Work shop

DIGITAL TWIN APPLICATIONS AS A FOUNDATION FOR PROACTIVE MAINTENANCE USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND SUPERIORITY IN FACILITY MANAGEMENT AND SUSTAINABLE ASSET OPERATION.

تطبيقات التوأمة الرقمية كأسس للصيانة الأستباقية بأستخدام التفوق و الاصطناعي في إدارة المرافق و التشغيل المستدام للأصول

Riyadh

12_14 JAN 2026

الأستاذ الدكتور / حسام البرمبلي

أستاذ العمارة والصيانة جامعة عين شمس

عضو مجلس الامناء للمجلس العربي للتشغيل

تعريف بالمحاضر

أ.د/ حسام البرمبلى

- إستاذ ورئيس قسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة - جامعة عين شمس (سابقاً).
- الفائز بجائزة الفارس العربي كواحد من أكثر الشخصيات العربية البارزة التي حققت نجاحات عالمية - من اتحاد المستثمرين العرب في مصر - (2020).
- حاصل على جائزة المهندس المعماري المتميز في مصر - من غرفة التجارة الكندية بالتنسيق مع سمارت فيجن مصر (2020).
- حائز على الجائزة البرونزية لأفضل مشروع معماري في العالم لعام (2019) عن مشروع (تطوير ساحة السيدة عائشة) من مؤسسة المجتمع (Livecom.Ability) في روما – إيطاليا.
- حاصل على الجائزة العربية للصيانة المتميزة - مهندس العام لسنة 2017 من المعهد العربي للتشغيل والصيانة في بيروت من رئيس الجمهورية (2017).
- عضو مجلس الأمناء بالمجلس العربي للتشغيل والصيانة (OMAINTEC).
- إستشاري المؤسسة الدولية للصيانة (IMA) بـ (لوجانو) سويسرا.
- محاضر لبرامج الصيانة بجامعات مصر وجامعات و وزارات الدول العربية.
- رئيس اللجنة النوعية لوضع أسس ومعايير الترميم والصيانة وأعادة التوظيف للمبانى التراثية.
- رئيس لجنة الكود المصري للتشغيل والصيانة للمباني العامة والتراثية بوزارة الإسكان.
- رئيس لجنة الكود العربي الموحد للتشغيل والصيانة للمباني العامة والتراثية بجامعة الدول العربية.
- مقرر لجنة إدارة الصيانة والمرافق بجمعية المهندسين المصرية.
- حصل على الجائزة الثانية لأفضل تصميم عن مسجد الورديان في الإسكندرية (1981).
- حاصل على الجائزة الرابعة لاعادة تخطيط حى المرسى أبو العباس بالاسكندرية (1982).
- إستشارى للعديد من شركات المقاولات المتخصصة في مجال الصيانة والتشغيل.

المحتويات

1- المقدمة

2- تعريف بالمحاضر (أ.د/ حسام البرمبلي)

3- مفهوم التوأمة الرقمية

4- تطبيقات التفوق الاصطناعي في الصيانة التنبؤية

5- أمثلة عملية: عرض أمثلة عملية من الصناعات المختلفة حول كيفية تطبيق التوأمة الرقمية والذكاء الاصطناعي في الصيانة التنبؤية

6- أسس النقييم لخطط الصيانة التنبؤية بأستخدام التفوق الأصطناعى

7- تحليل البيانات ومراقبة الجودة من على بعد

8- تحسين كفاءة التشغيل المستدام للاصول

المقدمة

التوأمة الرقمية كأسس للصيانة الأستباقية بأستخدام التفوق و الاصطناعي في إدارة المرافق و التشغيل المستدام للأصول

التوأمة الرقمية

التوأمة الرقمية (رقمية افتراضية Digital Twinهي نسخة من أصل مادي أو نظام أو عملية. تُستخدم التوأمة الرقمية لتمثيل وتحليل وتحسين أداء الأصل المادي أو النظام في العالم الحقيقي من خلال استخدام البيانات والنمذجة والمحاكاة.

مكونات التوأمة الرقمية

- النمذجة الرقمية: إنشاء نموذج رقمي يمثل الأصل المادي بدقة.

- تدفق البيانات: ربط النموذج الرقمي بالأصل المادي من خلال مستشعرات أو بيانات أخرى لضمان تحديث النموذج باستمرار.

- التحليل والمحاكاة: استخدام النموذج الرقمي لتحليل الأداء، محاكاة السيناريوهات المختلفة، وتحسين العمليات.

ولكن أيضًا في التفكير الإبداعي، اتخاذ القرار المستقل، التعلم الذاتي الفائق، وفهم السياقات الأخلاقية والاجتماعية بدرجة أعلى من الإنسان.بيقات التوأمة الرقمية

- الصيانة التنبؤية: يمكن استخدام التوأمة الرقمية للتنبؤ بالأعطال وتحسين جداول الصيانة.
- تحسين الأداء: يمكن تحسين أداء الأنظمة والمعدات من خلال تحليل الرقمي. البيانات والمحاكاة في النموذج

[التفوق الاصطناعي

يشير إلى مستوى متقدم من (Artificial Superiority) يفوق الذكاء التفوق الاصطناعي الاصطناعي ويتجاوز القدرات البشرية ليس فقط في سرعة المعالجة أو دقة

مفهوم التفوق الاصطناعي

- تجاوز القدرات البشرية: يشير التفوق الاصطناعي إلى أنظمة ذكية تتفوق على البشر في مجالات متعددة، بما في ذلك التفكير الاستراتيجي، حل *المشكلات المعقدة، والتعلم من كميات هائلة من البيانات*.

- الاستقلالية والتعلم الذاتي: يمكن لأنظمة التفوق الاصطناعي التعلم والتكيف مع بيئات جديدة دون الحاجة إلى إشراف بشري مستمر.

تطبيقات محتملة للتفوق الاصطناعي

- إدارة الأنظمة المعقدة: يمكن استخدام التفوق الاصطناعي في إدارة البنية التحتية الذكية، الأنظمة الصناعية المعقدة، والمركبات ذاتية القيادة.
- تحسين اتخاذ القرار: يمكن للتفوق الاصطناعي تحليل كميات كبيرة من البيانات ومساعدة في اتخاذ قرارات أكثر دقة واستراتيجية.
- التطبيقات البحثية والعلمية: يمكن استخدام التفوق الاصطناعي في البحث العلمي لتحليل البيانات المعقدة واكتشاف أنماط جديدة

أعمال الصيانة الذكية أستباقية تتطور بأستخدام التقنيات الحديثة والبرمجيات و بأستخدام التفوق الأصطناعى ويتم إضافة العديد من الأساليب والطرق والبرمجيات للتمكن من إتمامها على النحو المطلوب بما يحد من التكاليف والخسائر للمجمعات السكنية وللمصانع وخطوط الإنتاج وصولاً الى المباني والهيئات الحكومية.
فالفكر والأساليب المتبعة للصيانة ببدايات الثورة الصناعية ليس نفس الفكر المتبع بتسعينات القرن الماضي، كما لا يتشابهه مع الفكر والأساليب والبرمجيات المستخدمة حالياً، مما يزيد الثقة بأن الأساليب والطرق والبرمجيات التي سوف يتم إعتمادها والعمل بها مستقبلاً سوف تختلف عن المعمول بها حالياً من حيث زيادة التطور وزيادة

الإعتمادية وخفض تكاليف الإنتاج.
وهنا يجب إلقاء الضوء على التطور المذهل الذي سوف تشهده أعمال الصيانة من فكر وأساليب وبرمجيات بالأعوام القليلة المقبلة إعتماداً على الكود المصري للتشغيل والصيانة.

حيث سيتم التطرق الى تطبيقات منظومات الصيانة المختلفة ودورها في رفع كفاءة المباني، وإستخدام الحلول الذكية في إدارة المباني والمرافق، وطرق التحول الرقمي لإدارة صيانة المدن والبلديات والحدائق، وصولاً الى دور الفرق المؤهلة للتعامل مع سياسات وطرق الصيانة الحديثة بالذكاء الإصطناعي.

تعريفات

تعريفات

الذكاء الاصطناعي

الذكاء الاصطناعي هو فرع من علم الحاسوب. تُعرِّفه الكثير من المؤلفات بكونه: «دراسة وتصميم العملاء الأذكياء»، والعميل الذكي هو نظام يستوعب بيئته ويتخذ المواقف التي تزيد من فرصته في النجاح في تحقيق مهمته أو مهمة

التفوق الأصطناعى

الإبداع والابتكار: بما أن الذكاء الاصطناعي يُؤتمت المهام الروتينية، يصبح ابتكار أفكار وروابط وإستراتيجيات جديدة لا يستطيع الذكاء الاصطناعي القيام بها، مهمة أساسية للإنسان..

التوأمة الرقمية

هي تمثيل افتراضي وديناميكي لكيان مادي أو عملية حقيقية، يُمثّلها بشكل دقيق ويُحدّث باستمرار من خلال بيانات حقيقية تُجمع بواسطة أجهزة الاستشعار، وذلك بهدف المراقبة، والتحليل، والمحاكاة، واتخاذ قرارات مستنيرة، وتحسين الأداء، وحتى التنبؤ بالأعطال المحتملة.

