دور تكنولوجيا إنترنت الأشياء وتكنولوجيا التوائم الرقمية على فاعلية التدريب العملي في مجال الطباعة

The Role of Internet of Things and Digital Twin Technologies in Practical Training in the Printing Field

أ.د/ مروة إبراهيم سليمان
استاذ بقسم الطباعة والنشر والتغليف- كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان
Marwa2012ibrahem@a-arts.helwan.edu.eg
أ.د/ إبراهيم عصمت والي
أستاذ بقسم الطباعة والنشر والتغليف- كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان
iwali@ a-arts.helwan.edu.eg
م.م/ أمنية محمد رأفت محمد
مدرس مساعد بقسم تصميم الجرافيك والوسائط- كلية الفنون التطبيقية- جامعة بدر بالقاهرة
omniaraafat@a-arts.helwan.edu.eg

الملخص Abstract:
إن الثورة الصناعية الرابعة لديها القدرة على تحويل مستقبل معظم الصناعات وأنظمة التشغل إلى الأفضل وزيادة فاعليتها ومن ضمنها صناعة الطباعة والتدريب عليها، ومن أهم التكنولوجيات الحديثة التي ظهرت مع نشأة الثورة الصناعية الرابعة تكنولوجيا إنترنت الأشياء وتكنولوجيا التوائم الرقمية .فمن المتوقع أن تغير تلك التكنولوجيات الرؤية المستقبلية للعولمة، حيث تحاكي تكنولوجيا التوائم الرقمية النموذج المادي للعملية المنفذة أو المنتجة من خلال مجموعة صيغ رقمية تعبر عن مهام المراقبة عن بعد ، العرض، التحكم – جميعها أو بعضها -وذلك بمساعدة أدوات تكنولوجيا إنترنت الأشياء" أجهزة الاستشعار عن بعد ، برمجيات، "...من خلال إعداد نموذج حي يتم تحديثه مع النظير المادي لتمثيل حالة وظروف العمل ومن ثم متابعة انسيابيته داخل المؤسسات الطباعية تزامنا مع وقت حدوثه .حيث يتم تحليل البيانات المرتبطة بأجهزة الاستشعار عن بعد مما يمكن المتدربين من متابعة العمليات التشغيلية لحظة بلحظة لتحقيق أقصى استفادة تدريبية .وتركز الورقة البحثية على مفهوم وإمكانات تكنولوجيا إنترنت الأشياء والتوائم الرقمية وتطبيقاتهما وكذلك امكانية دمجهما معا وسبل الاستفادة منهما لزيادة فاعلية التدريب العملي في مجال صناعة الطباعة .كما تناقش الورقة البحثية تحديات وفرص نجاح تنفيذ الدمج بين تلك التكنولوجيات محل الدراسة بهدف تصميم خطة شاملة لزيادة فاعلية التدريب العملي في مجال الطباعة بالاستفادة من الدمج بين تكنولوجيا إنترنت الأشياء وتكنولوجيا التوائم الرقمية.

الكلمات الدالة Keywords:
تكنولوجيا إنترنت الأشياء
Internet of things (IoT)
تكنولوجيا التوائم الرقمية
Digital Twins Technology- (DTS
صناعة الطباعة
Printing Industry
التدريب العملي
Practical Training
إنترنت الأشياء الصناعي
Industrial Internet of Things (IIoT)
إنترنت الأشياء التعليمي
Educational Internet of things (EIoT)

Paper received 25th May 2022, Accepted 16th July 2022, Published 1st of September 2022

المقدمة: Introduction

مع التطور الهائل في تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات وتطور المعدات بالمستشعرات والخوارزميات البرمجية البسيطة والفعّآلة والأجهزة التي تعمل بنظام تحديد الموقع العالمي GPS وتكنولوجيا الاستشعار عن قُرب وعن بُعد وبالتوصيل السلكي واللاسلكي، مما أدى إلى نقلة نوعية في الإنترنت من إنترنت الاتصالات إلى إنترنت الأشياء أثبتت تطبيقات إنترنت الأشياء حضورها في قطاعات الخدمات كالنقل والمطارات نتيجة لإلمكانات التي يوفرها قطاع الاتصالات وهو ما يمكن تطبيقه كذلك في قطاع الصناعة والتعليم والتدريب وبالتالي إمكانية الاستفادة من تطبيقات إنترنت الأشياء في تقديم خدمات متطورة في التدريب العملي الطباعي .

تعد تكنولوجيا التوائم الرقمية من أهم ما أظهرت الثورة الصناعية الرابعة والتي يتم استخدامها من خلال تحليل البيانات واتصال إنترنت الأشياء. زاد إنترنت الأشياء من حجم البيانات القابلة للاستخدام من التصنيع والرعاية الصحية وبيئات المدن الذكية وغيرها. توفر البيئة الثرية لإنترنت الأشياء إلى جانب تحليلات البيانات، موردًا أساسيًا للصيانة التنبؤية واكتشاف الأخطاء والحالة المستقبلية لعمليات التصنيع وكذلك العديد من المميزات الاخرى والتي سوف يعرضها البحث، يمكن لـ تكنولوجيا التوائم الرقمية مواجهة التحدي المتمثل في التكامل بين إنترنت الأشياء وتحليلات البيانات من خلال إنشاء توأم مادي وافتراضي متصل. تسمح بيئة بالتحليل السريع واتخاذ القرارات في الوقت الفعلي من خلال التحليلات الدقيقة. تقدم هذه الورقة البحثية دراسة استطلاعية لتكنولوجيا إنترنت الأشياء وتكنولوجيا التوائم الرقمية وتقنياتها واستخداماتها والتحديات التي قد تواجه دمج التقنيتين في مجال التدريب العملي الطباعي.

من المفترض أن تكون التدريبات العملية على الأجهزة التكنولوجية الحقيقية جزءًا ضروريًا من دراسة التدريب العملي في الجامعات خاصة في المجال الطباعي وكذلك تدريب المشغلين في صناعة الطباعة كاحدى الوسائل التعليمية لتنفيذ عملية صناعية حقيقية والتدريب الفعلي من خلال لبناء مختبراتهم المجهزة تجهيزًا جيدً للاغراض التعليمية لذا تنظم المؤسسات التدريب وجولات المصانع والزيارات الخارجية ولهذه الزيارات الخارجية اثر فى سير العمل داخل المؤسسات الطباعية خاصة في ظل وباء كورونا لذا أدى تطوير تكنولوجيا المعلوماتية والتكاليف الباهظه إلى تقليل عدد المختبرات والاستعاضة عنها وعن الزيارات الميادنية بتطبيق نماذج رقمية للعمليات الصناعية باستخدام تكنولوجيا التوائم الرقمية وتكنولوجيا إنترنت الأشياء تمثل النماذج المادية لـ الأنظمة الحقيقية من خلال نماذج رقمية.

مشكلة البحث: Statement of the Problem

تتمثل مشكلة البحث في النقاط التالية:

- هناك بعض الصعوبات التي تواجه التدريب العملي في مجال الطباعة والذى يتطلب زيارات ميدانية في المطابع المختلفة والمصانع والشركات.
- عدم استغلال تكنولوجيا إنترنت الأشياء ودمجها مع تكنولوجيا التوائم الرقمية (Digital Twins (DTS للمساهمة في التغلب على الصعوبات السابقة الخاصة بالتدريب العملي في مجال الطباعة.

أهداف البحث: Objective

- دمج تكنولوجيا إنترنت الأشياء وتكنولوجيا التوائم الرقمية لزيادة فاعلية التدريب العملي في مجال الطباعة من خلال التغلب على المشاكل التي التدريب العملي.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

- تحديد نقاط القوة والضعف لعملية تطبيق دمج تكنولوجيا إنترنت الأشياء وتكنولوجيا التوائم الرقمية أثناء التدريب العملي في مجال الطباعة وتحليل الفرص والتحديات المرتبطة.
- تصميم خطة شاملة لزيادة فاعلية التدريب تعتمد على دمج تكنولوجيا إنترنت الأشياء وتكنولوجيا التوائم الرقمية.

أهمية البحث: Significance

- الاستفادة من إمكانيات إنترنت الأشياء وتكنولوجيا التوائم الرقمية في مجال التدريب العملى الطباعى.
- الوقوف على التحديات التي تواجه تطبيق تكنولوجيا إنترنت الأشياء حيث أنه لم يتم استغلال مميزاتها حتى الآن.
- توفير الوقت والمجهود اللازم للتدريب العملى والخامات المستخدمة فيه مما يحقق مميزات أقتصادية لتطبيق تكنولوجيا إنترنت الأشياء.

منهج البحث: Research methodology

يعتمد البحث على استخدام المنهج الوصفي التحليلي حيث استخدمت استمارة التحليل الرباعي بغرض الحصول على نتائج محلله يمكن الإستفادة من نتائجها.

فروض البحث: Research Hypothesis

يمكن استخدام تكنولوجيا إنترنت الأشياء ودمجها مع تكنولوجيا التوائم الرقمية في التدريب العملي في مجال الطباعة.

