جَامعة
المَنارة
MANARA UNIVERSITY

Industrial Automation

Lecture 1

Dr. Nesmat ABU TABAK

2024-2025

مقدمة

ما هي الأتمتة الصناعية؟

الأتمتة الصناعية هي استخدام التكنولوجيا للتحكم في العمليات والإجراءات داخل البيئة الصناعية بدون تدخل بشري مباشر أو مع تقليل هذا التدخل إلى الحد الأدنى. تشمل هذه العمليات التشغيل الآلي للآلات، أنظمة التحكم، وجمع وتحليل البيانات لتحسين الإنتاجية والكفاءة.

أهمية الأتمتة الصناعية

- **زيادة الإنتاجية** :الأتمتة تقلل الوقت اللازم للإنتاج وتزيد الكفاءة العامة.
- **تحسين الجودة** :تضمن دقة العمليات وتقليل الأخطاء الناتجة عن التدخل البشري.
- **خفض التكاليف** :تقلل الأتمتة من الحاجة إلى العمالة البشرية في المهام الروتينية.
- **تعزيز السلامة** :تقليل تعرض العمال للظروف الخطرة أو المواد الضارة.

مقدمة

أمثلة على تطبيقات الأتمتة

١. **صناعة السيارات**: خطوط التجميع الآلية لتجميع الأجزاء والطلاء.

٢. **الصناعات الغذائية**: التعبئة والتغليف الآلية، وأنظمة التحكم في الجودة.

٣. **القطاع الطبي والصيدلاني**: تصنيع الأدوية والتأكد من الجرعات الدقيقة.

٤. **إدارة الطاقة**: شبكات الكهرباء الذكية التي تحسن كفاءة استخدام الطاقة.

تطور الأتمتة عبر الزمن

- بدأت الأتمتة كآلات ميكانيكية خلال الثورة الصناعية.
- انتقلت إلى الاعتماد على الكهرباء والتحكم الكهربائي في القرن العشرين.
- مع التقدم التقني، دمجت الأتمتة الحديثة الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء (IoT) للتحكم الذكي.

المكونات

مكونات أنظمة الأتمتة الصناعية

الحساسات:(Sensors)

- **وظيفتها:** جمع البيانات المتعلقة بالظروف المحيطة أو الأداء، مثل قياس درجة الحرارة، الضغط، السرعة، مستوى السوائل، وغيرها.
- **أنواعها:**
  - حساسات حرارية (Thermal Sensors) لقياس درجة الحرارة.
  - حساسات ضغط.(Pressure Sensors)
  - حساسات حركة (Motion Sensors) لتحديد موقع أو سرعة الأجسام.
- **أهميتها:** تعمل كبوابة لأنظمة الأتمتة من خلال توفير معلومات دقيقة وموثوقة.

المكونات

المتحكمات:(Controllers)

- **وظيفتها:** معالجة البيانات الواردة من الحساسات واتخاذ القرارات بناءً عليها.
- **أمثلة:**
  - **المتحكمات المنطقية المبرمجة :(PLC)** تستخدم بشكل كبير في المصانع لضمان عمل الآلات بدقة.
  - **أنظمة التحكم الموزعة :(DCS)** تُستخدم في الصناعات المعقدة مثل النفط والغاز.
- **آلية العمل:** تستقبل بيانات الحساسات، تُحللها، وترسل تعليمات إلى المشغلات.

المكونات

المشغلات:(Actuators)

- **وظيفتها** :تنفيذ الأوامر الصادرة من المتحكمات، مثل تشغيل المحركات أو فتح الصمامات.
- **أنواعها:**
  - محركات كهربائية (Electric Motors) لتحريك الآلات.
  - صمامات هوائية (Pneumatic Valves) للتحكم في تدفق السوائل والغازات.
- **أهميتها** :تترجم الإشارات إلى حركة فعلية.

المكونات

الأنظمة البرمجية:(Software Systems)

- **وظيفتها** :تقديم واجهات لتحليل البيانات ومراقبة العمليات.
- **الأدوات المستخدمة:**
  - برامج SCADA لمراقبة الأنظمة.
  - منصات إدارة البيانات وتحليلها لتوفير رؤية شاملة حول الأداء.
- **دورها** :تتيح التحكم التفاعلي وتحليل الأداء لتحسين العمليات المستمرة.