الهدف من الورشة
Objective of Workshop

1. تطوير مهارات المشاركين: تمكين المشاركين من فهم وتطبيق مفاهيم التفوق الاصطناعي في الصيانة الاستباقية للمباني.-
2. تحسين كفاءة الصيانة: كيفية استخدام التفوق الاصطناعي لتحسين كفاءة الصيانة الاستباقية وتقليل التكاليف التشغيلية.-
3. تعزيز فهم التطبيقات العملية: تعزيز فهم المشاركين للتطبيقات العملية لـ التفوق الاصطناعي في إدارة المباني.الأهداف المحتملة الأخرى-
4. تحليل البيانات لتحسين الصيانة: كيفية استخدام التفوق الاصطناعي لتحليل البيانات وتحسين عمليات الصيانة.-
5. تطبيق التقنيات الحديثة: كيفية تطبيق التقنيات الحديثة مثل التفوق الاصطناعي في الصيانة الاستباقية للمباني.كيف يمكنني المساعدة في تحديد الأهداف؟-

تعريفات

الصيانة العلاجية أو العاجلة أو الإصلاحية : هي الصيانة التي تتم بعد حدوث التلف أو العطل ، بقصد إعادة الشئ إلى حالته السابقة (الإعتبارية) لأداء أعماله بصورة صحيحة من خلال الجهة المسئولة عن الصيانة وإصلاح التلف .

الصيانة الدورية : هي مجموعة الفحوصات والخدمات التي تتم بصفة دورية ، وحسب خطة زمنية موضوعة. بمعنى أن يتم المرور الدوري على فترات زمنية مناسبة على كافة عناصر المبنى المدنية، والميكانيكية، والكهربائية بهدف الإكتشاف المبكر لأي خلل ومعالجته قبل أن يستفحل خطره.

الصيانة التصحيحية : وتعرف بأنها أعمال الصيانة المنفذة لإعادة المبنى إلى حالته الأصلية قبل حدوث العيوب ببعض أجزائه ، ليبقى مؤديا لوظيفته بكفاءة مناسبة ، وتتميز بأنها تتم وفقا لتخطيط مسبق ونظام متكامل من المعلومات عن عناصر المبنى المختلفة وإحتياجاتها من أعمال الصيانة

توجيه أكواد الصيانة للمباني نحو التكيف مع متطلبات الصيانة الذكية

تعريفات ومفاهيم

الصيانة الطارئة : تقوم على إجراء أعمال الصيانة للمبنى بعد ظهور العيوب به ، دون اتباع برنامج لتنفيذ الأعمال وفقا للتسجيلات السابقة لأعمال الصيانة لعناصر المبنى المختلفة ، وتتم بدون ترتيب مسبق وطبقا للحاجة إليها .

الصيانة التنبؤية : هي أحد أساليب إدارة الصيانة الحديثة أو تعتبر تطورا لأساليب الصيانة التقليدية مثل الصيانة الوقائية، بمعنى هى صيانة بنيت على البيانات والقياسات التنبؤية بحالة قطع الغيار متى تتلف ليتم تغييرها ، وبناءاً عليها التوقع بقرب التعطل ، وعليه تجرى إجراءات جدولة وتنفيذ أعمال الصيانة المناسبة.

وتعتمد الصيانة التنبؤية على مبدأ مراقبة الحالة للمبنى أو للماكينة أو للمعدة من أجل التنبؤ بنوع وميعاد الخلل أو التدهور أو العطل قبل حدوثه مما يترتب عليه توفير المال أكثر من أى نوع من أنواع الصيانة الأخرى مثل الصيانة الدورية أو الوقائية ، لأن الإصلاحات تتم فقط عند الحاجة "قبل حدوث التدهور أو العطل" بالإضافة أنها تكون مخططة ومدروسة وتحت السيطرة.

توجيه أكواد الصيانة للمباني نحو التكيف مع متطلبات الصيانة الذكية

تعريفات ومفاهيم

إدارة صيانة المبانى : هى وضع وترتيب خطوات العمل وأولويات التنفيذ ، وتوزيع العمل على العمالة الحرفية ممن يشغلون مهام تنفيذية لأعمال الصيانة.

كادر الصيانة : هو العنصر البشري ، الذى يقوم بالدور المنوط به و بالكفاءة المطلوبة، ووجود أشخاص مؤهلين يدركون آليته وأهميته.

برامج للتدريب والتأهيل للصيانة : هى وضع برامج طبقاً لمتطلبات الصيانة والإطلاع على الطرق الحديثة فى أداء العمل وذلك تبعاً لإحتياجات الصيانة وتطوير العمل والرقي به من خلال إستخدام التقنيات والطرق الحديثة.

قواعد الصيانة للأعمال الإنشائية : هي القواعد التي تهدف إلى ضمان إستمرار سلامة المنشآت القائمة وتحملها لجميع الأحمال المؤثرة عليها بأمان ، والحكم إما باستيفاء المنشأ لمتطلبات الأمان والتشغيل والديمومة (التحمل مع الزمن) أو بحاجة المنشأ أو بعض عناصره لأعمال ترميم أو تدعيم.

توجيه أكواد الصيانة للمباني نحو التكيف مع متطلبات الصيانة الذكية

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

يتم اللجوء الى برنامج لإدارة أعمال التشغيل والصيانة فى أى مرحلة من مراحل عمر المبنى، وذلك لتحقيق ما يلى :

- تعظيم قيمة الأصول.
- حماية الإستثمارات الموجهة لإنشاء وتشغيل المبانى، وضمان إستمرارية التشغيل لهذه المبانى بكفاءة وبأقل تكلفة ممكنة، وفى إطار مقبول من المخاطر.
- دعم التنمية الإقتصادية، والإرتقاء الإجتماعي، والإستدامة البيئية، وجودة الحياه لصالح المستخدم والمالك والمجتمع.
- تحديد المتطلبات التي تنفذها الإدارة المسئولة عن التشغيل والصيانة بالمبانى ، بدءاً من مرحلة التصميم إلى مرحلة التشغيل.
- تحديد متطلبات الأمن والسلامة الواجب إتباعها لتشغيل وصيانة المبانى العامة والمبانى التراثية ، للحفاظ على الثروة العقارية ، وعلى سلامة كل من شاغلى المبنى ، والقائمين على أعمال الصيانة ، والمارة بنطاق المبنى، بدءاً من مرحلة ما قبل التصميم ، وصولاً إلى مرحلة التشغيل والصيانة.

توجيه أكواد الصيانة للمباني نحو التكيف مع متطلبات الصيانة الذكية

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

النطاق العام والمتطلبات الخاصة بنظم إدارة المبانى العامة والتراثية تشتمل على :

- توثيق فهم المؤسسة المالكة لأهمية المبانى العامة والتراثية.
- فهم الإحتياجات والتوقعات لأصحاب المصلحة والمستخدمين والمشاركين فى عمليات التشغيل والصيانة.
- تحديد المسئوليات والأدوار لكل طرف مشارك فى المنظومة ، لتحقيق نجاح عمليات التشغيل والصيانة.

تخطيط وتنفيذ ومراقبة أعمال التشغيل والصيانة، وتحديد مؤشرات الأداء والتي ترتبط بتحقيق أهداف الإستدامة تشتمل على المجالات التالية :

- تحقيق كفاءة إستخدام الطاقة فى المبانى.
- تحقيق كفاءة إستخدام المياه.
- تحقيق كفاءة إستهلاك المواد والموارد وخفض المواد والإنبعاثات الملوثة للبيئة.
- تحقيق جودة المناخ الداخلى فى المبنى.

توجيه أكواد الصيانة للمباني نحو التكيف مع متطلبات الصيانة الذكية

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

النطاق العام والمتطلبات الخاصة بنظم إدارة المبانى العامة والتراثية تشتمل على :

- توثيق فهم المؤسسة المالكة لأهمية المبانى العامة والتراثية.
- فهم الإحتياجات والتوقعات لأصحاب المصلحة والمستخدمين والمشاركين فى عمليات التشغيل والصيانة.
- تحديد المسئوليات والأدوار لكل طرف مشارك فى المنظومة ، لتحقيق نجاح عمليات التشغيل والصيانة.

تخطيط وتنفيذ ومراقبة أعمال التشغيل والصيانة، وتحديد مؤشرات الأداء والتي ترتبط بتحقيق أهداف الإستدامة تشتمل على المجالات التالية :

- تحقيق كفاءة إستخدام الطاقة فى المبانى.
- تحقيق كفاءة إستخدام المياه.
- تحقيق كفاءة إستهلاك المواد والموارد وخفض المواد والإنبعاثات الملوثة للبيئة.
- تحقيق جودة المناخ الداخلى فى المبنى.