1ـ الدراسة النظرية: Framework Theoretical

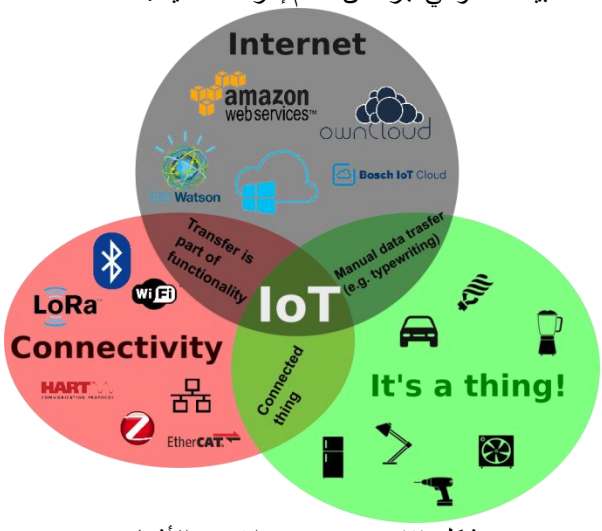
1ـ1 مفهوم تكنولوجيا إنترنت الأشياء ونشأتها وأهم خصائصها:

حظيت شبكة الانترنت باهتمام كبيّر في المجتمعات المعاصرة، لاسيما بعد التطور الصناعي المهول في تصنيع وتطوير "الاشياء-Things" التي لها القابلية على "تعريف نفسها ضمن الشبكة" والقابلية على "الاتصال عبر شبكة الانترنت" والقابلية على" التفاعل مع الاشياء الاخرى المرتبطة بالإنترنت واصبحنا على وشك أن نعيش ما بات يعرف بعصر "إنترنت الأشياء (IoT) Internet Of Things"،او ما بدأنا نطلق عليه اليوم مصطلح "شبكة كل شيء–IoE–Internet of Everything" ايضا، حيث تهدف جميعها لإنشاء بيئة افضل لحياة الانسان.

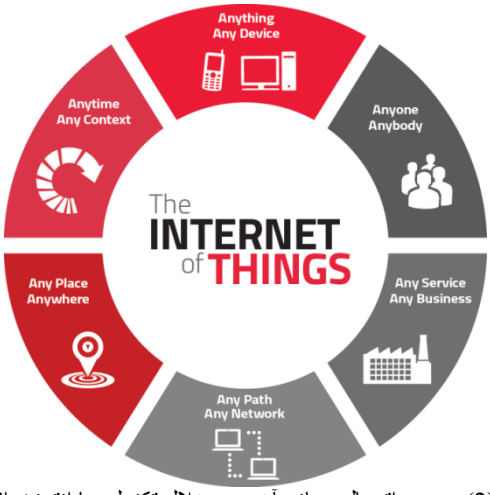
أصبحت أشياء كثيرة من حولنا متصلة بالإنترنت والتي من خلالها تقوم بتحويل كم ضخم من البيانات بالتوافق مع العديد من الأجهزة الأخرى في صورة إشارات دقيقة لتؤدى وظائف محددة في مجالات متنوعة ، وهذا ما يطلق عليه مصطلح "إنترنت الأشياء Internet of things (IoT)".

وقد ظهرت الكثير من التعريفات لهذا المصطلح الحديث والتي تصف Internet of things (IoT) من أهمها:

- حالة تكون فيها الكثير من الكائنات أو الاجهزة أو الاشياء المدمجة مع أجهزة الاستشعار مترابطة عبر انترنت، ويمكن أن تجمع هذه البيانات أي نوع من البيانات حول البيئة المحيطة بها، بما في ذلك درجة الحرارة والضوء والصوت والوقت والحركة والسرعة والمسافة .
- تعد تكنولوجيا إنترنت الأشياء Internet Of Things (IoT) ثورة تكنولوجية فهي مفهوم متطور لشبكة الإنترنت بحيث تمتلك كل الأشياء في حياتنا قابلية الاتصال بالإنترنت أو ببعضها البعض لإرسال واستقبال البيانات لأداء وظائف محددة من خلال الشبكة بواسطة أجهزة استشعار ومشغلات مدمجة, والتي يتم إرسالها بعد ذلك إلى التطبيقات المتخصصة لإنشاء معلومات قابلة للتنفيذ.
- يعد أي جهاز مستقل متصلاً بانترنت يمكن مراقبته والتحكم فيه من موقع بعيد جهازا يعمل بتكنولوجيا انترنت الاشياء.
- الأجهزة التي يمكنها العمل مع إنترنت الأشياء بأي شكل وأي وظيفة، ويمكن لأي جهاز من أجهزة مراقبة القلب والسيارات وأجهزة الإرسال والاستقبال الحيوية، وما إلى ذلك، جمع المعلومات ونقلها مع أي جهاز آخر على الشبكة نفسها.
- جميع المكونات التي تمكن الشركات والحكومات والمستهلكين من الاتصال بأجهزة إنترنت الأشياء، بما في ذلك أجهزة التحكم عن بعد ولوحات المعلومات والشبكات والبوابات وتخزين البيانات ، وهي جزء من نظام إنترنت الأشياء.



شكل (1) يوضح مفهوم انترنت الأشياء



شكل (2) يوضح اتصال جهاز بآخر من خلال تكنولوجيا انترنت الاشياء

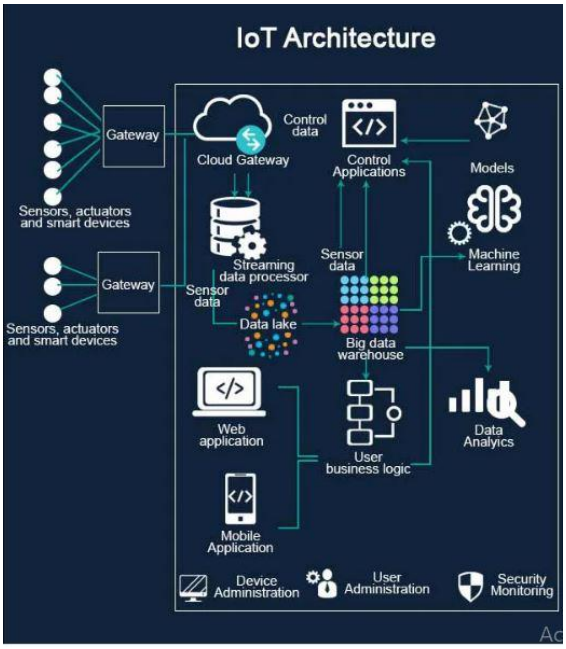
تؤكد التعريفات السابقة على أن مفهوم إنترنت الأشياء هو اتصال جهاز بجهازحيث يشير مصطلح إنترنت الأشياء إلى شبكة الأجهزة القادرة على جمع البيانات ومشاركتها من خلال الاتصال مع الأجهزة الأخرى الموجودة على الشبكة نفسها، حيث يسمح ذلك باستشعار الأشياء والتحكم فيها عن بعد من خلال البنية التحتية للشبكة الحالية، وهذا ما يوجِد العديد من الفرص للتكامل السلس للأنظمة القائمة على الحاسب في العالم المادي.

2ـ1 مكونات وأدوات نظام انترنت الأشياء:

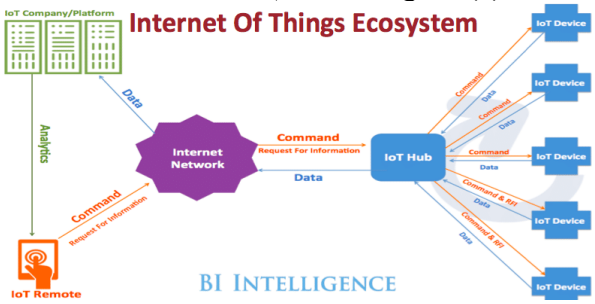
تعتبر أدوات إنترنت الأشياء من العناصر الأساسية لنجاح النظام المستخدم والتي يتعين أختيارها بدقه بناء على تصميم والهدف من تطبيق نظام انترنت الاشياء تبعا وتتضمن مجموعة من الأجهزة والبرمجيات...

وتتمثل هذه الأدوات فيما يلى والتي تتضح في الشكل التالي منها :

- جهاز استشعار عن بعد Sensors يقوم بنقل البيانات من مكان إلى آخر عبر الإنترنت.
- مشغلات Actuators: وتكون في الغالب لاسلكية.
- أجهزة محوسبة computerized devices أكثر تطوراً اجهزة ذكية Smart devices
- الشبكات بين نقاط أصل البيانات ونقاط استخدام البيانات Cloud Gateway.