تكامل المكونات:

- جميع هذه المكونات تعمل معًا لتحقيق عملية أتمتة متكاملة. الحساسات تجمع البيانات، المتحكمات تُحلل، والمشغلات تُنفذ، بينما تُنسق الأنظمة البرمجية بين كل ذلك.

فوائد الأتمتة الصناعية

تحسين الإنتاجية:

- باستخدام أنظمة الأتمتة، يمكن زيادة الإنتاج وتقليل الوقت اللازم لتصنيع المنتجات.
- إمكانية تشغيل الآلات بشكل مستمر دون توقف، مما يؤدي إلى تحقيق إنتاج أعلى مقارنة بالعمل اليدوي.

تقليل الأخطاء البشرية:

- الأتمتة تقلل من الاعتماد على التدخل البشري، مما يقلل من احتمالية حدوث أخطاء.
- تضمن العمليات المؤتمتة دقة عالية وثباتًا في الإنتاج، حيث تُكرر العمليات بنفس الجودة.

خفض التكاليف:

- بالرغم من أن الاستثمار الأولي في الأتمتة قد يكون مرتفعًا، إلا أنها تقلل التكاليف طويلة الأجل.
- تقلل الحاجة إلى العمالة في المهام الروتينية، مما يوفر تكاليف الرواتب والمزايا.

فوائد الأتمتة الصناعية

تعزيز سلامة العمال:

- تُستخدم أنظمة الأتمتة في العمليات الخطرة، مثل التعامل مع المواد الكيميائية أو العمل في بيئات ذات درجات حرارة عالية.
- تقلل من تعرض العمال للمخاطر الصحية والإصابات المحتملة.

تحسين الجودة:

- توفر الأتمتة دقة في تصنيع المنتجات، مما يقلل من العيوب.
- تساهم في مراقبة الجودة بشكل فعال باستخدام الحساسات وأنظمة التحكم.

فوائد الأتمتة الصناعية

استدامة العمليات:

- تساعد الأتمتة في استخدام الموارد بشكل فعال وتقليل الفاقد.
- تُعزز استدامة العمليات الصناعية بتقليل استهلاك الطاقة وتحسين كفاءتها.

التكامل مع التقنيات المتقدمة:

- الأتمتة تسهل تبني تقنيات جديدة مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء.(IoT)
- تدعم تحليل البيانات وتحسين الأداء باستخدام الأنظمة الذكية.

تحديات الأتمتة الصناعية

تكاليف الإنشاء والصيانة:

- **الاستثمار الأولي** :أنظمة الأتمتة غالبًا ما تتطلب تكاليف أولية عالية تشمل المعدات والتكنولوجيا.
- **الصيانة المستمرة** :الحفاظ على تشغيل الأنظمة يتطلب ميزانية دورية للصيانة وتحديثات البرامج والمعدات.

الحاجة إلى تدريب العمالة:

- تطبيق الأتمتة يتطلب مهارات تقنية متقدمة لدى العمال.
- الحاجة إلى برامج تدريبية لتأهيل العاملين على التعامل مع المعدات والبرمجيات المؤتمتة.

تحديات الأتمتة الصناعية

قضايا الأمن السيبراني:

- أنظمة الأتمتة الحديثة غالبًا ما تكون متصلة بالإنترنت، مما يجعلها عرضة للهجمات السيبرانية.
- الحاجة إلى تأمين البيانات والمعلومات الصناعية ضد الاختراق.

أنواع الهجمات السيبرانية الشائعة:

١. **التصيد الإلكتروني:** خداع المستخدمين للكشف عن معلومات حساسة.
٢. **هجمات الحرمان من الخدمة:** تعطيل الشبكات بإغراقها بطلبات.
٣. **البرمجيات الخبيثة:** مثل الفيروسات وبرامج الفدية.
٤. **الهجمات بالاستغلال:** استغلال ثغرات الأنظمة لتحقيق وصول غير مصرح.