توجيه أكواد الصيانة للمباني نحو التكيف مع متطلبات الصيانة الذكية

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

مهام المشاركين في مرحلة التشغيل والصيانة:

1- مهام مالك المبنى:

- توفير الأفراد والخبرات المناسبة لتنفيذ مهام خدمات التشغيل والصيانة والتدريب.
- يقوم المهندس المسئول عن التصميم بالتخطيط لأعمال التشغيل والصيانة.
- مطالبة الموردين والمقاولين بتقديم أدلة الصيانة والتدريب على صيانة الأصول.
- إعداد وتحديث سجلات المبنى، بإنشاء سجلات لدعم التخطيط لرعاية الأصول.

2- مهام الإستشاري :

تخطيط التشغيل والصيانة والتدريب.

مراجعة وتحديد خدمات جاهزية التشغيل.

إدارة الخدمات الإستشارية.

صيانة الخدمات الإستشارية.

تخطيط الإنشاء للتشغيل والصيانة والتدريب.

الإستلام لأعمال التشغيل والصيانة التي تتم.

تشغيل الخدمات الإستشارية.

التدريب للخدمات الإستشارية.

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

مهام المشاركين في مرحلة التشغيل والصيانة:

3- مهام المقاول المتعهد بتقديم الخدمات :

- المشاركة في مرحلة جاهزية التشغيل للمبنى.
- إستلام المشروع من مقاول الأعمال بمشاركة المهندس الإستشاري وبدء تطبيق خدمات التشغيل والصيانة.
- تنفيذ كافة مهام التشغيل (بدء التشغيل – التشغيل العادي – إجراءات الطوارئ .. إلخ).
- تنفيذ برنامج التخلص من المخلفات.
- تنفيذ أعمال الإختبارات والتفتيش.
- تنفيذ كافة مهام الصيانة (برنامج الصيانة – تقارير الصيانة – الصيانة التصحيحية والوقائية- إدارة الرقابة - .... إلخ).
- تنفيذ الخدمات الفنية (المعالجة الكيميائية – تصاريح البيئة – إختبار الأداء – مراقبة الجودة -... إلخ).

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

إستراتيجيات وأهداف أعمال تشغيل وصيانة المبانى :

1- أهداف حماية المبانى العامة والمبانى التراثية :

- إستمرارية المبانى العامة والتراثية فى تأدية متطلبات الإستخدامات المقصودة للمبنى ، ومراجعة المخاطر التى تؤثر سلباً على جودة هذه الإستخدامات.
- طبيعة ونطاق وتعقيد وحجم الأصول.
- المتطلبات القانونية التى تتعلق بتشغيل المبانى العامة والتراثية وصيانتها.

2- تقييم كفاءة وفعالية عمليات التشغيل والصيانة :

- يحتوى النظام إطار لتقييم كفاءة تشغيل المبنى وفعالية عمليات التشغيل والصيانة.
- تحديد مؤشرات قياس الاداء ضمن نظام الإدارة وإشتراطات التعاقد لتشتمل على :

العناصر الأساسية(Tangibles) ،الإعتمادية(Reliability)

سرعة الإستجابة(Responsiveness)، تأكيد الجودة(Quality Assurance)

توجيه أكواد الصيانة للمباني نحو التكيف مع متطلبات الصيانة الذكية

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

ميزانية الصيانة

- يجب على المؤسسات المالكه تخطيط وتصميم الأصول بشكل مناسب، لتحقيق المتطلبات الوظيفية المحددة للأصول، من خلال برامج الإنشاء وإعادة التأهيل.
- يجب أن تقوم كل مؤسسة بتوفير مخصصات كافية في الميزانية للحفاظ على الأصول غير المنقولة، ويجب عليها ضمان تنفيذ أنشطة التشغيل والصيانة.
- يتم وضع ميزانية التشغيل والصيانة على أساس تحقيق مستوى الخدمات المستهدف، وعليه يجب ألا تستند الميزانية الحالية إلى مخصصات الميزانيات السابقة فقط.
- في حالة عدم توفر ميزانية كافية للصيانة، أو عدم إنفاق هذه الميزانية بالكامل في فترة مالية، تسجل المؤسسة تكاليف الصيانة المؤجلة في بياناتها المالية السنوية.
- يجب على المؤسسة المالكة الحفاظ على القيمة، وإستمرارية تقديم الخدمة والمنفعة الإقتصادية الناتجة من تشغيل المبنى، من خلال الإستثمار فى تجديد واستبدال بعض عناصر المبنى لتحقيق الحد الأدنى المطلوب من مستويات الأداء التشغيلية.

توجيه أكواد الصيانة للمباني نحو التكيف مع متطلبات الصيانة الذكية

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

تخطيط وتنفيذ عمليات التشغيل والصيانة :

1- التخطيط :

يتضمن تقديم خدمات التشغيل والصيانة تنظيم وتعبئة الأفراد والعمليات والموارد الأخرى، قطع الغيار والمواد المستهلكة، ولتحقيق ذلك يجب اتباع ما يلى:

- تصميم وتنفيذ وتشغيل نظام إدارة التشغيل والصيانة.
- يجب اختيار نظام إدارة التشغيل والصيانة المناسب لحجم وطبيعة الأنظمة بالمبانى.
- يجب أن يشمل النظام توزيع الأدوار والمسؤوليات، بما في ذلك نظام التفويض.
- يجب تطوير مجموعات المهام القياسية، مثل متطلبات العمالة والمواد والمعدات.
- يجب جدولة وتتبع أنشطة الصيانة والموظفين والدعم اللوجستي.
- يجب تحقيق إدارة المخزون وتتبع النفقات بالميزانية ،وتكاليف أنشطة الصيانة.
- يجب حفظ مخططات الأصول وكتيبات التشغيل والصيانة، وغيرها من الوثائق.

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

تخطيط وتنفيذ عمليات التشغيل والصيانة :

2- حالات إيقاف الخدمات :

عندما تتخذ المؤسسة المالكة قرار إيقاف تشغيل المنشأة أو أحد عناصرها، سواء كانت مجدولة أو غير مخطط لها، يجب على المؤسسة إعداد إجراءات موثقة لإدارة مثل هذه الأحداث وفقًا للواجبات التنظيمية والإلتزامات التعاقدية وأفضل ممارسات القطاع الخدمى، مع مراعاة الحاجة إلى تقليل آثار توقف تقديم الخدمات على شاغلى المبنى، وتقليل أثر ذلك على الأصول وكذلك خسائر الإيرادات المحتملة.

3- الحوادث :

يجب تطوير ردود قياسية جديدة بناءً على نتائج تقييم ما بعد الإستجابة، ولتحقيق ذلك يجب على المؤسسة المسئولة عن التشغيل تطبيق بعض الإجراءات أهمها :

تصميم إجراءات لتوثيق الحوادث - تصميم الإستجابات للحوادث لضمان إستعادة الخدمة وتخفيف الآثار الضارة - توثيق نهج المؤسسة المالكة في إدارة الحوادث في إستراتيجية إدارة الأصول مع توضيح أنواع مختلفة من الحوادث في خطة إدارة الأصول.

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

تخطيط وتنفيذ عمليات التشغيل والصيانة :

4- إدارة المخاطر:

- وضع خطة للتعامل مع المخاطر وتحديدها، وتوضيح منهجية إدارة المخاطر.
- تحديد المخاطر التي تنطوي عليها إدارة وإستخدام الأصول.
- تطوير وتنفيذ أدوات وعمليات إتخاذ القرارات الموحدة لتحديد وتقييم المخاطر.
- وضع خيارات مناسبة لمواجهة كل نوع من أنواع المخاطر التى سبق تقييمها.

5- تعظيم قيمة الإستثمار فى المبانى :

- تقييم محفظة الأصول غير المنقولة والبحث عن الفرص لتحسين قيمتها بشكل دوري.
- يجب تحقيق التقادم التكنولوجي للأصول.
- يجب مراجعه الأصول التي تقترب من نهاية الحياة الإقتصادية.
- دراسة تقييم نطاق تعظيم قيمة الأصول والتخطيط لتحسين مستوى محفظة الأصول.

توجيه أكواد الصيانة للمباني نحو التكيف مع متطلبات الصيانة الذكية

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

تخطيط وتنفيذ عمليات التشغيل والصيانة :

6- المراجعة والتدقيق :

- تضمين نطاق معيار المراجعة والتدقيق والإلتزام به في نطاق التدقيق الداخلي.
- إجراء مراجعات منتظمة لتقييم أهداف إدارة الأصول، والأداء الفعلي.
- النظر إلى التغييرات في إستراتيجية المؤسسة المالكه والبيئة الخارجية والتشريعات.
- توثيق نهج مراجعة الإدارة في إستراتيجية إدارة الأصول.

7- تحديد الأدوار والمسؤوليات :

- تحديد أنشطة الصيانة والتشغيل التي ينبغي الإستعانة بمصادر خارجية لتنفيذها.
- الحفاظ على ترتيبات إدارة سلسلة التوريد السليمة التي تدعم أهداف إدارة الأصول.
- توفير الموظفين الأكفاء داخل الشركة أو تعيين الموظفين الأكفاء لنظام الإدارة.
- وضع أهداف قابلة لقياس موردين من حيث المسئوليات والأدوار.