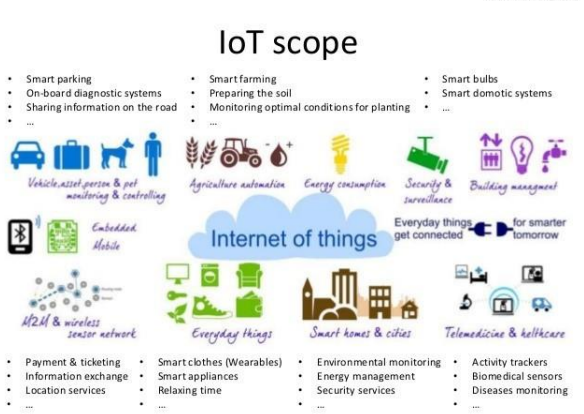
شكل (3) يوضح مكونات نظام تكنولوجيا انترنت الأشياء



شكل (4) يوضح مكونات النظام البيئي انترنت الأشياء

3.1 مجالات استخدام تكنولوجيا إنترنت الأشياء:

أصبح مصطلح إنترنت الأشياء أحد الركائز الأساسية في مختلف القطاعات الصناعية او التجارية في الفترة الاخيرة، نظرًا لقدرتها على تغيير العمليات الصناعية والتجارية الحالية بما تقدمه من حلول لأتمتة ومراقبة كل شئ حولنا, فمع ظهور تكنولوجيا إنترنت الأشياء ونموها أصبحت البيئات المادية أكثر ذكاءً وأكثر ترابطاً من أي وقت مضى فلقد غير هذا الطريقة التي نعيش بها من خلال تحسين الاستدامة والكفاءة والدقة والاقتصاد في كل جانب من جوانب حياتنا تقريبًا. لخدمة أغراض ومجالات مختلفة. ومن أهم هذه المجالات:
المجالات الطبية، والصناعية، والاقتصادية، والتربوية، والرياضية وحتى على مستوى الحياة اليومية للفرد، فأساس الموضوع يعتمد على سيناريو تفاعل الاشياء عبر الانترنت لتوفير افضل الخدمات للإنسان، فمن خلال امتلاك كل الأشياء في حياتنا القدرة على التواصل مع بعضها البعض أو مع شبكة الإنترنت تم الاستفادة من إنترنت الأشياء في العديد من الصناعات مثل أنظمة الرعاية الصحية وإدارة حركة المرور وإدارة الطاقة ومراقبة البيئة والمنازل الذكية والمدن الذكية .
يعتبر مجال التعليم الرقمي مرشحًا مهما لنشر تطبيقات إنترنت الأشياء حيث يمكن لتكنولوجيا إنترنت الأشياء ان تغير بشكل كبير طريقة التعلم الرقمي، وتعزز تعلم الطلاب في العديد من التخصصات وعلى أي مستوى حيث بإمكانية حلول إنترنت الأشياء لجعل المدارس والجامعات ومراكز التدريب أكثر ذكاءً وأكثر نجاحًا وفاعلية حيث يتواجد الأكاديميون والباحثون والطلاب في بيئة فريدة لقيادة اكتشاف وتطوير أنظمة إنترنت الأشياء والأجهزة والتطبيقات والخدمات نظرًا لأن التعلم الرقمي يتضمن عددًا كبيرًا من الأجهزة الإلكترونية، نظرًا لأن إنترنت الأشياء هو النظام الأساسي المناسب لذلك، فهو يدير الطريقة التي يتفاعل بها الجهاز مع الأجهزة الأخرى، وبالتالي يمكن نقل تجربة التعلم الأفضل للمتدربين.



شكل (5) يوضح مجالات استخدام انترنت الاشياء

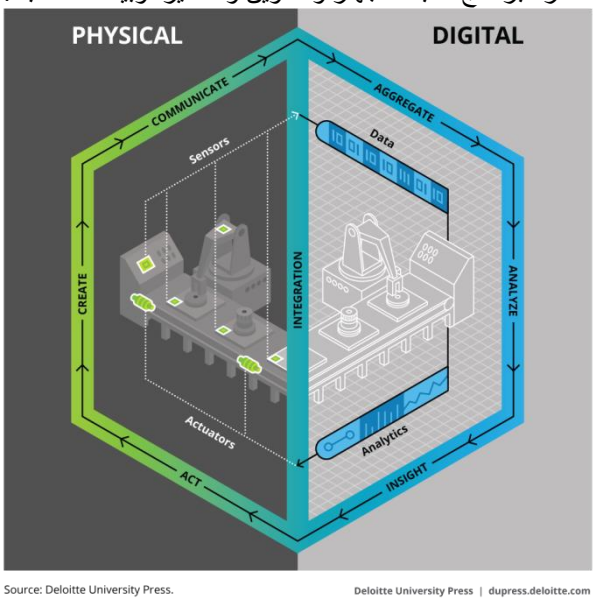
4.1 مفهوم تكنولوجيا التوائم الرقمية ونشأتها:

تعد تكنولوجيا التوائم الرقمية مفهوما جديدا ظهر مؤخرا، وهي الخطوة التالية في عالم إنترنت الأشياء حيث يستفيد مسئولي تقنية المعلومات بشكل متزايد من تقنيات إنترنت الأشياء في رحلة أعمالهم الرقمية.تُستخدم عبارة التوأم الرقمي بشكل شائع في الصناعة والمجتمع العلمي ، نشأ مفهوم استخدام "التوائم" من برنامج Apollo التابع لناسا والذي تم من أجله بناء مركبتين فضاء متطابقتين على الأقل ، مما يسمح للمهندسين بعكس ظروف المركبة الفضائية أثناء المهمة ، والمركبة المتبقية على الأرض تسمى التوأم, تم تقديم التكنولوجيا الحالية المعروفة باسم Digital Twin (DT) لأول مرة في عام 2002 بواسطة Michael Grieves.
ثم أنطلق مصطلح التوائم الرقمية بعد أن صنفت شركة Gartner التوائم الرقمية كأحد أهم 10 اتجاهات تقنية استراتيجية لعام 2017 حيث كان ان المتوقع إنه في غضون ثلاث إلى خمس سنوات ، "سيتم تمثيل مليارات الأشياء بواسطة التوائم الرقمية ، التوأم الرقمي هو تمثيل رقمي لنموذج مادي أو نظام. توسعت تطبيقات التوائم الرقمية لتشمل المباني والمصانع وحتى المدن ، كما يعرف التوأم الرقمي هو برنامج كمبيوتر يأخذ بيانات من العالم الحقيقي حول كائن مادي أو نظام كمدخلات وينتج كمخرجات تنبؤات أو محاكاة لكيفية تأثر هذا الكائن المادي أو النظام بهذه المدخلات.وقال البعض إن الأشخاص والعمليات يمكن أن يكون لها توائم رقمية ، مما يوسع المفهوم . نشأت الفكرة لأول مرة في وكالة ناسا: نماذج بالحجم الطبيعي لكبسولات الفضاء المبكرة، والتي استخدمت على الأرض لتعكس وتشخيص المشاكل في المدار ، أفسحت المجال في النهاية لمحاكاة رقمية بالكامل من خلال اعداد نموذج برمجي ديناميكي لشيء مادي أو لنظام ". بعد مرور عام، تنبأت شركة Gartner على التوائم الرقمية انه بحلول عام 2020، سيكون التوائم الرقمية موجودة لمليارات الأشياء في المستقبل القريب.
ومن أهم تعريفات التوأم الرقمي أنه استنساخ إلكتروني لكائن حي أو آلة، يشتمل على تفاصيل تتعلق بالأجزاء والأداء وما إلى ذلك، ويخزن المعلومات الحالية والسابقة حول العنصر، باستخدام أجهزة الاستشعار والمحركات، كما يتم إدخال هذه البيانات في النماذج التحليلية لإنتاج رؤى مهمة.التوأم المادي الذي تم استنساخه على منصة افتراضية هو نسخة شبه رقمية من كائن مادي. إنه جسر بين العالم الرقمي والعالم المادي. ويتمثل استخدامه الأساسي في تحسين أداء الأعمال، من خلال تحليل البيانات ومراقبة الأنظمة لمنع حدوث المشكلات وتفادي التوقف عن العمل.
كما ان هناك مصطلح آخر يعبر عن تكنولوجيا التوائم الرقمية وهو مصطلح الأنظمة الفيزيائية الإلكترونية Cyber-physical (CPS) systems والذى يتيح التحكم القائم على تحليل البيانات للموارد أو

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

البيئات المادية بسهولة ، تجمع الأنظمة الفيزيائية المعلومات الحسية من العالم الحقيقي وإرسالها إلى الوحدات الحسابية الرقمية المزدوجة من خلال تقنيات الاتصال (لاسلكي).

يعد التوأم الرقمي هو تمثيل برمجي لكائن مادي، لذا يجب أن يتضمن التوأم الرقمي المعرفة للكائن المادي الذي يمثله، يستخدم التوأم الرقمي في تحقيق غرضه بمجرد إضافة معلومات إضافية- مثل المعلومات الحسية (الموضع، ودرجة الحرارة، والرطوبة، وما إلى ذلك) و/أو قدرات التشغيل (تشغيل/ إيقاف تشغيل المصباح، وما إلى ذلك)- غالبًا ما تتضمن DT بيانات مساعدة إضافية، مثل إصدار البرنامج الثابت للجهاز والتكوين والمعايرة وبيانات الضبط.

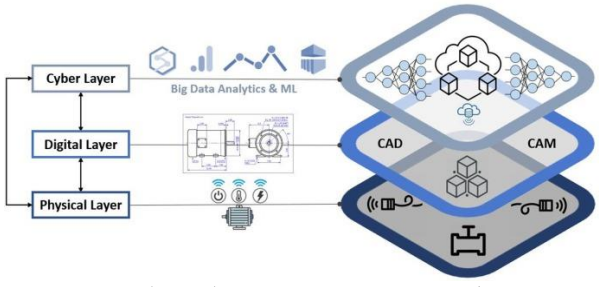


5.1 مكونات نظام التوائم الرقمية:

تؤكد تعاريف التوائم الرقمية على أن كل نظام يتكون من نظامين، النظام المادي والنظام الظاهري الرقمي:

- النظام المادي
- النظام الرقمي

والذي يحتوي على جميع المعلومات حول النظام المادي. تعرفه شركة سيمنز على النحو التالي: "التوأم الرقمي هو تمثيل افتراضي لمنتج مادي أو عملية، تُستخدم لفهم خصائص أداء النظير المادي والتنبؤ بها. تُستخدم التوائم الرقمية طوال دورة حياة المنتج لمحاكاة المنتج ونظام الإنتاج والتنبؤ به وتحسينهما قبل الاستثمار في النماذج الأولية والأصول.



