

UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN



“TECNOLOGÍA OPERACIONAL.”

NELSON DANIEL RAMOS GARCÍA

GUATEMALA, AGOSTO DE 2025

Contenido

| | |
|---|---|
| ¿Que es OT? Tecnología operacional..... | 4 |
| Diferencias con la TI (Tecnología de la Información): | 4 |
| a) OT (Tecnología Operativa): | 4 |
| b) TI (Tecnología de la Información): | 4 |
| c) SCADA..... | 4 |
| d) PLC | 4 |
| e) DCS..... | 4 |
| Diferencia entre IT y OT: | 5 |
| Tecnología Operativa | 5 |
| Diferencia entre IT y OT | 5 |
| Prioridades: | 5 |
| Función: | 5 |
| OT: | 5 |
| Origen y evolución de OT..... | 6 |
| • Era pre-digital: | 6 |
| • Invención del PLC | 6 |
| • Aparición de SCADA y DCS..... | 6 |
| Impacto en la vida diaria | 6 |
| • Energía..... | 7 |
| • Agua..... | 7 |
| Componentes principales de OT | 7 |
| PLC (Controlador Lógico Programable)..... | 7 |
| SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) | 8 |
| HMI (Interfaz Hombre-Máquina)..... | 8 |
| Sensores..... | 9 |
| Ventajas y beneficios..... | 9 |
| ✓ Automatización: | 9 |
| ✓ Eficiencia | 9 |

| | |
|---|----|
| Seguridad: La OT mejora la seguridad de dos maneras:..... | 10 |
| Seguridad laboral:..... | 10 |
| Seguridad de los procesos: | 10 |
| Monitoreo | 10 |
| Desventajas y limitaciones | 10 |
| Costos | 10 |
| Riesgos de ciberataques: | 10 |
| Dependencia tecnológica:..... | 10 |
| Seguridad en OT..... | 11 |
| Seguridad física y ciberseguridad | 11 |
| seguridad física | 11 |
| Ciberseguridad:..... | 11 |
| Normativas y estándares | 11 |
| Retos a los que se enfrenta en la actualidad el OT..... | 12 |
| Industria 4.0 y OT | 12 |
| Convergencia con IT. | 13 |
| Tendencias y futuro de OT | 13 |
| Diferentes aplicaciones en OT: | 13 |

¿Que es OT? Tecnología operacional

Se trata del hardware y software que se utiliza para supervisar y controlar directamente los equipos, activos, procesos y eventos físicos en entornos industriales. Su principal objetivo es asegurar el funcionamiento eficiente, seguro y confiable de la maquinaria y la infraestructura.

Diferencias con la TI (Tecnología de la Información):

A menudo se confunde con la TI, pero tienen propósitos y prioridades distintas:

- a) OT (Tecnología Operativa): Se enfoca en el control de procesos físicos y la maquinaria. La prioridad es la **disponibilidad** y la **integridad** de los sistemas. Un fallo en un sistema OT podría detener una línea de producción, causar un accidente o afectar un servicio público esencial. Por eso, estos sistemas están diseñados para operar de forma continua y suelen ser de larga duración.
- b) TI (Tecnología de la Información): Se enfoca en la gestión y el procesamiento de datos. Su prioridad principal es la **confidencialidad** de la información. Un fallo en un sistema de TI podría resultar en la pérdida de datos o el robo de información confidencial.
- c) SCADA (Sistemas de Control de Supervisión y Adquisición de Datos): Utilizados para controlar y monitorear procesos industriales a gran escala.
- d) PLC (Controladores Lógicos Programables): Usados para automatizar procesos en fábricas y plantas.
- e) DCS (Sistemas de Control Distribuido): Controlan procesos industriales complejos en industrias como la petroquímica o la generación de energía.
- f) Sensores, actuadores y otros dispositivos que interactúan directamente con el mundo físico.

- Diferencia entre IT y OT:

Tecnología Operativa se refiere a los sistemas de hardware y software que controlan, supervisan y gestionan procesos, dispositivos y eventos físicos en entornos industriales. A diferencia de la TI que se enfoca en la información, la OT se centra en la maquinaria, la producción y la seguridad de los procesos físicos. Su objetivo principal es garantizar que las operaciones se realicen de manera eficiente y segura. Ejemplos de sistemas OT incluyen los PLC (Controladores Lógicos Programables) y SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

Diferencia entre IT y OT

Para entender la diferencia clave, es útil pensar en sus prioridades y funciones. .