توجيه أكواد الصيانة للمباني نحو التكيف مع متطلبات الصيانة الذكية

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

تخطيط وتنفيذ عمليات التشغيل والصيانة :

8- نظم معلومات التشغيل والصيانة :

- نمذجة معلومات المبنى (Building Information Modeling (BIM)) :

يتطلب تطبيق نظم الإدارة الحديثة لتشغيل وصيانة المبنى إعداد نماذج رقمية للمبنى لمساعدة المسئولين عن التشغيل والصيانة من ربط برامج وتعليمات الصيانة مع عناصر المبنى بصورة رقمية، ومراقبة إستهلاك الطاقة والمياه وجودة المناخ الداخلى بهدف تحقيق مستهدفات الإستدامة والمبانى الخضراء.

- خطة للتشغيل والصيانة مع دليل المستخدم (Building Design Manual) :

يجب وضع خطة تشمل أعمال الصيانة الدورية ومراقبة تشغيل المبنى، لتفادى حدوث تلفيات في المبنى مما يؤدي إلى تقليل عمر المبنى الإفتراضى، وكذلك زيادة قيمة تكلفة أعمال الصيانة ، أو الإضرار بأمن وسلامة مستخدمى المبنى والقائمين على أعمال الصيانة والمارة.

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

متطلبات الأمن والسلامة :

1- الأمن والسلامة فى مرحلة ما قبل التصميم :

يجب وضع خطة لإدارة المخاطر تتضمن تحديداً وتقييماً شاملاً للمخاطر، وتطوير إستراتيجيات إدارتها من خلال دراسة وتفعيل العديد من النقاط أهمها :

تحديد الخطر - تقييم المخاطر - إجراءات التخفيف

الرصد والمتابعة وإعداد التقارير

2- الأمن والسلامة فى مرحلة التصميم :

- الإشتراطات التصميمية للأمن والسلامة :

تشمل الإشتراطات التصميمية لتحقيق الأمن والسلامة محورين رئيسيين هما :

- **الموقع** وتقييم الأثر البيئي.
- **المبنى** من حيث الواجهات الخارجية والفراغات المعمارية وأسطح المبانى بالغضافة الى غرف الماكينات والكبائن الكهربائية.

توجيه أكواد الصيانة للمباني نحو التكيف مع متطلبات الصيانة الذكية

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

متطلبات الأمن والسلامة :

- نمذجة معلومات المبنى (BIM) :

يجب إعداد نمذجة لمعلومات المبنى (BIM) لتوفير المعلومات والبيانات الكاملة والمحدثة عن المبنى وأنظمته طوال فترة التشغيل، لضمان تحقيق الأمن والسلامة، وإعداد الخطط التأمينية التى ترتبط بتصميم عناصر المبنى والموقع.

- وضع خطة للطوارئ والإخلاء لشاغلى المبنى :

يجب وضع خطة للطوارئ والإخلاء لشاغلى المبنى، للحد من المخاطر التي قد يتعرض لها الأفراد والممتلكات، كما هو موضح بالكود المصرى لأسس التصميم واشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق.

- وضع خطة وجدول للتشغيل والصيانة ومراقبة التشغيل فى دليل المستخدم

يجب وضع خطة تشمل أعمال الصيانة الدورية ومراقبة تشغيل المبنى، لتفادى حدوث تلفيات في المبنى أو الإضرار بأمن وسلامة مستخدمى المبنى.

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

متطلبات الأمن والسلامة :

3- الأمن والسلامة فى مرحلة ما قبل تشغيل المبنى :

- يجب مطابقة جميع أجهزة ومعدات أنظمة المبنى للإشتراطات التصميمية، ويجب أن يتم تركيب هذه الأجهزة والمعدات طبقاً لتوصيات وإشتراطات الشركات المصنعة، لضمان سلامة عمليات التشغيل والصيانة للمبنى.
- ضمان تقديم جميع وثائق خطط الصيانة والتشغيل وإعتمادها من قبل مالك المبنى أو مسئول التشغيل والصيانة قبل إشغال المبنى.
- وضع خطة تفصيلية للإخلاء ومكافحة الحريق في أوقات الطوارئ.
- وضع خطة للصيانة الدورية وأعمال التطهير لخزانات مياه الشرب.
- وضع خطة لصيانة عناصر الحركة الرأسية من سلالم متحركة ومصاعد، وسلامة تشطيب الأرضيات ودرج السلالم، مما قد يؤثر على سلامة المستخدمين.

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

متطلبات الأمن والسلامة :

4- الأمن والسلامة فى مرحلة تشغيل وصيانة المبنى:

- يجب تطبيق نظم إدارة المبانى (BMS) ومراعاة إشتراطات الأمن والسلامة فى مرحلة تشغيل وصيانة المبنى والتى تتضمن العديد من النقاط أهمها :

أ- إشتراطات سلامة الهيكل الإنشائي والعناصر المعمارية للمبنى.

- اتباع التعليمات فى حالة تدعيم المبانى التراثية إنشائيًا.
- الحماية من أخطار الحريق.
- صيانة أنظمة الإنذار عن الحريق.
- علاج مشكلة النمل الأبيض.
- القضاء على الآفات والقوارض.

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

متطلبات الأمن والسلامة :

4- الأمن والسلامة فى مرحلة تشغيل وصيانة المبنى:

ب- سلامة أجهزة ومعدات أنظمة المبنى.

- يجب التأكد من تشغيل وصيانة جميع الأجهزة والمعدات طبقاً لإشتراطات التشغيل المدرجة بكتيب التشغيل من قبل الشركات المصنعة.
- التأكد من سلامة الأجهزة.
- إجراء إختبارات قياس الكفاءة لجميع الأجهزة بصورة دورية.
- التأكد من فعالية الأداء للأجهزة والمعدات.

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

متطلبات الأمن والسلامة :

4- الأمن والسلامة فى مرحلة تشغيل وصيانة المبنى:

ت- إشتراطات أمن وسلامة مستخدمى المبنى والقائمين على عمليات الصيانة والمارة

أولاً: إشتراطات أمن وسلامة مستخدمى المبنى :

والتي تراعي العديد من النقاط الهامة مثل :

- السلامة من الإصابة فى المصاعد.
- جودة الهواء الداخلى.
- السلامة من أخطار الحريق.
- السلامة من أخطار الكهرباء.
- الحماية من السقوط والإنزلاق وتمكين الأشخاص ذوى الإعاقة.
- التأمين ضد السرقات.
- السلامة من المخاطر الكيميائية.

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

متطلبات الأمن والسلامة :

4- الأمن والسلامة فى مرحلة تشغيل وصيانة المبنى:

ت- إشتراطات أمن وسلامة مستخدمى المبنى والقائمين على عمليات الصيانة والمارة

ثانياً: إشتراطات أمن وسلامة القائمين على عمليات الصيانة :

- يجب وضع الأسماء على جميع لوحات التحكم الكهربائية والدوائر.
- يجب التأكد من أن جميع التوصيلات الكهربائية سليمة ومعزولة جيدًا.
- يجب التأكد من سلامة العناصر التى يتم إستخدامها من قبل عمال الصيانة.

ثالثاً: إشتراطات أمن وسلامة المارة :

يجب إتخاذ جميع الإحتياطات المناسبة لحماية المارة وكل من فى الموقع.

يجب صيانة الغلاف الخارجي للمبنى والحفاظ عليه في حالة جيدة وسليمة.

يجب إقامة حواجز ووضع إنارة تحذيرية ووسائل الحماية اللازمة أثناء الليل.

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

عند التحدث عن قواعد الصيانة للتفاصيل المعمارية والزخرفية (الترميم الدقيق) فى المبانى التراثية يجب أولاً التطرق الى القيم والمعايير الأساسية التى تميز المبانى التراثية والتي تنقسم الى :

1- قيمة تاريخية :

والتي تتمثل في إرتباط المبنى بنواحى تاريخية قومية، كأن يكون المبنى قد أقامت فيه شخصية مهمة محلياً أو عالمياً، أو له علاقة بأحداث قومية مؤثرة ومهمة.

2- قيمة معمارية فنية :

أ- مبنى ذو طراز معمارى فريد ومتميز.

ب- تصميم معمارى مميز، وإبداع فنى متفرد.

ت- يمثل المبنى حقبة مهمة من تاريخ الفن والعمارة.

ث- نتاج فنان أو معمارى مرموق محليا أو عالميا.

ج- يمثل المبنى قيمة علمية أو تقنية إنشائية تتسم بالندرة والتفرد

توجيه أكواد الصيانة للمباني نحو التكيف مع متطلبات الصيانة الذكية

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

3- قيمة عمرانية :

وهى أن المبنى يكتسب قيمته من كونه جزءاً من مجموعة عمرانية تراثية متكاملة متميزة فى تخطيطها العمرانى، وتمثل مرحلة أو حقبة من تاريخ المجتمع.