شكل (6) يوضح مكونات نظام التوائم الرقمية

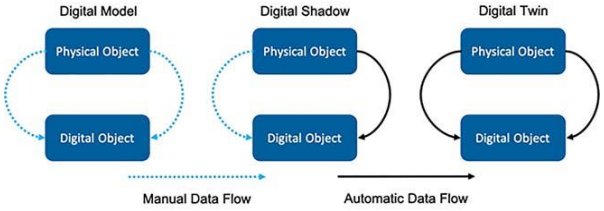
6.1 فئات التوائم الرقمية:

تصنف التوائم الرقمية إلى ثلاث فئات فرعية:

أ- **النموذج الرقمي Digital Model:** وهو عبارة عن تمثيل رقمي لشئ مادي موجود أو مخطط له، مع عدم وجود تبادل تلقائي للبيانات بين العناصر المادية الرقمية.

ب- **الظل الرقمي Digital shadow:** والذي يوجد كتدفق آلي أحادي الاتجاه للبيانات بين العناصر أو النماذج الرقمية المادية الموجودة.

ج- **التوأم الرقمي Digital twin:** حيث تتدفق البيانات بين الأشياء المادية الرقمية التي يتم دمجها بالكامل في كلا الاتجاهين.

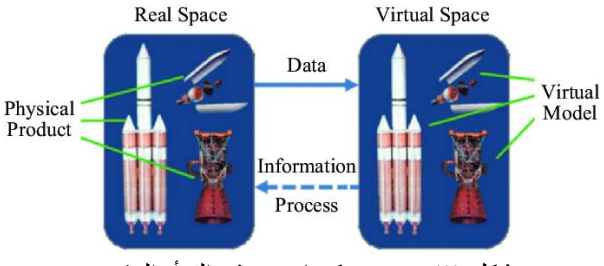


شكل (7) يوضح فئات التوائم الرقمية

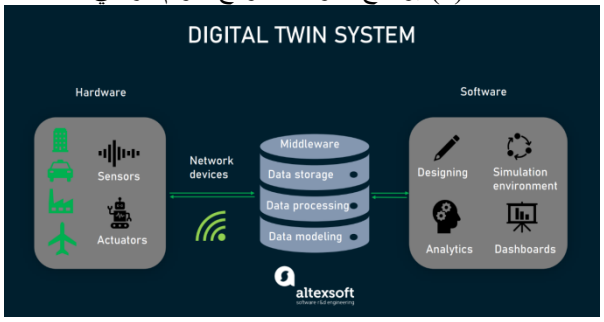
7.1 مكونات نموذج التوائم الرقمية:

تم بناء مفهوم التوأم الرقمي بحيث يمكنه الحصول على مدخلات من أجهزة استشعار تجمع المعلومات من نظير له في العالم الحقيقي. حيث يُسمح هذا للتوأم بمحاكاة الكائن المادي في الوقت الفعلي، في العملية التي تقدم رؤى حول الأداء والمشكلات المحتملة .

يمكن أيضًا أن يتم تنظيم التوأم الرقمي اعتمادًا على نموذج نظيره المادي، وفي هذه الحالة يمكن أن ينتقد التوأم أثناء تحسين المنتج؛ ويمكن أن يملأ التوأم كنموذج أولي نفسه قبل تجميع أي تكيف فيزيائي يسمح التوأم الرقمي بأن تكون تكاليف الإنتاج محدودة، حيث ستوفر المؤسسات التكاليف عندما تكون المنتجات صحيحة في أول تشغيل، ولا توجد متطلبات لاختبارات مادية مكلفة أو تحديثات للمنتجات أو الإجراءات .فالتوأم الرقمي نسخةٌ رقمية مماثلة تمامًا لجسم موجود في الواقع تجمع الحساسات المشغلة بواسطة إنترنت الأشياء البيانات المتعلقة بالجسم الواقعي، وترسلها نحو نظام قادر على تشكيل نسخةٍ افتراضية من الجسم الحقيقي لتشكّل توأمه الرقمي وتحلل البيانات الملتقطة من الجسمين الواقعي والافتراضي لتطوير التدريب العملي وجعله أذكى وأكثر كفاءة دون الحاجة للزيارات الفعلية للمؤسسات الطباعية وما يترتب على ذلك من تعطيل لسير العمليات التشغيلية داخل المؤسسة, تمثل التوائم الرقمية المستخدمة حاليًا نسخًا عن أجسام غير حية، كالمحركات والجسور، ويتطلع المبتكرون لمستقبل نتمكن فيه من إنشاء توائم رقمية للأجسام الحية كالبشر والحيوانات، بهدف استخدامها في تطبيقاتٍ متعددة مثل إجراء الاختبارات السريرية للأدوية بطرائق أعلى كفاءة وأقل تكلفة.



شكل (8) يوضح مكونات نموذج التوأم الرقمي



شكل (9) يوضح مكونات نظام التوائم الرقمية

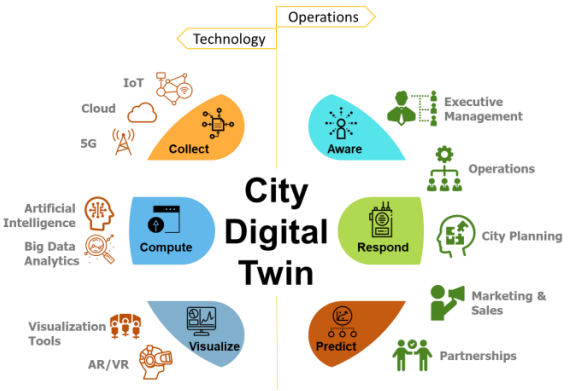
8.1 **خصائص التوائم الرقمية**:

- **الهوية**- يمثل التوأم الرقمي أصلًا ماديًا واحدًا وفريدًا؛ على الرغم من أننا نفضل العلاقة الأساسية من 1 إلى 1 بين الأصل والتوأم، إلا أن اعتبارات نتائج الأعمال قد تشير إلى علاقة أساسية من 1 إلى N ، كل منها يصف بُعدًا مختلفًا؛ يمكن إنشاء مثيل التوأم الرقمي عند الإنشاء (مثل الهندسة والإنتاج والتكوين والتثبيت) ويستمر حتى يتم إيقاف الأصل (أو بعد ذلك إذا كانت البيانات التاريخية مطلوبة).
- **التمثيل**- التقاط المظهر المادي الأساسي للأصل الحقيقي في تنسيق رقمي، باستخدام تنسيقات مثل CAD أو MES أو النماذج الهندسية مع البيانات الوصفية والتصنيفات المقابلة؛ يتم ضمان إمكانية التتبع بين التوأم الرقمي والشئ المادي من خلال التسلسل.
- **الحالة والأحداث**- تعكس حالة الأصول الحقيقية (مثل الحالة والموقع والسرعة والبيئة) في الوقت الفعلي (القريب) الذي يوفر معلومات عن الخصائص التي تصف الجوانب المختلفة التي تم بناء التوأم الرقمي من أجلها؛ يقوم التوأم الرقمي بتشغيل التنبيهات والأحداث نيابة عن الكائن.
- **السياق**- يصف سياق التشغيل مثل التركيب المادي، والإشارة إلى المعلومات المالية أو معلومات إدارة الأصول، والأدوار وشريك الأعمال المعني، واتفاقيات مستوى الخدمة، وأعمال الخدمة المنفذة على الأصل.
- **التفاعل**- يجب الاستعلام عن جميع الخصائص المذكورة أعلاه بشكل آمن ورقمي في نظام برمجي بواسطة أنظمة أخرى (عبر واجهات برمجة التطبيقات) أو مستخدمين.

وهذه الخصائص يستند عليها البحث لنقل تصورهن سير العمل داخل المؤسسة الطباعية وكذلك سير العمليات التشغيلية وتتبعها لزيادة كفاءة التدريب العملي عن بعض دون تعطيل سير العمل.

من أهم خصائص التوائم الرقمية أيضاً:

- **التركيب**- حيث يتم تمثيل تكوين للكائن في التوأم الرقمي كتسلسل هرمي أو رسم بياني أو شبكة أو نموذج متعدد الأبعاد؛ قد يتطلب سياق المستخدم المختلف إعادة التكوين .
- **المحاكاة والسلوك**- النماذج القائمة على الفيزياء (مثل التحليل البنيوي النيوتوني، وديناميات السوائل الحسابية) والنماذج الإحصائية (مثل التصنيف، واكتشاف الخطأ) أو خوارزميات التعلم الآلي (على سبيل المثال لتحليل الفيديو) توفر نظرة ثاقبة واستبصارًا لسلوك كائن يتجاوز ما يمكن قياسه (مثل استخدام أجهزة الاستشعار الافتراضية).
- **التحكم**- التحكم عن بعد في الكائن المادي عبر مشغلات كشفها التوأم الرقمي .
- **التوزيع**- لا يحتاج نموذج البيانات الرقمية المزدوجة إلى الإقامة في نظام برمجي واحد، ولكن يمكن توزيعه بين الحافة (بالقرب من الكائن المادي) والمثيلات المركزية (على سبيل المثال في السحابة)
- **التصور والتحليلات**- تجربة المستخدم (الويب والجوال والمحادثة) لمراقبة الحالة أو الحالة (بما في ذلك المعلومات المحاكاة أو المشتقة)، للاستعلام عن السلوك التاريخي، وتلقي التنبيهات والإشعارات؛ قد يتضمن ذلك تمثيلًا ثنائي الأبعاد أو ثلاثي الأبعاد (بما في ذلك الواقع المعزز الذي يغطي العالم المادي والرقمي)، أو إعادة عرض السلوك السابق، أو التنبؤ بالسلوك المستقبلي وهي من أهم الخصائص التي يقف عندها البحث لأنها وسيلة نقل تجربة المتدرب داخل المؤسسات الطباعية.



