



NOTAS DE CLASE

INDUSTRIA 4.0

{Con ejemplos de programación}

/* *** Jaime E. Montoya M. ***** */**

NOTAS DE CLASE

INDUSTRIA 4.0

{Con ejemplos de programación}

```
/**
 * Versión 1.0
 * Fecha: 2025, semestre 2
 * Licencia software: GNU GPL
 * Licencia doc: GNU Free Document License (GNU FDL)
 */

class Author {
    String name = "Jaime E. Montoya M.";


    String profession = "Ingeniero Informático";

    String employment = "Docente y desarrollador";

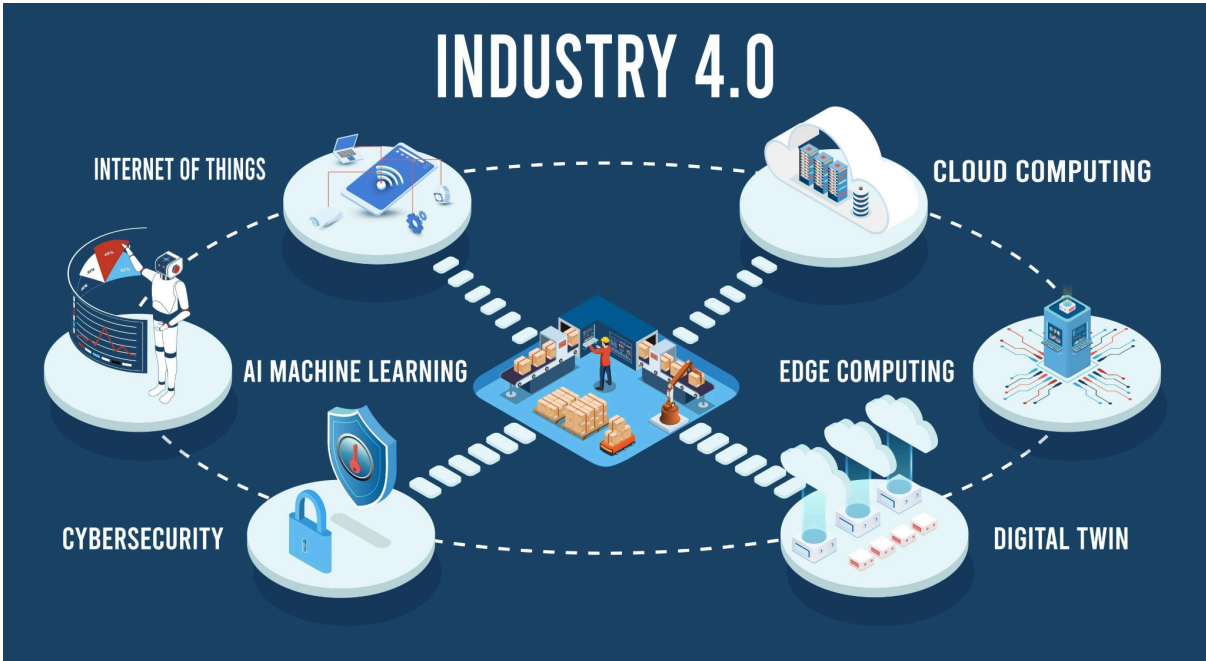
    String city = "Medellín - Antioquia - Colombia";

    int year = 2025;
}
```

Tabla de contenido

1. Introducción a la Industria 4.0	4
1.1 Reseña y Evolución de la Revolución Industrial (de la Industria 1.0 a 4.0)	4
1.2 Concepto y Origen de la Industria 4.0	4
Concepto	4
Origen	5
1.3 Características Fundamentales de la Industria 4.0	5
1.4 Diferencias entre Automatización e Interconectividad Digital	6
 Fuentes Bibliográficas	7



1. Introducción a la Industria 4.0



1.1 Reseña y Evolución de la Revolución Industrial (de la Industria 1.0 a 4.0)

La **Industria 4.0** es la denominación de la Cuarta Revolución Industrial, un proceso de transformación profunda en la manufactura y producción impulsado por la digitalización. Para entender su magnitud, es esencial revisar las revoluciones industriales previas:

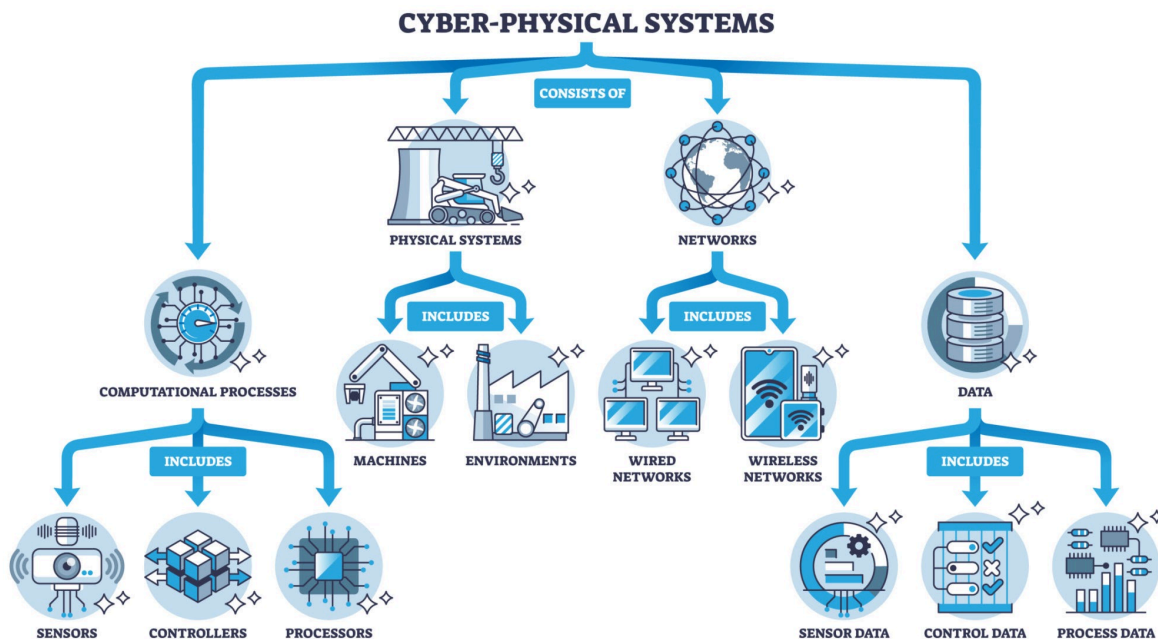
Revolución	Época Aprox.	Innovación Clave	Fuente de Energía	Impacto Principal
Industria 1.0	Finales del s. XVIII	Mecanización de la producción (telar mecánico, etc.)	Agua 💧 y Vapor 🔥	Nacimiento de la fábrica y la producción en masa.
Industria 2.0	Finales del s. XIX - Inicios del s. XX	Producción en masa y división del trabajo (línea de montaje de Ford)	Electricidad ⚡	Producción estandarizada, incremento de la eficiencia y reducción de costes.

Industria 3.0	Década de 1970 - 2000	Automatización de la producción mediante electrónica y Tecnologías de la Información (IT)	Electrónica  e Informática	Mayor flexibilidad y precisión en la manufactura, inicio del control automatizado.
Industria 4.0	Inicios del s. XXI - Actualidad	Ciber-Física e Interconectividad Digital masiva (Sistemas Ciberfísicos - CPS)	Datos  e Inteligencia	Creación de "fábricas inteligentes" y cadenas de valor globales, personalización masiva, toma de decisiones en tiempo real.

1.2 Concepto y Origen de la Industria 4.0

Concepto

La **Industria 4.0** es la **transformación digital integral del sector industrial**, caracterizada por la **integración total de sistemas y máquinas** a lo largo de toda la cadena de valor (desde el proveedor hasta el cliente final) mediante las tecnologías de la información y la comunicación. Su esencia radica en la creación de **Sistemas Ciberfísicos (CPS)**, donde los objetos físicos (máquinas, productos, herramientas) están conectados a la red (Internet de las Cosas Industrial - IIoT) y se comunican entre sí para tomar decisiones de forma **autónoma** y en **tiempo real**.



Origen

El término "**Industria 4.0**" fue acuñado en **Alemania** en 2011, presentado como una iniciativa estratégica del gobierno alemán para promover la informatización de la fabricación. Se formalizó en la **Feria de Hannover** y rápidamente se adoptó a nivel mundial como el marco conceptual de la cuarta gran transformación industrial.