4- قيمة معنوية إجتماعية :

تتمثل في الإرتباط على مر الزمن بوظائف إجتماعية مهمة بالمنطقة، أو أن المبنى يمثل إنعكاسا لفكر أو عقيدة أو تقاليد إجتماعية بوجه عام.

5- قيمة تقليدية محلية :

كأن يكون المبنى جزءاً من عمارة حضرية أو ريفية أو صحراوية لها طبيعة متكاملة، تتميز بتاريخها وعمارتها المتجانسة، أو أن المبنى ضمن مجموعة معمارية بها إستخدام لمواد بناء مميزة تعبر عن طبيعة المكان، وتتواءم مع الظروف المناخية، أو أن المبنى بناءاً تقليدياً يعبر عن خبرات متكاملة عبر الأجيال من التصميم والإنشاء والحرف التقليدية.

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

القواعد العامة وضوابط ومسئوليات الجهات المنوط بها حماية المباني التراثية :

يجب عمل ملف كامل لإدارة الصيانة والتشغيل لكافة المبانى التراثية معمارياً وإنشائياً وفنياً، بحيث يكون لكل مبني ملفاً كاملاً يمكن الرجوع إليه وقت الحاجة، خاصة عند حدوث أى كوارث غير متوقعة، والإستفادة منها في أعمال الترميم والصيانة ، كما يمكن إعتبار هذه السجلات وثائق هامة للدارسين في المجالات ذات الصلة ، وتكون هذه السجلات من نسختين، إحداها في المحافظة التي يتواجد بها المبني، والأخري لدي الجهة القومية المركزية المنوط بها الإشراف علي هذه المباني، وإدارة شئونها.

قواعد وضوابط ومسئوليات مستخدمي المباني التراثية :

1- التنظيف المستمر لواجهات المبني.

2- منع ومتابعة منع أى إعلانات توضع على حوائط المبني الخارجية أو أى كتابات.

3- الإبلاغ السريع عن أى مخاطر تهدد سلامة المبني بكل مشتملاته.

4- عدم تغيير نشاط الإستخدام للمبني التراثي إلا بعد الرجوع إلي الجهة المسئولة.

توجيه أكواد الصيانة للمباني نحو التكيف مع متطلبات الصيانة الذكية

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

قواعد الترميم والصيانة للمباني التراثية (الترميم الدقيق) :

يجب الإلتزام بالقواعد التي تنظم عمليات الترميم الدقيق والتي يقصد بها ترميم ما يتضمنه المبني من تراكيب أو حليات معمارية، أو أجزاء مساعدة للهيكل الإنشائي وذات قيمة فنية، وهذه التراكيب والأجزاء أو العناصر المساعدة، غالباً ما تكون مواد بنائها عبارة عن :

(أحجار منحوتة - رخام - جص - معدن - زجاج معشق بالرصاص - أخشاب.. إلخ).

وكل مادة من هذه المواد لها ما يناسبها من قواعد عند تناولها بالترميم الدقيق ، تلك القواعد التي تكون في صورتين :

أولاً : قواعد عامة.

ثانياً : قواعد تفصيلية.

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

أولاً : القواعد العامة.

1. لاينبغي أن يترتب على الصيانة أى تغيير أو تشويه في خصائص وملامح المبني.
2. يجب إجراء كامل أعمال الترميم الدقيق بالإستعانة بالمتخصصين في هذا المجال.
3. يجب الاستعانة بكل ما وفرته، وتوفره التكنولوجيا الحديثة في صيانة المباني.
4. تطبق قواعد الصيانة للأعمال الإنشائية للمباني العامة علي المباني التراثية.
5. يجب مع كل إجراء من إجراءات الترميم الدقيق، ومع كل المواد التي نفذت بها التفاصيل الزخرفية، أن يكون البدء بالتنظيف الميكانيكي سواء يدوي أوآلى.
6. يجب قبل إجراء أى عمليات للترميم، القيام بالفحص والتحليل للمادة المشكلة منها الحلية المعمارية، وبإستخدام الوسائل العلمية الحديثة في هذا المجال.
7. يجب إستكمال الأجزاء الناقصة من التراكيب الزخرفية بنفس المادة المشكلة بها.
8. يجب الإستعانة بالمواد المقوية الصناعية الحديثة في تحسين خصائص الجزء المراد استكماله، خاصة في حالة إستكمال أجزاء لحليات معمارية مادتها من الجص.

توجيه أكواد الصيانة للمباني نحو التكيف مع متطلبات الصيانة الذكية

إدارة أعمال التشغيل والصيانة ومتطلبات الأمن والسلامة

ثانياً : القواعد التفصيلية .

وهذه القواعد تتعلق بإجراءات الصيانة والترميم الدقيق للتفاصيل الزخرفية، والمحتمل تواجدها فى المبنى التراثى، وكيفية التعامل معها فى حالة تلفها أو تشوهها وتنقسم الى :

أ- تراكيب زخرفية غير عضوية المادة، مثل :

1) التفاصيل الزخرفية الحجرية.
2) التفاصيل الزخرفية الرخامية.
3) التفاصيل الزخرفية الجصية.
4) البلاطات الخزفية.
5) التفاصيل الزخرفية المعدنية.
6) الصور الجدارية.
7) الزجاج المعشق بالرصاص.

ب- التفاصيل الزخرفية عضوية المادة، مثل :

1) التفاصيل الزخرفية الخشبية.
2) تفاصيل العمارة الطينية .

Hospital
مستشفى

التكنولوجيا الخاصة بالصيانة التنبؤية بواسطة االتفوق الإصطناعي

أ . د /

تقوم منهجية الصيانة التنبؤية على إستخدام العديد من المستشعرات وطرق التحليل والقياس لأداء الماكينات والمعدات، للوصول الى المشاكل الحالية التي ظهرت بوادرها للعمل على معالجتها بالوقت الأمثل حتى لا تتفاقم ويصبح التصليح أكثر تعقيداً وتكلفة.

ويعد من أهم نقاط التقييم وتحليل حالة المعدات المستخدمة بتطبيقات الصيانة التنبؤية ما يلي :

إختبارات الأشعة فوق الحمراء :

لتقييم حالة المعدات ، تستخدم الصيانة التنبؤية تقنيات الاختبار غير المدمرة مثل الأشعة تحت الحمراء، والموجات الصوتية المتمثلة في التفريغ الجزئي والموجات فوق الصوتية المحمولة جواً، واكتشاف الهالة، وتحليل الاهتزاز، وقياسات مستوى الصوت، وتحليل الزيت، وغيرها من الاختبارات المحددة.

كما يتمثل النهج الجديد في هذا المجال في استخدام القياسات على المعدات الفعلية جنباً إلى جنب مع قياس أداء العملية، والتي يتم قياسها بواسطة أجهزة أخرى، لبدء صيانة المعدات.

أ . د /

تطبيق مبدأ تحليل الإهتزازات :

كما إن تطبيق مبدأ تحليل الاهتزاز عن طريق المستشعرات أكثر إنتاجية على المعدات الدوارة عالية السرعة ويمكن أن يكون أغلى مكون في برنامج الصيانة التنبؤية للتشغيل.

ويجب الإشارة إلى إشتمال أحدث جيل من أجهزة ومستشعرات تحليل الاهتزاز على قدرات ووظائف آلية أكثر من سابقاتها.

وتقوم العديد من الوحدات بقياس وتحليل طيف الاهتزاز بالعرض الكامل لثلاثة محاور في وقت واحد، الأمر الذي يوفر نظرة أكثر شمولاً لما يحدث مع آلة معينة أثناء التشغيل

التحليل البصري :

ويتم أيضاً إستخدام الفحص البصري عن بعد هو الذي يعد أول اختبار يمكن تطبيقه غير إتلافي، بحيث يوفر تقييماً أولياً فعالًا من حيث التكلفة.

حيث يمكن استنتاج المعلومات الأساسية من المظهر الخارجي للقطعة، مثل وجود كسور أو تشققات أو وجود تآكل.

أ . د /

التحليل بالموجات الفوق صوتية :

تقنية الموجات فوق الصوتية حساسة للأصوات عالية التردد التي لا تسمعها الأذن البشرية وتميزها عن الأصوات ذات التردد المنخفض والاهتزاز الميكانيكي.

وتنتج موجات الاحتكاك والضغط بالآلة أصواتاً مميزة في نطاق الموجات فوق الصوتية العلوي.

كما يمكن أن تشير التغييرات في موجات الاحتكاك والضغط هذه إلى تدهور الظروف في وقت أبكر بكثير من تقنيات مثل الاهتزاز أو تحليل الزيت.

ومن خلال القياس والتحليل المناسبين بالموجات فوق الصوتية، من الممكن التمييز بين التآكل العادي والتآكل غير الطبيعي والأضرار المادية وظروف عدم التوازن ومشاكل التزييت بناءً على العلاقة المباشرة بين الأصول وظروف التشغيل.