شكل (10) يوضح خصائص تكنولوجيا التوائم الرقمية

9.1 **عناصر التوائم الرقمية**:

من أهم عناصر التوأم الرقمي ما يلي:

أ- **التقاط البيانات والدمج:** يُحدث التوأم الرقمي الكيفية التي تلتقط بها المؤسسات البيانات وتتصورها ويدمج بين الشبكات ويُحلل المعلومات وذلك من خلال ما يلي: (نمذجة البيانات- تكامل النظام وإدارته- التقاط العالم الواقعي- إنشاء المعلم واستخراجه- أنظمة العمل ودورات سير العمل)

ب- **الوقت الفعلي والتصور:** اتخاذ القرارات الصحيحة واكتشاف أنماطًا جديدة واستكشاف إمكانات البيانات من خلال معلومات في وقت فعلي وشبكة موثوقة عن طريق (لوحات المعلومات وتقديم التقارير- تكامل إنترنت الأشياء (IoT) في الوقت الفعلي- رؤى وتحليلات- تصور متقدم)

ج- **المشاركة والتعاون:** حيث تدعم تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافيا المؤسسات والمجتمعات الذكية عن طريق تحسين مشاركة المعلومات وحذف مخازن البيانات وزيادة الإشراك الداخلي والخارجي. وذلك عن طريق: (الاتصال المرئي الديناميكي- الإشراك والتعاون- الوصول إلى بيانات منتشرة- شفافية المعلومات- تقديم المشروع)

10.1 **مميزات وتطبيقات تكنولوجيا التوائم الرقمية**:

من أهم مميزات تكنولوجيا التوائم الرقمية:

1- **توفير التكاليف الاقتصادية والجهد والوقت من خلال التقليل من تأثير تعطل المعدات:** يمكن أن يستخدم "توأم صحة الماكينة" العملية وبيانات المعدات لمراقبة الأعطال واستكشافها وإصلاحها وتشخيصها والتنبؤ بها معدات.

2- **تحسين تخطيط الإنتاج والجدولة:** يمكن أن يقوم "التوأم الجدولة والتوجيه" بجمع البيانات من مختلف الأنظمة، مثل معدات الإنتاج وأنظمة تنفيذ التصنيع (MES) وأنظمة تخطيط موارد المؤسسات (ERP) ، لتحليل الوضع الحالي لنظام الإنتاج وأي تقلبات في طلب العملاء والمخزون والموارد. مما يمكن من التسليم في الوقت المحدد، وتحسين الموارد (أي المواد والعمالة والمعدات)، وتقليل وقت الدورة، وخفض تكلفة المخزون.

3- **التمكين من التحسين المستمر. من خلال تمكين التمثيل الافتراضي:** حيث يمكن أن يستخدم "التوأم الرقمي" بتحليل البيانات التي تم جمعها من خلال مراقبة أداء المعدات الجديدة أثناء التشغيل. يمكن أن تسمح هذه المعلومات باكتشاف وحل المشكلات قبل الاستثمار وتجنب الحاجة إلى تعديلات مكلفة أثناء التثبيت أو بعده وبالتالي تقليل التكاليف والوقت.

التوائم الرقمية لها تطبيقات في مجالات متنوعة بما في ذلك التصنيع والطيران والسيارات والرعاية الصحية. كما ان لها مستقبل واعد أيضاً في مجال للتعليم الرقمي والبحث والتدريب لما لديها إمكانات هائلة في تقديم غير مسبوق خبرات التعلم ويعتمد تقييم أداء وإمكانية تطبيق التوأم الرقمي على ثلاثة عوامل رئيسية:

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

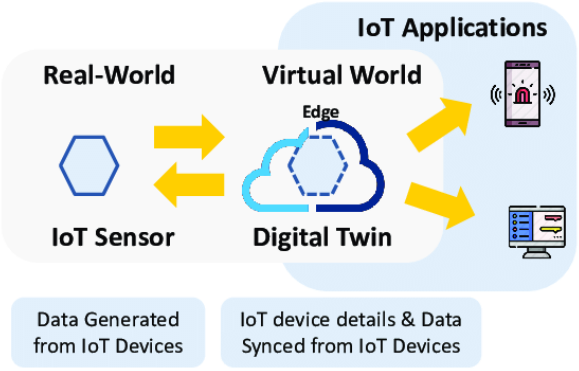
- **التطبيق:** يحدد التطبيق المحدد للتوأم الرقمي ما إذا كان يحتاج إلى دعم التحديث في الوقت الفعلي أو دون اتصال بالإنترنت بالإضافة إلى الدقة اللازمة لدعم القرار أو إجراء التحكم المستهدف. يحدد نطاق وأهداف التوأم الرقمي الجوانب التي يجب تضمينها حيث يتم تحديد فائدة التوأم الرقمي بالدقة وليس التعقيد. وذلك لتجنب ما لا يلزم من لمكونات والوظائف توفر الوقت والجهد كما تحد من الأخطاء المحتملة.
- **وجهة المراقبة:** تحدد وجهة او مكان المراقبة القرار المطلوب أو إجراء التحكم ما إذا كان النموذج، عملية، أو هناك حاجة إلى نظام التوأم. وبالمثل، تحدد وجهة النظر الأساليب والأدوات مطلوب، مثل ما إذا كان يجب أن يحاكي التوأم الرقمي السلوك الذي يمكن ملاحظته للنظام (أي، مضاهاة) أو ما إذا كان ينبغي لها نمذجة حالة النظام (أي المحاكاة)
- **الحالة:** الحالة او السياق المطلوب لدعم وجهة المراقبة يحدد كيفية توفير المعلومات من التوأم الرقمي. على سبيل المثال، قد لا تكون هناك حاجة للتخيل (على الرغم من قوته) بناءً على متطلبات حالة الاستخدام والقيود على الوقت والميزانية. وبالمثل، يمكن لوجهة النظر ذات الصلة تؤثر على أنواع المعلومات التي تشكل السياق الذي يوفره التوأم الرقمي.

11.1 دمج تكنولوجيا إنترنت الأشياء مع تكنولوجيا التوائم الرقمية:

يُشار إلى التوأم الرقمي أحيانًا على أنه تمثيل لجهاز إنترنت الأشياء لكن هناك فرق واضح بين تكنولوجيا إنترنت الأشياء وتكنولوجيا التوائم الرقمية، حيث يمكن توضيح مفهوم التوائم الرقمية في ضوء تكنولوجيا إنترنت الأشياءعلى أنها المكان الذي تتجمع فيه جميع البيانات من أجهزة وأدوات إنترنت الأشياء معًا. في عصر بيانات بيئات العمل غير المنعزلة . Non-isolated work environment، حيث يعرف انترنت الاشياء على انه مفهوم متطور لشبكة الإنترنت بحيث تمتلك كل الأشياء في حياتنا قابلية الاتصال بالإنترنت أو ببعضها البعض لإرسال واستقبال البيانات لأداء وظائف محددة من خلال الشبكة بواسطة أجهزة استشعار ومشغلات مدمجة, والتي يتم إرسالها بعد ذلك إلى التطبيقات المتخصصة لإنشاء معلومات قابلة للتنفيذ.

والتوأم الرقمي الرقمي هو تمثيل رقمي لنموذج مادي أو نظام والذي تتدفق فيه البيانات من جميع أنحاء مكان العمل بحرية معًا. إنه يعطي الشركات وصورة دقيقة وذات صلة وواقعية لمنشآتها ، من خلال تدفق البيانات خلال ادوات إنترنت الأشياء.

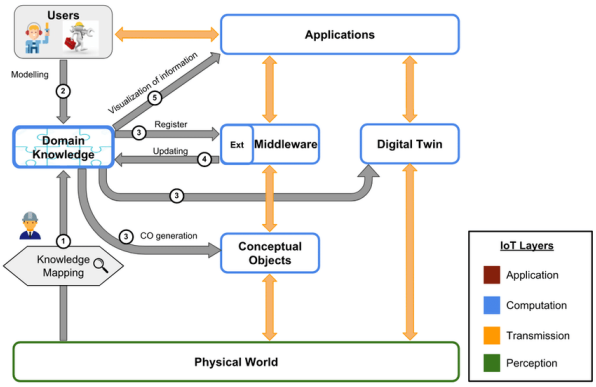
تبني شبكة التوأم الرقمي من الأجهزة المتصلة المنتجة للبيانات (باستخدام ادوات إنترنت الأشياء) كلما زاد تدفق البيانات، زادت المعلومات الخاصة ببيئة العمل فتعمل التوائم الرقمية كمستودع للبيانات. نظرًا لأن البيانات المتصلة تعين نفس الوجهة الرقمية مثل نظيرتها المادية، فهناك ترتيب وهيكل متأصلان في التوأم. ونظرًا لأن كل شئ يشير إلى نفس المكان (التوأم)، فمن السهل دمج البرامج والتطبيقات والعمليات في نفس المستودع لنشر تلك البيانات. تعد التوائم الرقمية مصدرًا للحقيقة: حيث انها تمثيل حقيقي لبيانات بيئات العمل المنعزلة لتبقى بيئات العمل على اتصال مستمر.تتغذى العديد من المصادر على التوأم الرقمي. العديد من المصادر تسحب منه. في وسط كل شئ واحد، كامل مستودع البيانات. تطبيق مفهوم التوائم الرقمية يسمح بإنشاء تمثيلات رقمية مناسبة للغرض لإنتاجهم الأنظمة والعمليات باستخدام البيانات والمعلومات المجمعة لتمكين التحليل واتخاذ القرار والسيطرة لهدف ونطاق محددين وتعد اتوائم الرقمية أفضل طريقة لتبسيط الطبيعة المعقدة لإنترنت الأشياء.