الاعتماد الكبير على التكنولوجيا:

- عند حدوث عطل في أنظمة الأتمتة، قد يتوقف الإنتاج بشكل كامل.
- يتطلب ذلك خطط طوارئ لتقليل تأثير الأعطال.

تحديات الأتمتة الصناعية

مقاومة التغيير:

- بعض الصناعات أو الفرق قد تتردد في تبني الأتمتة بسبب المخاوف حول فقدان الوظائف أو الاعتماد المفرط على التكنولوجيا.
- الحاجة إلى تغيير ثقافة العمل لتقبل الأتمتة كجزء من التطور.

تأثيرها الاجتماعي:

- المخاوف المتعلقة بفقدان الوظائف بسبب الاستبدال الجزئي أو الكلي للعمالة البشرية بالآلات.
- أهمية الموازنة بين الأتمتة ودور العامل البشري لضمان استقرار القوى العاملة.

الاتجاهات الحديثة في الأتمتة الصناعية

التكامل مع الذكاء الاصطناعي:(AI)

- تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الأتمتة تشمل التعلم الآلي وتحليل البيانات لتحسين العمليات.
- استخدام الذكاء الاصطناعي لتوقع الأعطال وتقليل التوقفات.
- تحسين عمليات التصنيع باستخدام الأنظمة الذكية للتكيف مع الظروف المتغيرة.

إنترنت الأشياء (IoT) في الأتمتة:

- أجهزة الاتصال الذكية التي تجمع البيانات من الآلات وتوفرها للتحليل في الوقت الفعلي.
- إنشاء بيئات صناعية متصلة تستخدم تقنيات IoT لتسهيل العمليات ومراقبتها.
- استخدام أجهزة الاستشعار المتصلة لتحسين تدفق البيانات بين الأنظمة.

IoT هو اختصار لـ Internet of Things، أو "إنترنت الأشياء"، وهو مفهوم يشير إلى شبكة من الأجهزة والأشياء المتصلة بالإنترنت التي يمكنها جمع البيانات ومشاركتها والعمل معًا دون الحاجة إلى تدخل بشري مباشر.

الاتجاهات الحديثة في الأتمتة الصناعية

التحليل الكبير للبيانات:(Big Data)

- تحليل كميات ضخمة من البيانات الصناعية لاكتشاف أنماط وتحسين الإنتاجية.
- المساهمة في اتخاذ قرارات قائمة على البيانات لتحسين العمليات وتقليل التكاليف.

الأتمتة السحابية:

- الاعتماد على الحوسبة السحابية لإدارة أنظمة الأتمتة عن بُعد.
- تحسين التعاون بين الفرق الصناعية والوصول إلى البيانات بسهولة.
- الاستفادة من الأنظمة السحابية لتقليل تكاليف التخزين والصيانة.

الأنظمة السحابية أو **Cloud Computing** تعني تقديم خدمات الحوسبة عبر الإنترنت ("السحابة") بدلاً من الاعتماد على الأجهزة أو الخوادم المحلية. يمكن للأفراد والشركات استخدام هذه الأنظمة لتخزين البيانات، تشغيل البرامج، وإدارة الموارد دون الحاجة إلى الاستثمار في بنية تحتية مادية كبيرة.

الاتجاهات الحديثة في الأتمتة الصناعية

الاستدامة تشير إلى القدرة على تحقيق التوازن بين تلبية احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها. وهي مفهوم يشمل الحفاظ على الموارد الطبيعية،

الروبوتات المتقدمة:

- تطوير روبوتات أكثر دقة وكفاءة للتعامل مع المهام المعقدة.
- الاعتماد على الروبوتات لتطبيقات دقيقة، مثل تجميع الأجهزة الإلكترونية أو تصنيع الأدوية.

الاستدامة والبيئة:

- تحسين العمليات لتقليل استهلاك الطاقة والموارد.
- استخدام الأتمتة لتحقيق أهداف الاستدامة وتقليل الانبعاثات البيئية.