أ . د /

البرامج الخاصة بتحليل الزيوت :

البرامج الخاصة بتحليل الزيوت تعتبر برنامج طويلة الأجل، والتي يعتبرها البعض حالياً أكثر التقنيات فعالية من حيث التكلفة.

وكذلك يمكن أن تكون برامج تحليل الزيوت في نهاية المطاف أكثر تنبؤية من أي من التقنيات الأخرى عند الضرورة.

كما يعمل تحليل الزيت المستخدم الى تحديد حالة مادة التشحيم نفسها، وأيضاً يحدد جودة مادة التشحيم، ويتحقق من مدى ملائمتها للاستخدام المستمر.

تحليل جزيئات التآكل :

ويعمل تحليل جزيئات التآكل على تحديد الحالة الميكانيكية لمكونات الماكينة المشحمة وكذلك يمكنه تحديد تكوين المادة الصلبة الموجودة وتقييم نوع الجسيمات وحجمها وتركيزها وتوزيعها وتشكلها.

أ . د /

مميزات إستخدام أسلوب الصيانة التنبؤية بالتفوق الإصطناعي

أ . د /

إن الاهتمام بأعمال الصيانة أصبحت عاملاً أساسياً لنجاح أى شركة أو مجمع سكني أو كيان صناعي فى تحقيق الأهداف المرسومة من توسعات وتطوير فى المعدات وهي من أهم مطالب ملاك المجمعات السكنية العملاقة والكيانات الصناعية وخطوط الإنتاج العملاقة.

حيث إن إتباع أسلوب الصيانة التنبؤية بالذكاء الإصطناعي يساعد على تحقيق الأهداف الرئيسية والتى تتمثل في :

1. تخفيض تكاليف الصيانة.
2. تحقيق أعلى إنتاجية.
3. تخفيض الأعطال.
4. اطالة الفترة الزمنية بين الاصلاحات.
5. اطالة عمر المعدات.
6. زيادة الانتاجية.
7. إرتفاع جودة المنتجات.

أ . د /

أســـاليب العمـــل بإستخدام التفوق الإصطنـاعي وأدواتـــــه

والصيانة بالذكاء الإصطناعي يندرج تحتها القيام بجميع أعمال الصيانة بمساعدة ذكاء الآلات الذي يتميز بالقدرة على التعلم من البيانات وتحديد العلاقة بين متغيرات الإدخال والإخراج ولا يتطلب نماذج رياضية.

حيث يمكن استخدام التكنولوجيا لتحديد أي تناقضات واختلالات داخل المبنى أو البناء من أجهزة وأنظمة إنترنت الأشياء المختلفة من خلال جمع البيانات وتحليلها.

كما إن المبدأ الرئيسي للذكاء الاصطناعي هو أن يحاكي ويتخطى الطريقة التي يستوعب ويتفاعل بها البشر مع العالم من حولنا.

حيث إنه أصبح سريعًا الركيزة الأساسية لتحقيق الابتكار، وبعد أن أصبح الذكاء الاصطناعي مزودًا بأشكال عدة من التعلم الآلي التي تتعرف على أنماط البيانات بما يُمكّن من عمل التنبؤات، يمكن للذكاء الاصطناعي إضافة قيمة إلى أعمال المؤسسات من خلال :

- توفير فهم أكثر شمولية لفيض البيانات المتوفرة.
- الاعتماد على التنبؤات من أجل إتمام المهام ذات التعقيد الشديد فضلًا عن المهام المعتادة.
- إستخدام المستشعرات والحساسات لتنبوء مواعيد حدوث الأعطال والتوقفات والعمل على تجنبها.
- خفض التكاليف المباشرة للصيانة عن طريق تحديد الوقت الأمثل للتدخل بأعمال الصيانة المطلوبة.

أ . د /

دمج الصيانة باستخدام الذكاء الاصطناعي مع التفوق الاصطناعي

دمج الصيانة باستخدام الذكاء الاصطناعي مع مفهوم "التفوق الاصطناعي" يمكن أن يعني تعزيز قدرات الصيانة التنبؤية والوقائية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحقيق مستويات أعلى من الكفاءة والفعالية. إليك كيف يمكن أن يتم هذا الدمج:

كما يعمل الذكاء الإصطناعي على تقليل الأعطال والتوقفات مع الوصول الى مرحلة (صفر توقفات) والذي من شأنه خفض التكاليف الغير مباشرة للصيانة.

ويعمل كذلك على مساعدة العامل البشري في إتخاذ القرارات عن طريق تحليل البيانات والمدخلات للوصول الى إتخاذ القرار الأمثل.

ولهذا نجد إن الغرض الرئيسي من تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي هو تحسين أداء المؤسسات وإنتاجيتها عن طريق إتمام العمليات أو المهام التي كانت تتطلب القوة البشرية فيما مضى.

كما يمكن للذكاء الاصطناعي فهم البيانات على نطاق واسع لا يمكن لأي إنسان تحقيقه.

وهذه القدرة يمكن أن تعود بمزايا كبيرة على الأعمال.

أ . د /

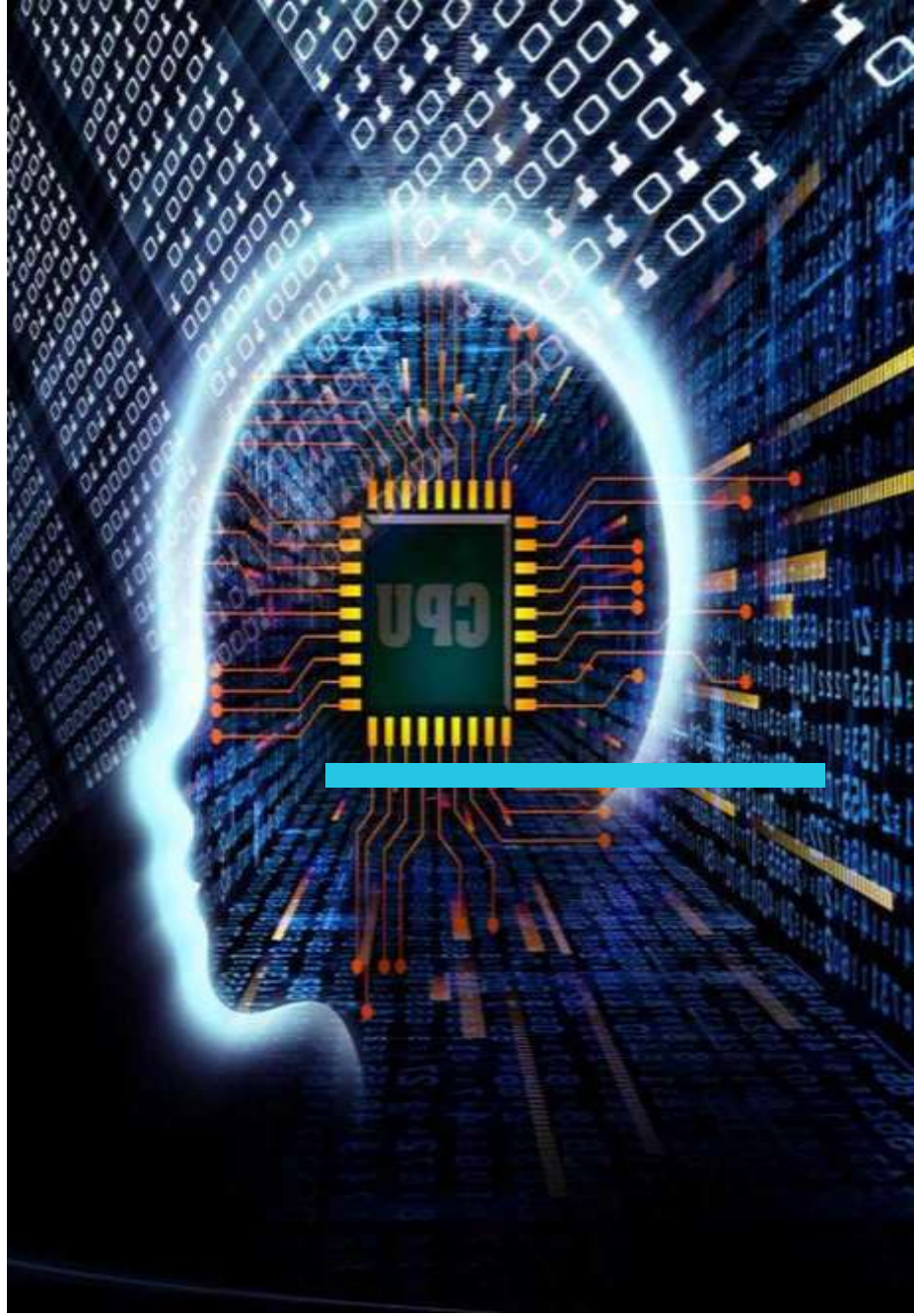
وهنا نصل الى دور الذكاء الإصطناعي في تعزيز مصطلح المباني الذكية.