شكل (11) يوضح دمج تكنولوجيا إنترنت الأشياء مع تكنولوجيا التوائم الرقمية

12.1 توظيف دمج تكنولوجيا إنترنت الأشياء مع تكنولوجيا التوائم الرقمية داخل بيئات العمل:

مع نمو وتطور تكنولوجيا إنترنت الأشياء بشكل كبير وأكثر تعقيدًا، تزداد أهمية التوائم الرقمية حيث أنهما شديدا الأرتباط. حيث انهم مستودع اتصال لأجهزة الاستشعار والاجهزة الذكية والمشغلات. فهم مستودع البيانات غير المنعزلة. وهم العمود الفقري داخل بيئات العمل. بدون التوائم الرقمية ، تتضمن إنترنت الأشياء الكثير من الشبكات بين نقاط أصل البيانات ونقاط استخدام البيانات. يمكن إدارة تشغيل كل جهاز بشكل فعال من خلال تطبيق تقنية إنترنت الأشياء. تؤدي الإدارة التشغيلية الفعالة إلى نجاح النظام. ومن ثم سيكون تنفيذ إنترنت الأشياء ناجحًا الإستراتيجية في رفع فعالية النظام.



شكل (12) يوضح دمج تكنولوجيا إنترنت الأشياء مع تكنولوجيا التوائم الرقمية داخل بيئات العمل

13.1 مميزات دمج تكنولوجيا إنترنت الأشياء مع مفهوم تكنولوجيا التوائم الرقمية:

أدى الازدياد في استخدام مستشعرات إنترنت الأشياء مع تحسين الأجهزة التي تتعامل معها إلى أن تكون تكنولوجيا التوائم الرقمية قابلة للتطبيق بشكل أوسع في مجال التدريب ...، حيث يمكن أن تتضمن التوائم الرقمية محاكاة لنماذج رقمية مما يمنح مزايا إضافية لعملية الدمج بينهما مما أدى إلى ظهور العديد من المميزات، والتي تتمثل في:

استخدام تكنولوجيا التوائم الرقمية للتنبؤ بالنتائج المختلفة بناءً على البيانات المتغيرة، حيث يتم عمل محاكاة أو تمثيل سيناريو محتمل في البيئة الرقمية من خلال تحليل البيانات، يمكن للتوائم الرقمية في كثير من الأحيان تحسين استخدام ادوات إنترنت الأشياء لتحقيق أقصى قدر من الكفاءة، وكذلك مساعدة المصممين على معرفة كيفية سير العمليات قبل تنفيذها فعليًا. يمكن أن تحاكي التوائم الرقمية بدقة كيفية أداء الأجهزة بمرور الوقت، مما قد يساعد في التنبؤ بالأداء المستقبلي والفشل المحتمل. يناقش البحث تطويرا لاستخدام تكنولوجيا التوائم الرقمية باستخدام ادوات إنترنت الأشياء لنقل سير العمليات داخل المؤسسة الطباعية لزيادة فاعلية التدريب العملي في المجال الطباعي.

ويعد التدريب العملي الطباعي من أكثر القطاعات تكيفًا وفعالية من حيث نشر أجهزة إنترنت الأشياء لاستخدامها، من أجل جعل التعليم أكثر تعاونًا وتفاعلًا وإمكانية الوصول إليه للجميع.تمنح أجهزة إنترنت الأشياء المتدربين وصولاً موثوقًا به إلى كل شئ بدءًا من المواد التعليمية إلى قنوات الاتصال وحتى الفهم الجيد، كما أنها تمنح القدرة على قياس تقدم تعلم المتدربين في الوقت الفعلي ، فإن وباء COVID-19 قد سلط الضوء بشكل كافٍ على وجوب تعدد المصادر التعليمية. تتيح إنترنت الأشياء فقط التحول في منهجية التدريب من التقليدية إلى الرقمية مع العديد من الفوائد الإضافية وزيادة الكفاءة ساعدت التكنولوجيا في رفع ديناميكيات ونطاق التدريب، وتمكن إنترنت الأشياء التدريب الطباعي ليصبح عمليًا رقميا بشكل فعال.

لذا يتبنى البحث فاعلية باستخدام التوائم الرقمية كوسيلة تعليمية ودمجها مع تكنولوجيا إنترنت الأشياء لزيادة فاعلية التدريب العملي في مجال الطباعة. توفر التوائم الرقمية إمكانات قوية لتحقيق رؤى أفضل حول نماذج مادية واتخاذ قرارات أفضل ومن أهم تطبيقات تكنولوجيا التوائم الرقمية انها تحدد أفضل مسار للعمل من خلال التخلص من التخمين أثناء عمليات التصنيع. يُعد الاعتماد المتزايد لإنترنت الأشياء مثاليًا في كثير من الصناعات للاستفادة من تكنولوجيا التوائم الرقمية لتعزيز خدماتها ومنصاتها, كذلك تحسين الأداء حيث يساعد التوأم الرقمي في تحديد المجموعة المثلى من المعلومات والإجراءات التي يمكن أن تساعد في تعظيم بعض مقاييس الأداء الرئيسية وتوفير تنبؤات للتخطيط طويل الأجل فعلى سبيل المثال، اقترحت وكالة ناسا واعتمدت للمراقبة والتحسين الأمثل للسلامة والموثوقية للمركبة الفضائية بالإضافة تحسين انطباع العملاء حيث يمكنها تعزيز تجربة العملاء للاحتفاظ بقاعدة عملاء جديدة واستكشافها وهو هدف الشركات. من خلال إنشاء توأم رقمي من التطبيقات التي تواجه العملاء مباشرة ، يمكنهم الحصول على تعليقات تعزز الخدمات المقدمة مباشرة للعملاء.

وكذلك الصيانة فيستطيع التوأم الرقمي تحليل بيانات الأداء التي تم جمعها بمرور الوقت وفي ظل ظروف مختلفة حيث يمكن من خلال البيانات التي ينقلها نموذج التوأم الرقمي التعرف على الاجزاء التي تحتاج صيانة والتنبؤ بها قبل العطل- يُستخدم التوأم الرقمي أيضًا كنسخة رقمية من الآلة الحقيقية (الواقع المادي) التي يتم إنشاؤها وتطويرها في وقت واحد. يتم تحميل البيانات من الآلة الحقيقية في النموذج الرقمي لتمكين محاكاة واختبار الأفكار حتى قبل بدء التصنيع الفعلي وكذلك يحسن تدريب المتدربين حيث يمكن للتوائم الرقمية إعادة إنتاج مواقف خطرة في الحياة الواقعية لتدريب العمال. حيث يمكن للموظفين أيضًا أن يكونوا مستعدين للتعامل مع المعدات التي لا يمكن التدرب عليها عمليًا وهي اهم الامكانات التي يقف عليها البحث.

1.4 استخدامات دمج تكنولوجيا التوائم الرقمية في البيئات الصناعية:

يتم تصميم تكنولوجيا التوائم الرقمية لغرض معين يخدم بيئة صناعية محددة. ومن الأمثلة المستخدمة في البيئات الصناعية ما يلي:

- **التوأم الرقمي للمنتج المتصل:** يقوم المصنعون بإنشاء توائم رقمية لمنتجاتهم لمتابعة دورة الحياة الكاملة من التصميم والإنتاج والتسليم والاستخدام والخدمة عند العميل حتى نهاية العمر الافتراضي.
- **التوأم الرقمي للأصل المتصل (في الخدمات اللوجستية):** يستخدم المشغلون التوائم الرقمية لأصولهم أو أسطول مركباتهم لتتبع الأصول وصيانتها وتحسينها وإدارتها.
- **التوأم الرقمي لمتابعة الإنتاج:** يقوم المصنعون بتعيين مصنعهم لإدارة وتحسين الإنتاج والعمليات.
- **التوأم الرقمي للبنية التحتية:** مثل التوأم الرقمي للأصول، مع التركيز على البنية التحتية الشبيهة بالشبكة لتمثيل تدفق المركبات، تتجه الشركات المصنعة التجارية أو الصناعية. متابعة ما بعد البيع من خدمات الدعم والإصلاح وقطع الغيار، يحقق المنتج المتصل بالتوأم الرقمي من خلال ادوات إنترنت الأشياء بتحقيق قيمة إضافية على مدار دورة حياة المنتج.
- تصمم أيضاً التوائم الرقمية كتمثيل رقمي حي على هياكل مادية أكثر تعقيدًا. وغالبًا ما تجمع بين الأصول والمنتجات المتصلة مع وضع نتائج أعمال محددة في الاعتبار خلال عمليات الإنتاج: يتم استخدام التحكم الرقمي في العمليات لفرق العمليات على نطاق واسع في التصنيع المنفصل والمطابع والصناعات العملية؛ اعتمدت فرق الصيانة في الغالب على معلومات وبيانات الاستخدام وجدولة وقت التوقف المخطط له؛ يؤدي الجمع بين الأصول المتصلة مع معلومات الجودة والعملية في الوقت الفعلي إلى إنشاء منظور شامل لعملية الإنتاج. تستخدم الشركات تقنية التوأم الرقمي لأسباب عديدة منها تحسين العمليات الجارية وتدريب الموظفين واختبار المنتجات أو الإجراءات الجديدة قبل إطلاقها في العالم الحقيقي حيث يصبح إصلاح أي مشكلات أكثر تكلفة وتعقيدًا.كما يمكن أن تساعد تقنية التوأم الرقمي الموظفين على الشعور بالراحة مع تنفيذ وأتمتة إنترنت الأشياء لأن لديهم الفرصة لمحاكاة التطبيق قبل بدء تشغيله. يمكن بعد ذلك تطبيق الدروس المستفادة والفرص المكتشفة من خلال التوأم الرقمي على البيئة المادية.