الأتمتة التقليدية

الأتمتة التقليدية بدون PLC:

التحكم الميكانيكي:

- يعتمد على أجهزة مثل الكامات (Cams) والتروس (Gears) لتحديد التتابعات الحركية.
- الأمثلة تشمل أنظمة الساعات الميكانيكية وخطوط التجميع القديمة التي تعتمد على التروس والمحركات الميكانيكية.

التحكم الكهربائي التقليدي:

- يعتمد على **المرحلات الكهربائية (Relays)** والمفاتيح الكهروميكانيكية لتنفيذ الوظائف.
- تُستخدم المرحلات لترتيب إشارات التحكم، بحيث يعمل النظام بناءً على تتابعات ثابتة.
- الأمثلة تشمل التحكم في تشغيل وإيقاف المحركات أو الأنظمة ذات العمليات البسيطة.

الأتمتة التقليدية

الدوائر التناظرية:

- تستخدم الإشارات الكهربائية التناظرية (Analog Signals) للتحكم في العمليات مثل التحكم في السرعة أو التدفق.
- تعتمد على مكونات مثل المقاومات، المكثفات، والترانزستورات لتنفيذ المهام.

أنظمة التحكم الهوائي:(Pneumatic Control)

- تعتمد على ضغط الهواء لتشغيل المشغلات أو الصمامات، ولا تتطلب وحدات تحكم مبرمجة.
- شائعة في المصانع القديمة، حيث يتم التحكم في العمليات من خلال صمامات يدوية أو أوتوماتيكية تعمل بالهواء المضغوط.

الأتمتة التقليدية

الميزات:

- بسيطة وسهلة الصيانة.
- لا تتطلب معرفة برمجية أو أدوات حديثة.
- منخفضة التكلفة مقارنة بالأنظمة الرقمية.

القيود:

- **قلة المرونة** :يصعب تعديل النظام أو تحسينه مع تغير العمليات.
- **محدودية التعقيد** :غير قادرة على التعامل مع العمليات الكبيرة أو المعقدة.
- **البطء والاستجابة المحدودة** :مقارنة بأنظمة التحكم الرقمية.
- **التآكل الميكانيكي** :الأجهزة الميكانيكية عرضة للتآكل مع مرور الوقت.