حيث إنه كان من النادر إستخدام مصطلح (انظمة أتمتة المباني) في الماضي والتي يقصد بها أي نظام كهربائي يستخدم في التحكم بالتدفئة والتهوية وتكييف الهواء في المبنى.

ولكن حديثاً وبعد إستخدامه على نطاق واسع نجد إنه استحدثت له مهام اضافية مثل التحكم بالإنارة الداخلية والخارجية، الامان وجرس الإنذار، وبكل بساطة كل ما هو الكتروني داخل المبنى.

مصطلح المباني الذكية هو مصطلح مستحدث يطلق على كل مبنى يعمل ذاتياً عن طريق شبكة حاسوب مرتبطة بأجهزة إلكترونية مصممة لتتحكم بأنظمة متعددة مثل الحريق والامان والأنارة (خصوصا أنارة الطوارئ) والتكييف/التدفئة والرطوبة والتهوية.

حيث إن الوظيفة الأساسية للنظام تكون التحكم بالمناخ داخل مساحة معينة، تشغيل الإنارة بناء على إشغال الغرف، مراقبة أداء جميع الانظمة داخل المبنى، مع إرسال تنبيهات (عادة عن طريق الايميل أو الرسائل النصية) إلى طاقم الصيانة في المبنى.



أ . د /

المبنى الذي يحتوي على هذه الأنظمة عادة يطلق عليه (مبنى ذكي) أو إذا كان مبنى سكني يسمى (المنزل الذكي) وفي الغالب المباني التجارية والحكومية والعسكرية تستخدم انظمة تحكم آلي أكثر شمولاً وعمقاً من الانظمة الالية في المباني السكنية.

معظم المباني المحافظة على البيئة تستخدم نظام صيانة وتشغيل ذكي ليتحكم بالطاقة والهواء والماء داخل المبنى.

كما إنه وبناءاً على تطور وتقدم انظمة التهوية والرطوبة أصبحت الاجهزة الالكترونية واستجابتها للطلب إحدى الوظائف التقليدية لأي نظام ذكي.

وحتى المنازل السلبية والتي لا تستهلك طاقة نهائياً في العادة ستحتاج نظام ذكي ليتحكم بالتظليل وتسجيل درجات الحرارة وتنظيم اوقات استخدام الاجهزة.

العديد من المباني التي تستخدم نظام ذكي تحتوي على ناقل أساسي وناقل ثانوي يتصلان بنظام تحكم آلي بروتوكول آلي مصمم لتنظيم التواصل وإتخاذ القرار.

أ . د /

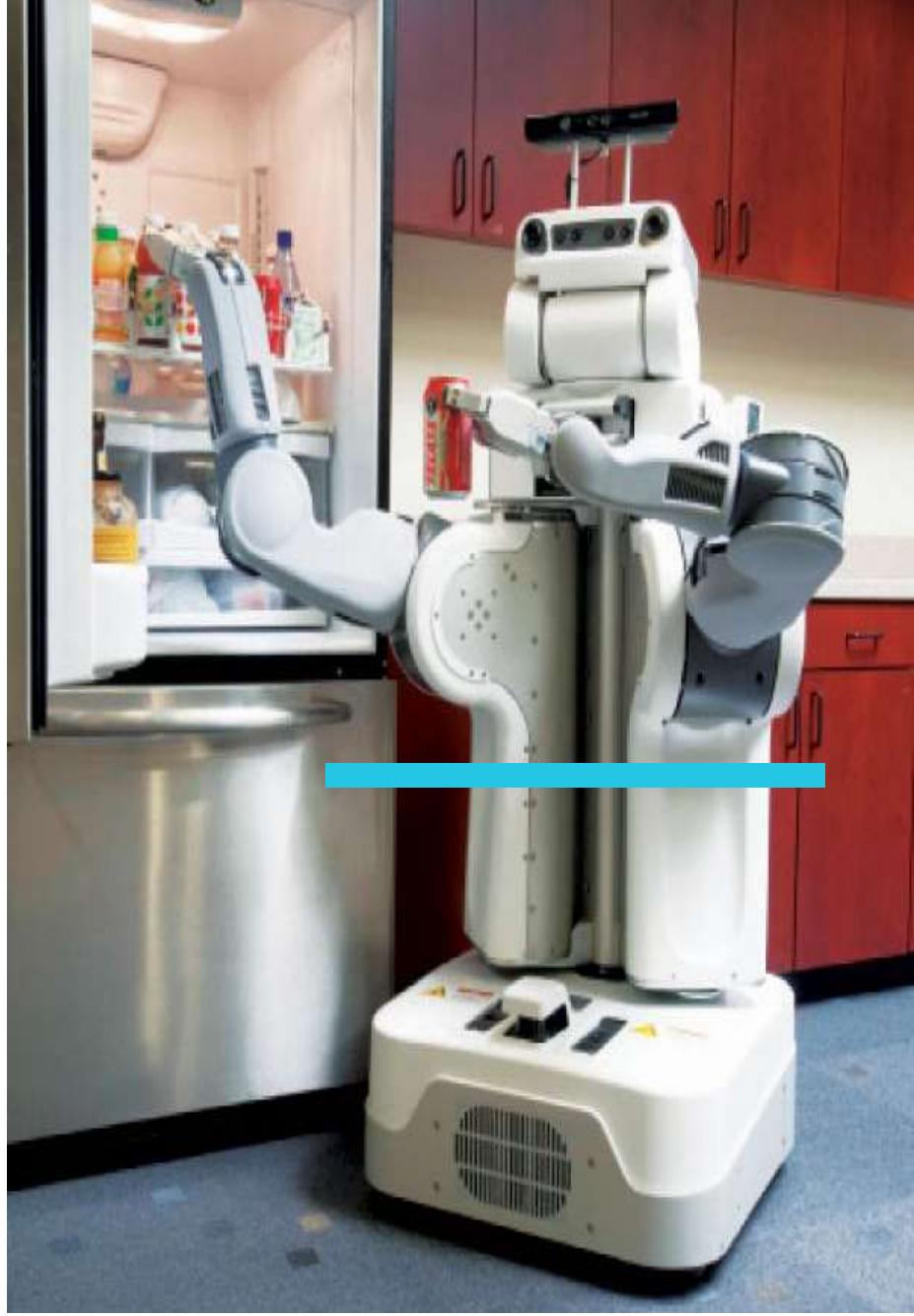
ونظراً للتطور الهائل والسريع في أنظمة الصيانة والتشغيل الذكية للمباني، فإن جميع المتخصصين يرون إنه في المستقبل القريب سيشهد هذا المجال المزيد من التطور.

حيث إنه سيتم الإعتماد على الذكاء الإصطناعي بصورة أكبر لإتمام مهام أكثر دقة من وقتنا الحالي.

كما سيتم الإعتماد على الذكاء الإصطناعي لتنبوء الصيانات الضرورية الواجب إتمامها ليس فقط بالمجمعات السكنية العملاقة والمصانع ذات خطوط الإنتاج الكبيرة فقط بل حتى في الشقق السكنية الصغيرة.

ليقوم نظام الذكاء الإصطناعي القائم على الصيانة والتشغيل بتحديد الأعطال وتحديد الوقت الأمثل للصيانة.

بالإضافة الى إنه سيقوم بالتواصل المباشر مع شركات الصيانة المتخصصة لتنفيذ أعمال الصيانة دون أي تدخل من مالك الوحدة السكنية ودون أن يشعر بأي شيء.



أ . د /

كما سيلعب الذكاء الإصطناعي دوراً بارزاً في مجال المحافظة على البيئة بصورة أكثر شمولاً وكفاءة أعلى.

علماً بضرورة مراعاة أعمال الصيانة بالذكاء الإصطناعي عند بداية التخطيط للمنشآت والمباني.

بحيث يتم مراعاة طرق وأعمال الصيانة خلال مراحل إعداد المخططات الأولية للمنشآت وكذلك المخططات التشغيلية وأيضاً خلال مراحل التنفيذ المختلفة.

بغرض أن يكون المبنى أو المنشأ (على إختلاف طبيعته والغرض المطلوب منه) قابلاً لإستيعاب منظومة التشغيل والصيانة بالذكاء الإصطناعي والتقنيات الخضراء.

وعلى سبيل المثال ما يتم عرضه بالأفلام الحديثة والمصنفة تحت بند (الخيال العلمي) تعمل على تقبل المشاهدين للأفكار الحديثة والرؤى المستقبلية التي سوف تكون مطروحة بالأسواق بالمستقبل القريب جداً نظراً للتطور الكبير الذي يشهده مجال الصيانة والتشغيل بالذكاء الإصطناعي في وقتنا الحالي.

أ . د /

تعريف التفوق الإصطناعى فى الصيانة واستخدامه فى المبانى الذكية

الذكاء الاصطناعي هو فرع من علوم الحاسب الآلي، وقامت الكثير من المؤلفات الخاصة بالذكاء الإصطناعي بتعريفه على أنه (دراسة وتصميم العملاء الأذكياء).

المقصود بالعميل الذكي هنا هو نظام يستوعب بيئته ويتخذ المواقف التي تزيد من فرصته في النجاح في تحقيق مهمته أو مهمة فريقه.

