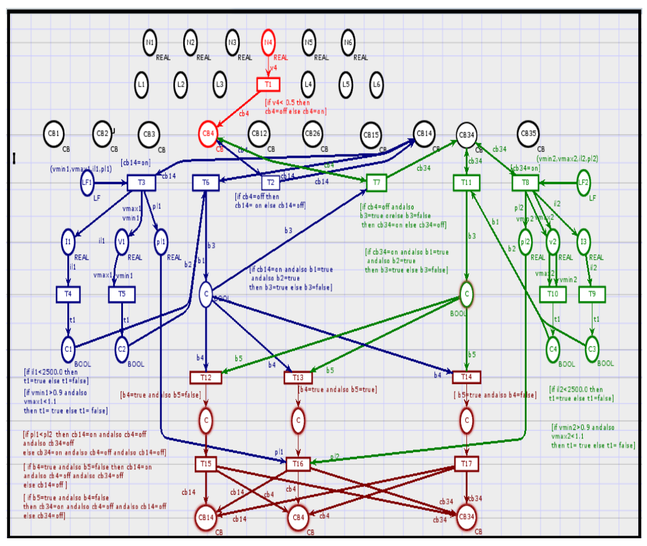
خوارزمية النموذج الرياضي المرن المقترح لإعادة تشكيل الشبكات الكهربائية



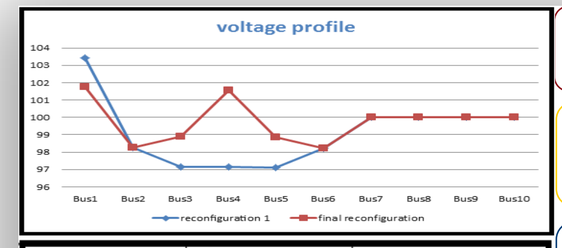
الدراسة التطبيقية

تتوج البحث بتطبيق الخوارزمية المقترحة ونموذج شبكة بتري العائمة المصمم على شبكة اختبار مرجعية وشبكة واقعية من المنظومة الكهربائية السورية. حيث تم إيجاد النموذج الرياضي المرن الذي يحقق إعادة التشكيل السريع للشبكات المدروسة في جميع الظروف التشغيلية، وكذلك توفير التغذية للمناطق الخارجة عن الخدمة نتيجة العطل من خلال إعادة تشكيل الشبكة الكهربائية والاستفادة من مصادر التغذية الاخرى المتاحة ضمن شروط العمل الطبيعي لكل مصدر تغذية. وهذا بدوره يحقق التشغيل الآمن للشبكة ككل.
تم بناء وإجراء تحليل ومحاكاة لنماذج شبكات بتري في جميع حالات الدراسة المقترحة بواسطة الأداة البرمجية CPN Tool.

جزء من النموذج التفصيلي لشبكة بتري الملونة لمحاكاة شبكة التوزيع الكهربائية 6.6kV في محطة توليد دير علي



النتائج والمناقشة



	قبل إعادة التشكيل للشبكة	بعد إعادة التشكيل للشبكة
قواطع الربط	5,11,16	9,7,16
ضياعات الاستطاعة الفعلية (KW)	419	382
أقل قيمة لتوتر العقد (%)	97.44	97.67

يشكل النموذج الرياضي المرن أداة فعالة لمشغلي نظم القدرة الكهربائية لحل المشاكل الناشئة عن حالات الطوارئ في النظم الكهربائية.

يسمح النموذج الموضوع بإجراء عملية محاكاة تفاعلية، إذ نستطيع رؤية المتغيرات التي تطرأ على النظام بعد حصول كل حدث من خلال واجهة رسومية واضحة.

تبين نتائج الدراسة إمكانية الوصول إلى هيكلية الشبكة القريبة من الحالة المثلى، لإعادة تغذية المنطقة الخارجة عن الخدمة، مع تحقيق أقل هبوط ممكن لتوترات العقد، وضياعات استطاعة أقل في الشبكة.

إن استخدام شبكات بتري العائمة التي تتعامل مع الأنظمة المعقدة والسلوك غير الخطي(غير المؤكد) للنظم، تعطي مرونة أكثر للنماذج المصممة، وتحقق نتائج أكثر دقة، وخاصة عند حدوث الاضطرابات. وهذا الأمر يحقق توسعاً وفعالية أكثر لنماذج شبكات بتري الملونة القائمة على المعرفة

المراجع

[1] Chidanan dappa, Dr.T.Ananthapadmanabha, Anana Ranjith,"Genetic Algorithm based Network Reconfiguration in Distribution Systems with Multiple DGs for Time Varying", India,2015
[2] Inji Atteya , Hamdy Ashou , Nagi Fahmi," Radial distribution network reconfiguration for power losses reduction using a modified particle swarm optimization",International Conference & Exhibition on Electricity Distribution,2017
[3] M.Souza, E.Lima,J.Cerqueira," Electric Power System Operation: A Petri Net Approach for Modeling", International Conference on Informatics in Control,Automation and Robotics, Volume 1, pages 477-483,2016.
[4] Antonio G.Exposito , Electric Systems Analysis and Operation . CRC Press, 2009.
[5] E.Akbari , R. Noorian Talooki , H. Motameni , " Mapping Sequence diagram in Fuzzy UML to Fuzzy Petri Net",Iranian Journal of Optimizition,Volume 5, issue 2, 2013.