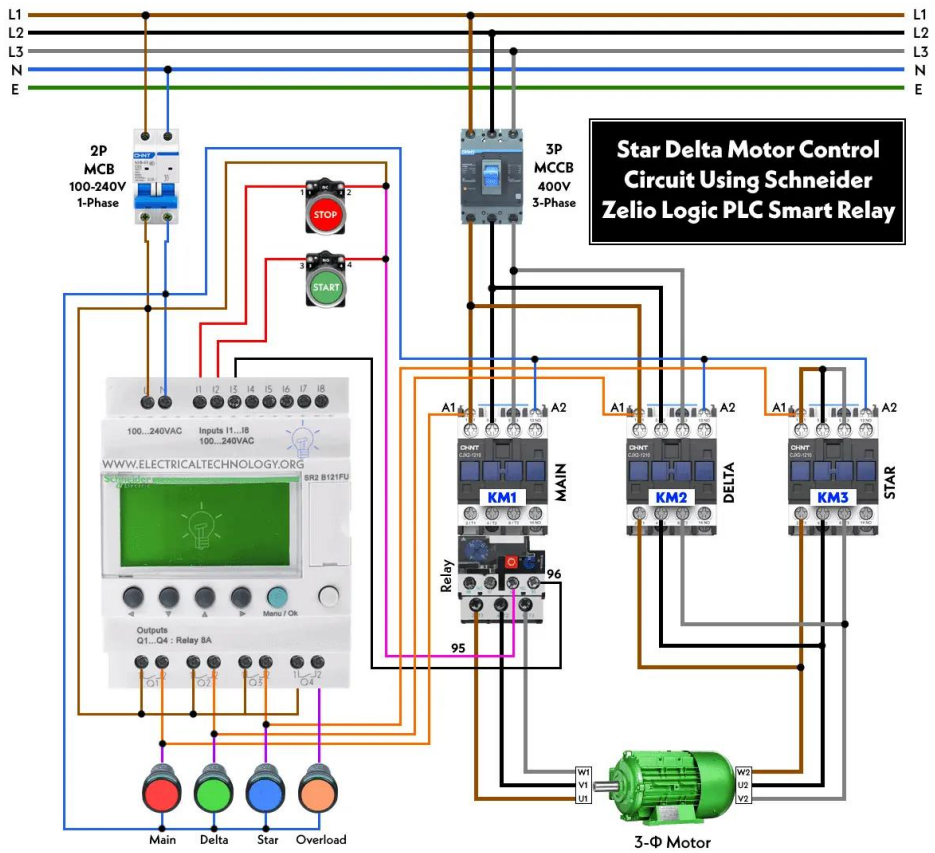
المتحكم المنطقي القابل للبرمجة

الأتمتة الصناعية باستخدام PLC (Programmable Logic Controller) هي واحدة من أكثر الطرق شيوعًا وفعالية في التحكم وإدارة العمليات الصناعية الحديثة PLC .هو جهاز إلكتروني قابل للبرمجة يُستخدم لتنفيذ العمليات الصناعية تلقائيًا بناءً على الإشارات الواردة من الحساسات.

دور PLC في الأتمتة الصناعية:

- **مركز التحكم**:يعمل كعقل النظام، حيث يقوم بمعالجة البيانات الواردة من الحساسات واتخاذ قرارات التشغيل بناءً على البرمجة المسبقة.
- **المرونة** :يمكن برمجته للتعامل مع مجموعة واسعة من العمليات الصناعية، مثل التحكم في الحركة، مراقبة درجة الحرارة، وتشغيل الأجهزة.
- **التواصل**:يتواصل مع الحساسات والمشغلات عبر إشارات رقمية وتناظرية لتحقيق التحكم الكامل.

المتحكم المنطقي القابل للبرمجة



مكونات نظام الأتمتة باستخدام:PLC

وحدة الإدخال:(Input Module)

- تستقبل الإشارات من الحساسات مثل درجة الحرارة، الضغط، أو الحركة.

وحدة المعالجة:(CPU)

- تُحلل البيانات باستخدام البرامج المخزنة وتتخذ القرارات بناءً عليها.

وحدة الإخراج:(Output Module)

- ترسل أوامر التحكم إلى المشغلات مثل المحركات والصمامات.

برامج البرمجة:

- مثلLadder Logic ، تُستخدم لكتابة البرامج التي تتحكم في عمليات النظام.

المتحكم المنطقي القابل للبرمجة

فوائد استخدام PLC في الأتمتة:

- **دقة عالية**: يتيح التحكم الدقيق في العمليات وتقليل الأخطاء.
- **المرونة**: يمكن تعديل البرمجيات بسرعة لتلبية احتياجات العمليات المختلفة.
- **التحمل**: مصمم للعمل في ظروف صناعية قاسية مثل الحرارة والغبار.
- **التكامل**: يسهل دمج PLC مع أنظمة أخرى مثل SCADA أو IoT.

المتحكم المنطقي القابل للبرمجة

أمثلة على استخدام PLC في الأتمتة الصناعية:

الصناعات الغذائية :التحكم في عمليات التعبئة والتغليف.

صناعة السيارات :إدارة خطوط التجميع.

الصناعات الكيميائية :تنظيم تدفق المواد وضبط التفاعلات الكيميائية.

إدارة الطاقة :تشغيل وإيقاف المولدات الكهربائية بشكل آمن.

المتحكم المنطقي القابل للبرمجة

كيفية برمجة PLC:

- برمجة PLC تعتمد عادةً على لغات برمجية مثل:
  - **Ladder Logic:** أشهر لغة برمجية تُشبه الرسم التخطيطي للدوائر الكهربائية.
  - **Structured Text:** لغة نصية مشابهة للغات البرمجة التقليدية.
  - **Function Block Diagram:** تعتمد على العناصر الرسومية لتسهيل البرمجة.

التحديات:

- **تكاليف البداية:** تشمل شراء الأجهزة وتدريب الموظفين.
- **الأمان السيبراني:** حماية النظام من الهجمات الإلكترونية.