كما يمكن تعريف مصطلح الذكاء الاصطناعي بأنه قدرة النظام على تفسير البيانات الخارجية بشكل صحيح، والتعلم من هذه البيانات، واستخدام تلك المعرفة لتحقيق أهداف ومهام محددة من خلال التكيف المرن.

وحديثاً تم تعريف مصطلح الذكاء الاصطناعي على إنه :

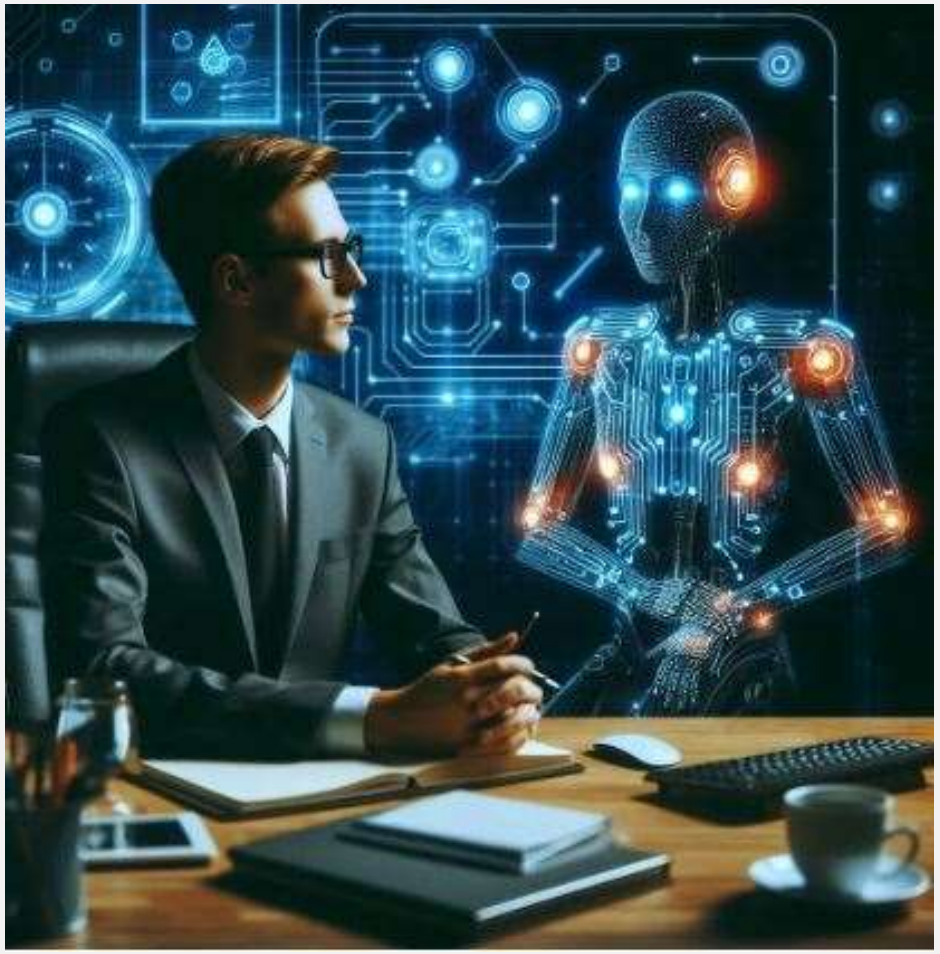
(جميع الأنظمة أو الأجهزة التي تحاكي الذكاء البشري لأداء المهام والتي يمكنها أن تحسن من نفسها استنادًا إلى المعلومات التي تجمعها).

أ . د /

الفروق الجوهرية بين ASو AI من زاوية المفهوم

العنصر	الذكاء الاصطناعي (AI)	التفوق الاصطناعي (AS)
مستوى الفهم	تقليدي/قائم على بيانات	استشرافي/تحليلي فوق بشري
نوعية التعلم	خوارزمي بإشراف بشري	فوق خوارزمي ذاتي التوجيه
القدرة على الإبداع	محدودة ومُوجهة نحو نمط التدريب	عالية ومبتكرة حتى خارج المعايير التقليدية
الاعتماد على الإنسان	مرتفع (للمدخلات والتصميم)	منخفض (قد يعتمد على الإنسان فقط في التوجيه القيمي)
تطبيقات الصيانة	تنبؤية/تشخيصية	ذاتية/استراتيجية/مرتبطة بأداء النظام الكامل
نطاق التفكير	محصور وموجه نحو هدف واحد	متعدد الأبعاد ومتداخل في التفكير والتحكم

تعريف التفوق الإصطناعى (AS) فى الصيانة واستخدامه فى المبانى الذكية



صورة رقم (): تصور تخيلي للتفوق الإصطناعي في خدمة البشرية

التفوق الاصطناعي (AS) هو مصطلح حديث يُشير إلى مستوى أعلى من الذكاء الاصطناعي، حيث لا يكتفي النظام- بتنفيذ المهام التى يقوم بها الالت و الحاسوب ، بل يُظهر **قدرة إدراكية واستراتيجية** تتجاوز تلك المتاحة في التحليل والتخطيط والتنفيذ الذاتي المتكامل، بل والتعلُّم الموجه ذاتياً مع تدخل بشرى.

يمثل AS نموذجاً **ما بعد الإدراك الآلي**، حيث تتحول الأنظمة من كونها (مساعدات) إلى كونها (قادة تفكير) تقترح، تتخذ قرارات مستقلة، وتنفذ بروح تحليلية متكاملة.

يعمل (AS) على إستباق الحدث والتخطيط المسبق لأي مخاطر تحدث مستقبلاً، عن طريق برامج محاكاة وقوائم مرجعية ذات بيانات مخزنة بسعة كبيرة معتمدة على الـ (Big Data) و(Facility Management) و (Digital twin

مكوناته الأساسية

:

1. **وعي قيادة اصطناعي** (:(Synthetic Contextual Awareness
القدرة على إدراك البيئة المحيطة، وتحليل أبعادها متعددة الطبقات، مثل الديناميكيات البشرية والاقتصادية والاجتماعية.
2. **تعلم فوق - ذاتي** (:(Meta-Learning
أنظمة تعلم تستطيع تطوير نماذج تعلم جديدة بنفسها، دون برمجة إضافية، وتُعيد هيكلة شبكاتها العصبية بناءً على التجربة.
3. **تفكير استباقي غير خطي** (:(Non-linear Anticipatory Thinking
يمكنه بناء سيناريوهات متعددة ومعقدة للتعامل مع الاحتمالات غير المتوقعة.
4. **أخلاقيات اصطناعية موجهة** (:(Embedded Ethical Frameworks
تتفاعل مع القيم والمعايير الاجتماعية في اتخاذ قرارات مسؤولة.

وظيفة ASفي الصيانة:

- **إدارة الصيانة ذاتياً:**

يقوم بتشخيص الأعطال، وإصدار أوامر الصيانة، ويتابع أعمال التنفيذ بتعديل المسارات حسب الأحداث

النتيجة:

الذكاء الاصطناعي (AI) هو مرحلة قوية من الأتمتة القائمة على الإدراك الحسابي، تعتمد على ما تم تزويدها به.

أما التفوق الاصطناعي (AS) ، فهو قفزة نوعية تنقل أنظمة الصيانة من مجرد الاستجابة الذكية إلى القيادة المعرفية، حيث تُفكر الأنظمة وتُقيم وتبتكر وتنفّذ من تلقاء ذاتها، بل وتُعيد تعريف ما يعنيه (الحفاظ على الأصول) في بيئة تعتمد على البصيرة لا على البرمجة فقط.

التوصيات

التوصيات:

إن الإلتزام بتنفيذ خطة الصيانة الدورية باستخدام التفوق الاصطناعى بكفاءة يعتبر مؤشراً جيدا لأداء الصيانة، فكما إن للإنتاج خطة يحققها، فإن للصيانة أيضا خطة يجب تنفيذها.

وكلما قلت نسبة أعمال الصيانة الطارئة الى أعمال الصيانة التنبؤية بالتفوق الإصطناعي، دلّ ذلك على كفاءة أداء الصيانة

يجب أن تكون هناك قاعدة بيانات مربوطة بأجهزة الحاسب المركزية لتسجيل البيانات و تحديثها

فريق من الخبراء فى مجال الذكاء الأصطناعى والعمل الميدانى مدعمين بالخبراء الفنيين

لابد من التاكد من أستخدام التفوق الأصطناعى بحكمة فى أعمال الصيانة التنبؤية وبأداء تحن المراقبة والتسجيل

الأستعانة بادارات التطوير المستدام من أجل الحصول على أعلى أداء

شكراً لحضراتكم

الأستاذ الدكتور / حسام البرمبلي

أستاذ العمارة والصيانة جامعة عين شمس

عضو مجلس الامناء للمجلس العربى للتشغيل والصيانة (OMAINTEC)

hos.borombaly@yahoo.com