2. إجراءات الدراسة Methodology:

2.1 الخطوات المنهجية للدراسة:

2-1-1 تحديد مجتمع الدراسة: يشمل مجتمع الدراسة المؤسسات الطباعية والمرتبطة بانتاج محدد بوقت وكذلك المؤسسات ذات الطابع الامني والتي تتطلب اتباع اجراءات للامن والسلامة داخلها والتي تجعل من عملية التدريب الفعلى داخله عملية صعبة تصاحبها مجموعة من العقبات والمخاطر

2-1-2 أداة جمع بيانات الدراسة: تم استخدام استمارة التحليل الاستراتيجي كأداة لجمع البيانات من قبل الباحثين .

2.2 التحليل الاستراتيجي التنافسي لتجربة استخدام تكنولوجيا إنترنت الأشياء لبناء التوائم الرقمية في مجال التدريب العملي للطباعة:

يمثل التحليل الرباعى (SWOT Analysis) أحد الأدوات الشائعة في التحليل الاستراتيجي حيث يمكن استخدامها للتوصل إلى نظرة سريعة للموقف الاستراتيجي. وينقسم هذا التحليل إلى ما يلي: يتم إجراء التحليل الاستراتيجي الرباعي SWOT لأي نموذج لتحديد نقاط القوة Strengths وتحديد الضعف Weaknesses والفرص التي يمكن الاستفادة منها Opportunities وكذلك التهديدات Threats التي تحلل مدى القابلية لدمج تكنولوجيا التوائم الرقمية وتكنولوجيا إنترنت الأشياء.

البحث لتوضيح نقاط القوة والضعف في كل تقنية وكذلك الفرص المتاحة لهذه التكنولوجيات من تطبيقات والتهديدات التي قد تتعرض لها تكنولوجيا التوائم الرقمية وتكنولوجيا إنترنت الأشياء في مجال التدريب العملي ويتم التحليل الاستراتيجي للنتائج من خلال عوامل منها (إمكانية الدمج من الناحية التصميمية- الاقتصادية- قابلية التطبيق).

3.2 نتائج التجربة والتحليل الاستراتيجي الرباعي SWOT لدمج تكنولوجيا التوائم الرقمية وتكنولوجيا إنترنت الأشياء:

2-3-1 أهم نقاط القوة Strengths التي يحققها دمج تكنولوجيا التوائم الرقمية مع تكنولوجيا إنترنت الأشياء في التدريب العملي الطباعي:

- تحقيق مرونة أكثر في مجال التدريب العملي وتوفير الوقت من خلال توفير الوقت اللازم لحركة المتدربين من وإلى المؤسسات الطباعية وكذلك تعطيل سير العمل داخل المؤسسات الطباعية وأثر ذلك على الإنتاجية وكذلك توفير الجهد المبذول لمتابعة حركة المتدربين داخل المؤسسة

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

الطباعية وما يلزمه من متابعة للتأكد من اتباع تعليمات السلامة والامان.

- يمكن لعدد غير محدود من المتدربين العمل مع التوائم الرقمية وتطبيقها دون الالتزام بعدد محدد تفرضه المؤسسة الطباعية أثناء الزيارة الميدانية.
- جعل التدريب اكثر سلاسة مريحًا كما هو الحال في غرف المختبرات التقليدية وبيئات التصنيع كالمؤسسات الطباعية.
- القدرة على التكيف والقابلية للتطبيق حسب هدف التدريب حيث يتم تصميم النظام بناءا عى الغرض التدريبي.

2-3-2 الضعف Weaknesses التي تواجه دمج تكنولوجيا التوائم الرقمية وتكنولوجيا إنترنت الأشياء في التدريب العملي الطباعي:

تظهر بعض نقاط الضعف في عملية دمج استخدام مفهوم التوأم الرقمي في الصناعة 4.0 مع تكنولوجيا إنترنت الأشياء، تتمثل في ما يلي:

- تطلب التكنولوجيا خبراء على خبرة عالية لتنفيذ نظام التدريب وكذلك خبراء قادرين على التعامل مع النظام ومساعدة المتدربين على التعامل مع النظام.
- التكلفة الاقتصادية وحجم الاستثمارات التي تطلبها استخدام التكنولوجيا لتطبيقها في مصر .
- أمن البيانات cyber security وما تطلبه من برمجيات ودعم للحفاظ على البيانات الخاصة بالمؤسسات الطباعية وسريتها .
- عند اختيار تقنية توأم رقمية مناسبة ومنصة أتمته مقابلة يجب مراعاة هذه المتطلبات الاتية: لا يقتصر تمثيل التوأم الرقمي على أجهزة إنترنت الأشياء فقط.يجب السماح بحل مزدوج رقمي لنمذجة العلاقات بين أجهزة إنترنت الأشياء. يجب أن يكون العملاء قادرين على إنشاء نماذج توائم رقمية جديدة خاصة بحالة الاستخدام. كذلك يجب أن توفر المنصة بنية أساسية للتزويد تمكن من إنشاء توائم رقمية وربطها بأجهزة إنترنت الأشياء المختلفة (بما في ذلك علاقات النمذجة) .يجب أن يكون إنشاء سيناريوهات (قواعد) الأتمتة على هذه الكائنات "المركبة". بشكل عام، يجب أن تكون أجهزة إنترنت الأشياء قادرة على إرسال البيانات في أوقات مختلفة، وبالتالي يجب أن يكون الدمج السلس للبيانات المتدفقة ممكنًا. لذا يجب أن تسمح منصات إنترنت الأشياء للمستخدمين بإنشاء قواعد أتمتة على مجموعات أصول التوائم الرقمية، والتي يجب تصميمها ودمجها بادوانت إنترنت الأشياء مرة واحدة فقط للأصول المادية.

3-3-2 الفرص التي يمكن الاستفادة منها Opportunities عند دمج تكنولوجيا التوائم الرقمية وتكنولوجيا إنترنت الأشياء في التدريب العملي الطباعي:

من أهم الفرص التي يمكن ان تحققها دمج التكنولوجيتان ما يلي:

- تحول مصر للرقمنة وتوجه الدولة نحو التعلم الرقمي المتماشي مع استخدام التكنولوجيا الحديثة بحسب رؤية مصر الاستراتيجية 2030
- تهيئة البنية التحتية لتناسب استخدام التكنولوجيا الحديثة وهو التوجه الحالي والذي ظهر من خلال نقل المؤسسات الطباعية للعاصمة الادارية الجديدة واتجاهها للرقمنة.
- إمكانية التدريب في المطابع الامنية باستخدام تكنولوجيا انترنت الاشياء وتكنولوجيا التوائم الرقمية دون تنقل المتدربين داخلها مع الحفاظ على الاعتبارات التأمينية التي تطلبها هذه المؤسسات.

يمكن للتكنولوجيا المستخدمة توفير تكاليف إنشاء معامل تدريبية والتغلب على صعوبات الزيارات الميدانية من خلال استخدام التوائم الرقمية فعلى الرغم من أنه نقد ارتفاع تكاليف التوائم الرقمية. حيث يتيح الدمج سهولة التحضير للتدريب على التجارب العملية .يمكن العمل مع التوائم الرقمية على الفور، لأنه لا يلزم تثبيت أو اختبار أي جهاز.من ناحية أخرى، كما يمكن لعدد غير محدود من الأشخاص العمل مع التوأم الرقمي وتطبيقه. لذا فإن المزايا العديدة جعل دمج تكنولوجيا التوائم الرقمية وتكنولوجيا إنترنت الأشياء أداة لا غنى عنها في تكنولوجيا التصنيع والتدريب اليوم.

4-3-2 التحديات أو التهديدات Threats التي تواجه دمج تكنولوجيا التوائم الرقمية وتكنولوجيا إنترنت الأشياء في التدريب العملي الطباعي:

من أهم التحديات التي تواجه دمج تكنولوجيا التوائم الرقمية وتكنولوجيا انترنت الاشياء ما يلي:

- **تحديات تصميمية:** تحديات في بناء نموذج رقمي مزدوج يجمع بين إدارة دورة حياة المنتج ونظام تنفيذ التصنيع ونظام إدارة العمليات ومن أكبر المشكلات التي تواجه إنشاء توأم رقمي لأغراض التدريب هي جهد التصميم ومع ذلك فانه يكون لمرة واحدة فقط.
- **تحديات اقتصادية:** الاعتبارات اقتصادية وحجم الاستثمارات التي تواجه تطبيق الدمج بين تكنولوجيا التوائم الرقمية وتكنولوجيا انترنت الاشياء في مصر وكذلك تكاملها مع باقي النظام.
- **تحديات تكنولوجية:** منها تنفيذ خوارزميات حقيقية في برامج المحاكاة - قدرات حوسبة محدودة حتى من خلال مهام المحاكاة البسيطة نسبيًا وكذلك دمج تحليلات البيانات الضخمة[1] أثناء التصميم في نموذج التوأم الرقمي. عند جمع البيانات في الوقت الفعلي مباشرة من الإنتاج المعدات، وسوف تغطي المعلومات على النموذج الرقمي المزدوج. عند المقارنة للتصميم بنتيجة التصنيع الفعلية.
- من أبرز التحديات التهيئة البيئية والتكنولوجية والمتدربين للتحول التدريجي لاستخدام التكنولوجيا.