1.3 Características Fundamentales de la Industria 4.0

Las principales características o principios de diseño que definen la Industria 4.0 son:

1. **Interoperabilidad (Interconexión):** Es la capacidad de los Sistemas Ciberfísicos (CPS), humanos, máquinas y productos de comunicarse y cooperar entre sí a través del **Internet de las Cosas (IoT)** y el **Internet de los Servicios (IoS)**.
2. **Virtualización:** Se refiere a la capacidad de crear una **copia virtual (digital twin)** de la fábrica inteligente y sus procesos. Esto permite simular, monitorear y diagnosticar procesos de forma remota y en tiempo real.
3. **Descentralización (Toma de Decisiones Autónoma):** Los sistemas ciberfísicos tienen la capacidad de tomar decisiones descentralizadas y autónomas en el proceso productivo, basándose en la información que recogen, sin requerir intervención humana directa. La intervención solo se necesita para situaciones excepcionales o conflictos.
4. **Capacidades en Tiempo Real:** Los datos se recopilan, analizan y procesan instantáneamente, permitiendo una reacción inmediata a los cambios y optimizando

la productividad y la flexibilidad. Esto es crucial para la **toma de decisiones en tiempo real**.

5. **Orientación a Servicios (Modularidad):** La fábrica es modular y flexible. Los servicios de la empresa (internos y externos) se ofrecen y utilizan por los participantes de la cadena de valor, permitiendo nuevos modelos de negocio.
6. **Recolección de Big Data y Analítica:** Se generan y manejan volúmenes masivos de datos (Big Data), los cuales son analizados con herramientas avanzadas para obtener información valiosa (Analytics) que mejore la calidad y la toma de decisiones (Smart Data).

Tecnologías Clave: La Industria 4.0 se apoya en tecnologías disruptivas como el **Internet Industrial de las Cosas (IIoT)**, **Big Data y Analytics**, **Computación en la Nube (Cloud Computing y Edge Computing)**, **Inteligencia Artificial (IA)**, **Robótica Avanzada y Colaborativa**, **Ciberseguridad**, **Blockchain**, y **Manufactura Aditiva (Impresión 3D)**.

1.4 Diferencias entre Automatización e Interconectividad Digital

Aunque la Industria 4.0 se basa en la automatización, el concepto de **interconectividad digital (o ciber-física)** marca la diferencia fundamental con la Industria 3.0.

Característica	Automatización (Industria 3.0)	Interconectividad Digital (Industria 4.0)
Enfoque Principal	Reemplazo de tareas manuales por sistemas electrónicos y computarizados (PLCs).	Conexión, comunicación e integración de todos los sistemas y objetos físicos en un ecosistema digital.
Control	Centralizado. Los sistemas operan siguiendo un programa predefinido.	Descentralizado y autónomo. Los Sistemas Ciberfísicos (CPS) toman decisiones en tiempo real.
Comunicación	Principalmente dentro de una máquina o entre pocas máquinas (silos de información ¹). Baja o nula comunicación con la cadena de valor externa.	Flujo de datos bidireccional, continuo y masivo entre máquinas, productos, sistemas de gestión (ERP, CRM, CMS) y agentes externos (proveedores, clientes).

¹ Un silo de información (o silo de datos) es un conjunto de información aislada dentro de una organización, que está inaccesible o es difícil de compartir entre diferentes departamentos o sistemas. Esta segregación, causada por barreras tecnológicas o de proceso, impide la libre circulación de datos, lo que resulta en decisiones menos informadas, ineficiencia, inconsistencia de la información y pérdida de oportunidades de negocio.

Datos	Utilización limitada para el control de procesos. El análisis es posterior y manual.	Generación y análisis constante de Big Data para la optimización y la predicción (Smart Data).
Flexibilidad	Limitada; requiere reprogramación para cambiar de producto.	Alta; permite la personalización masiva y la adaptación flexible de la producción.

La **automatización** se centra en cómo se hace una tarea, mientras que la **interconectividad digital** se centra en cómo todos los sistemas y tareas se coordinan e interactúan de manera inteligente y autónoma.



Fuentes Bibliográficas

1. **Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P.** (2018). *Industria 4.0: fabricando un futuro*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
2. **Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J.** (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Acatech. (Documento fundacional de la iniciativa).
3. **Joyanes, L.** (2017). *Industria 4.0: La cuarta revolución industrial: La transformación digital de la industria*. Alfaomega Grupo Editor.
4. **Rojko, A.** (2017). Industry 4.0 Concept: Facts and Challenges. *Conferénce on Electrical, Electronic and Information Technologies (ICeA)*, pp. 77-80. (Útil para las 4 revoluciones y características).
5. **IBM.** (s.f.). *¿Qué es la Industria 4.0?*. Recuperado de la web de IBM. (Fuente para tecnologías y concepto).
6. **SAP.** (s.f.). *Industria 4.0: el futuro de la fabricación*. Recuperado de la web de SAP. (Fuente para definición y enfoque integral).