استخدام ديناميكيات المنظومة فى تكامل مع منهجية تحليل المخاطر لتحليل مخاطر العمليات فى منظومات الإنتاج

مقدمة من

أحمد عبد الواحد خميس
بكالريوس الهندسة الصناعية

للحصول على درجة

الماجستير فى العلوم الهندسية

في الهندسة الصناعية

تخصص هندسة التصنيع

لجنة الإشراف العلمي:

أ.د/ أحمد شعبان شعبان خليفة
أستاذ مساعد بقسم الهندسة الميكانيكية –كلية الهندسة
جامعة الفيوم

أ.د/ إسلام هلالي عبد العزيز
أستاذ الهندسة الصناعية بقسم الهندسة الميكانيكية
كلية الهندسة – جامعة الفيوم

كلية الهندسة

جامعة الفيوم

2022

ملخص الرسالة

سلامة النظام هي عنصر أساسي لاستمرارية واستدامة أداء الأنظمة. تضمن سلامة النظام خلو العمليات من المخاطر التي تؤدي إلى تعطل الأدوات والمعدات ، فضلاً عن تهديد البيئة المحيطة بالإضافة إلى تهديد سلامة وصحة العمال. سلامة النظام هي منهجية تستخدم لتحليل الفشل المحتمل في الأنظمة الإدارية والتقنية ، والتي تتحكم في المخاطر المحتملة وتمنع الحوادث. يعتمد تطبيق منهجيات سلامة العمليات على استخدام الأساليب التقليدية لتحليل المخاطر ، والتي تشمل تحليل ماذا لو (WHAT IF) ، ودراسة المخاطر وقابلية التشغيل (HAZOP) ، وأنماط الفشل وتحليل التأثير (FMEA) ، وتحليل شجرة الأخطاء (FTA)، و تحليل ربطة العنق (BTA) تعتمد هذه الأساليب التقليدية على تحديد وتحليل والسيطرة على المخاطر المرتبطة بالعملية. ظهر الاستخدام الواسع لهذه الأساليب التقليدية في تطبيقات مختلفة مثل الصناعة والصحة والنفط والغاز. ومع ذلك ، فقد ظهرت العديد من أوجه القصور نتيجة عدم قدرة هذه المنهجيات على تحليل المخاطر في النظم المعقدة وكذلك عدم قدرتها على دراسة المخاطر الناشئة عن التفاعلات بين مكونات النظم. أيضًا ، تفتقر طرق تحليل المخاطر التقليدية إلى القدرة على إجراء تحليل كمي لمساعدة صانعي القرار وممارسي السلامة على اتخاذ قرارات مستنيرة. في الآونة الأخيرة ، هناك استخدام محدود للطرق الحديثة في تحليل المخاطر مثل تحليل العملية النظرية للنظام (STPA) ، وديناميكيات النظام (SD)للتغلب على أوجه القصور في الطرق التقليدية. أيضًا ، لا يوجد إطار عمل واضح يشرح كيفية تطبيق هذه المنهجيات الحديثة في تحليل المخاطر. أظهر تطبيق هذه الأساليب الحديثة تحسنًا كبيرًا في اكتشاف المخاطر في الأنظمة المعقدة ، والتي تنتج عن التفاعلات بين مكونات الأنظمة وتفاعلاتها ، والتي قد تخلق أخطارًا جديدة أكثر خطورة ولا يمكن اكتشافها باستخدام الطرق التقليدية.

قدمت هذه الدراسة منهجية جديدة لتحليل المخاطر تستند إلى تكامل طرق تحليل المخاطر التقليدية ومنهجيات تحليل المخاطر الحديثة باستخدام منهجية التحليل النظري للنظم (STPA) ومحاكاة ديناميكيات النظام (SD). تعتمد المنهجية المقترحة على استخدام طريقة تحليل المخاطر التقليدية (Bowtie). بالإضافة إلى استخدام طريقة التحليل النظري للنظام (STPA) لاكتشاف سيناريوهات المخاطر التي من الممكن ان تؤدي إلي فشل النظام. سيتم محاكاة سيناريوهات المخاطر المكتشفة باستخدام محاكاة ديناميكيات النظام (SD). تركز هذه الدراسة على تنفيذ منهجية تحليل المخاطر الحديثة التي تعزز استخدام طريقة التحليل النظري للنظامSTPA و محاكاة ديناميكيات النظام (SD) لتحليل المخاطر في الأنظمة المعقدة. تهدف

هذه الأطروحة أيضًا إلى دراسة فعالية استخدام تحليل المخاطر التقليدية في تحليل مخاطر النظام المعقدة. أظهر تنفيذ المنهجية المقترحة أنه من الممكن تحديد وتحليل ومحاكاة الحوادث التي قد تكون ناجمة عن الأخطار المتعلقة بالعمليات المعقدة ، واقتراح إجراء رقابي مناسب للتخفيف من هذه المخاطر لمنع وقوع الحوادث. أظهر تطبيق المنهجية المقترحة فعالية في دمج استخدام الأساليب التقليدية والأساليب المحسنة في تحليل المخاطر ، حيث يتم استخدام الطرق التقليدية في الفهم العام لمخاطر النظام دون معالجة المخاطر الناتجة عن التفاعلات بين مكونات النظام. بالإضافة إلى ذلك ، تم استخدام منهجية STPA لاكتشاف المخاطر الناتجة عن التفاعلات بين مكونات النظام ، والتي لا يمكن اكتشافها باستخدام الطرق التقليدية. بالإضافة إلى ذلك ، ساهمت محاكاة هذه المواقف الخطرة باستخدام ديناميكيات النظام (SD) في توضيح استجابة عناصر النظام أثناء حالات الطوارئ وتأثير التفاعلات المكتشفة باستخدام STPA على زيادة مخاطر العمليات. تساهم هذه الأطروحة في توفير إطار عمل لممارسي السلامة لتنفيذ طريقة تحليل المخاطر الديناميكية في تحليل مخاطر العملية في الأنظمة المعقدة. بالإضافة إلى ذلك ، تساهم هذه الأطروحة بشكل كبير في زيادة استخدام منهجية STPA وديناميكيات النظام (SD) في تحليل مخاطر الأنظمة المعقدة ، والتي ستوفر نهجًا قويًا للتحكم في مخاطر النظام مما يعزز من توفير أمان النظام.