3ـ **نتائج الدراسة العملية ومناقشتها**: Results

كان الهدف من هذا البحث هو الوقوف على مفهوم تكنولوجيا التوائم الرقمية في مجال التدريب العملي الطباعي واعتماد التكنولوجيا في التدريب العملي في مجال الطباعة نتيجة لهذا البحث، تم بنجاح لتأكيد المفهوم. وتحليل الفوائد والتحديات وبحثها؛ كان التعريف الأكثر وضوحا للتوائم الرقمية - DT هو: Digital Twin ، تتكامل تدفق البيانات بين الكائنات المادية الرقمية بشكل كامل في كلا الاتجاهين. وفقًا للتعريف يُطلق على معظم الأدوات الحالية اسم أدوات Digital Model وDigital Shadow. لتحقيق وتتمكن من تصميم توأم رقمي حقيقي باستخدام ادوانت إنترنت الأشياء، وتحتاج هذه التكنولوجيا إلى مزيد من القاء الضوء والبحث والتطوير.

وتم التعرف على تقنية DT. حيث انه لم تكن هذه التكنولوجيا مألوفة للطلاب والمتدربين من قبل لم تتلق بيئات تكنولوجيا المعلومات تلك الملاحظات الإيجابية، من أجل تسهيل تعلم الطلاب وتحسين إمكانية الوصول للتدريب العملي في مجال الطباعة، يمكن وضع أدوات وبيئات DT في خادم افتراضي، مما يزيد من المرونة وعدم الحاجة لتعطيل العمل داخل المؤسسات الطباعية وهو ما يمكن تطبيقه داخل اي مؤسسات صناعية.

4ـ **الاستنتاج والمناقشة** Conclusion and Discussion

تناول هذا البحث دراستين أولهما بشكل عام، التوأم الرقمي هو نموذج برمجي كنموذج أولي لبعض المنتجات، يتم تصميمه واستخدامه في جميع مراحل الإنتاج الصناعي بحسب التصميم المطلوب، بما يتوافق مع الواقع الفعلي للحالة مع النموذج. يتم من خلاله إنشاء "عالم افتراضي" من "الكلمة الحقيقية" وكلا "العالمين" يتواصلان مع بعضهما البعض أثناء العمليات التصنيعية. في المؤسسات التعليمية مثل الجامعات أو مراكز التدريب، فإن التوائم

[1] Lynch, C.: Big data: How do your data grow? Nature 455(7209):28 (2008)

الرقمية هي نماذج برمجية للمنشآت الصناعية، حيث يتم تصميمه ومحاكاته وتصوره على غرار أصوله الصناعية ومتزامنة معها. الورقة البحثية توضح خطوات تصميم التوائم الرقمية مع وصف سبب وتطبيقات التوائم الرقمية. أخيرًا مزايا والتحديات التي تواجه تكنولوجيا التوائم الرقمية باستخدام ادوان إنترنت الأشياء بما في ذلك الاقتصادية او جهد التصميم.

مما سبق طرحه من تطبيقات وإمكانات تكنولوجيا التوائم الرقمية جاءت فكره البحث من استغلال هذه الامكانات ودمج تكنولوجيا التوائم الرقمية مع تكنولوجيا إنترنت الأشياء باستخدام أدوات إنترنت الأشياء لعمل نموذج رقمي محاكي للنموذج المادي داخل المؤسسات الطباعية والذي يساعد في تحقيق اقصى استفادة للمتدربين في مجال الطباعة كما يعود بالعديد من الفوائد والمزايا على سير العمل داخل المؤسسات الطباعية ايضا استخدام التكنولوجيا الرقمية المزدوجة في مقررات "التدريب العملي في مجال الطباعة " تزيد تقنية التوائم الرقمية من حافز للدراسة لانها تجعل التدريب العملي اسهل مما يعطي خبرة تدريبيه فعليا تدعم المتدربون هذه الخبرة في الحياة العملية تشمل الدراسة التطبيقية عرض لسبل الاستفادة من دمج تنولوجيا التوائم الرقمية وتكنولوجيا إنترنت الأشياء عن طريق تحديد مواطن القوة والضعف والفرص والتهديدات عند تطبيق هذا الدمج.

5ـ مصطلحات البحث:

إنترنت الأشياء: حالة تكون فيها الاعداد الكبيرة من الكائنات أو الاجهزة أو الاشياء المدمجة مع أجهزة الاستشعار مترابطة عبر انترنت، ويمكن أن تجمع هذه البيانات أي نوع من البيانات حول البيئة المحيطة بها، بما في ذلك درجة الحرارة والضوء والصوت والوقت والحركة والسرعة والمسافة.

التوائم الرقمية: التوأم الرقمي هو تمثيل رقمي لنموذج مادي أو نظام حث انه استنساخ إلكتروني لكائن حي أو آلة، يشتمل على تفاصيل تتعلق بالأجزاء والأداء وما إلى ذلك، ويخزن المعلومات الحالية والسابقة حول العنصر، باستخدام أجهزة الاستشعار والمحركات

أدوات إنترنت الأشياء: ادوات إنترنت الأشياء هي مجموعة من الأجهزة، عادة ما تكون جهاز استشعار، ينقل البيانات من مكان إلى آخر عبر الإنترنت. تشتمل ادوات إنترنت الأشياء على مستشعرات ومشغلات بسيطة (لاسلكية في الغالب) بالإضافة إلى أجهزة محوسبة أكثر تطوراً

Cyber-physical systems (CPS) الانظمة الفيزيائية الالكترونية هي اسم آخر لظاهرة التوائم الرقمية يجعل من الممكن التحكم القائم على تحليل البيانات للموارد أو البيئات المادية بسهولة كبيرة. هنا، تجمع الأنظمة الفيزيائية المعلومات الحسية من العالم الحقيقي وإرسالها إلى الوحدات الحسابية الرقمية المزدوجة من خلال تقنيات الاتصال (لاسلكي).

5ـ المراجع: Reference

1- Chang, M. (2016). Building an Internet of Things environment in the Library. In The VALA2016 18th Biennial Conference and Exhibition, Melbourne Convention and Exhibition Centre, Melbourne, Australia. Retrieved November 22, 2018, from https://www.vala.org.au/vala2016-proceedings/ vala2016-session-1-chang/

2- Andrew, M. (2018) What is the Internet of Things (IoT)? Meaning & Definition. Retrieved October, 25, 2018 from https://w.ww.businessinsider.com/internet-of-things-definition

3- Glaessgen EH, Stargel DS. The Digital Twin Paradigm for Future NASA and U.S. Air Force Vehicles. In: 53rd AIAA/ASME/ ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics and Materials Conference [Internet]. 53rd AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics and Materials Conference. Reston, USA: American Institute of Aeronautics and Astronautics; 2012 [cited 2019 May 6]. Available from: https://doi.org/10.2514/6.2012-1818 Search in Google Scholar

4- Boschert S, Rosen R. Digital Twin - The Simulation Aspect, Mechatronic Futures. In: Hehenberger P, Bradley D, editors. Mechatronic Futures. Cham, Switzerland: Springer, 2016.p. 59-74. Search in Google Scholar

5- Gartner. Gartner Survey Reveals Digital Twins Are Entering Mainstream Use. https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-02-20-gartner-survey-reveals-digital-twins-areentering-mai (2019).

6- Negri E, Fumagalli L, Macchi M. A review of the roles of Digital Twin in CPS -based production systems. In: Procedia Manufacturing 11 [Internet]. FAIM2017. Amsterdam, Netherlands: Elsevier B.V.; 2017 cited [2019 April 1]. Available from: https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.198 Search in Google Scholar

7- Digital Twin [Internet]. Plano, USA: Siemens, c2019 [cited 2019 March 19]. Available from: https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/our-story/glossary/digital-twin/24465 Search in Google Scholar

8- Holler M, Uebernickel F, Brenner W. Digital Twin Concepts in Manufacturing Industries - A Literature Review and Avenues for Further Research. In: Proceedings of the 18th International Conference on Industrial Engineering (IJIE). 18th International Conference on Industrial Engineering (IJIE). Seoul, Korea: Korean Institute of Industrial Engineers; 2016 cited [2019 February 15]. Available from: https://www.alexandria.unisg.ch/249292 / Search in Google Scholar

9- https://www.gavstech.com/wp-content/uploads/2017/10/Digital_Twin_Concept.pdf. Last accessed 21 Sep 2021

10- Brooks, B., Davidson, A., and Gregor, I. "The Evolving Relationship between Simulation and Emulation: Faster than Real-Time Controls Testing." Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference, edited by A. Tolk, et al. 4240 -4249. Piscataway, New Jersey:

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.(2014.)

11- Glaessgen, E., Stargel, D.: The digital twin paradigm for future NASA and US Air Force vehicles. In: 53rd AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics and Materials Conference 20th AIAA/ASME/AHS Adaptive Structures Conference 14th AIAA 1818 (2012)Google Scholar

12- Grieves, M.: Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication. White Pap. (2014)Google Scholar

13- Grieves, M.: Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication. White Pap. (2014)

14- Lynch, C.: Big data: How do your data grow? Nature 455(7209):28 (2008)