Prioridades:

- ✓ IT (Information Technology): Su prioridad principal es la confidencialidad de los datos. Se enfoca en proteger la información del acceso no autorizado. Un fallo en un sistema de TI puede resultar en la pérdida de datos o una violación de la privacidad.
- ✓ OT (Operational Technology): Su prioridad principal es la disponibilidad y la integridad de los procesos. Un fallo en un sistema OT podría detener la producción, causar daños a la maquinaria, o incluso poner en riesgo la seguridad de las personas.

Función:

- ✓ IT: Se encarga de la gestión de la información, el procesamiento de datos y la comunicación en la empresa. Piensa en servidores, bases de datos y redes de oficina.
- ✓ **OT**: Se encarga de controlar y monitorear activos físicos. Esto incluye la automatización de fábricas, el control de la red eléctrica, o la gestión de la infraestructura de una planta de tratamiento de agua.

Origen y evolución de OT

El origen de la Tecnología Operativa se remonta a la Revolución Industrial, con la necesidad de controlar y automatizar procesos. Sin embargo, su evolución hacia lo que conocemos hoy tuvo hitos clave:

- Era pre-digital: En un principio, el control industrial se basaba en sistemas mecánicos y relés electromecánicos. Eran sistemas rígidos y complejos de modificar, ya que cualquier cambio requería un nuevo cableado y configuración física.
- Invención del PLC (década de 1960): Este fue el punto de inflexión. La invención del Controlador Lógico Programable (PLC) por Richard Morley para la compañía Bedford Associates (posteriormente Modicon) permitió reemplazar los complejos paneles de relés por un dispositivo programable. Esto revolucionó la automatización al permitir a los ingenieros modificar los procesos mediante software en lugar de recablear el hardware.
- Aparición de SCADA y DCS (décadas de 1970 y 1980): A medida que los procesos se volvieron más complejos, surgieron los sistemas SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) y DCS (Sistemas de Control Distribuido). Estos permitieron la supervisión centralizada y el control de múltiples PLC y otros dispositivos, marcando el inicio de la conectividad en las plantas industriales, aunque de forma aislada y con protocolos propietarios.

La evolución de OT ha sido un camino de aislamiento a la conectividad. Inicialmente, los sistemas OT operaban en "islas" con un enfoque exclusivo en la operación y la seguridad física, sin conexión con las redes de oficina. Hoy en día, la tendencia es la convergencia con la TI, lo que ha transformado la forma en que operan las industrias.

Impacto en la vida diaria

la Tecnología Operativa está presente en la mayoría de los servicios esenciales que usamos todos los días. A continuación, se presentan ejemplos de su impacto en diferentes sectores:

- **Energía:** Los sistemas OT controlan las centrales eléctricas, regulan el flujo de la electricidad a través de la red de distribución y gestionan las subestaciones. Esto asegura que tengamos energía estable y confiable en nuestros hogares y empresas, evitando apagones.
- **Agua:** En las plantas de tratamiento de agua, los sistemas OT supervisan la calidad del agua, controlan las bombas y los sistemas de filtración, y regulan la presión en las tuberías. Esto garantiza que el agua que sale de nuestros grifos sea segura y potable.

Componentes principales de OT

La Tecnología Operativa está compuesta por una serie de dispositivos y sistemas interconectados que trabajan en conjunto para automatizar y controlar procesos físicos. Los componentes más importantes son:

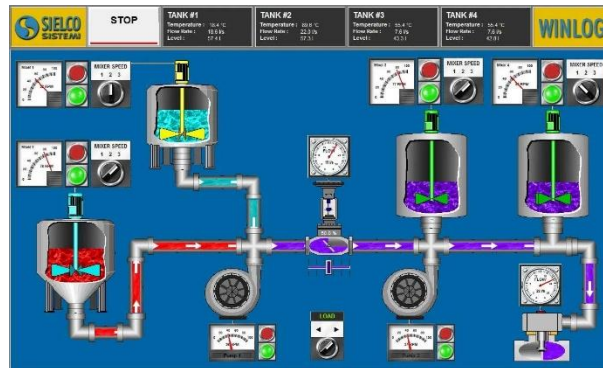
PLC (Controlador Lógico Programable)

Es una **computadora industrial** diseñada para automatizar procesos específicos. Actúa como el **cerebro de la operación**, ya que lee las entradas de los sensores, procesa la información de acuerdo con un programa predefinido y envía señales a los actuadores para controlar la maquinaria. Su robustez le permite operar en entornos industriales hostiles.



SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos)

Es un **sistema de software de alto nivel** que permite a los operadores **supervisar y controlar procesos a gran escala** desde una ubicación central. SCADA recopila datos de múltiples PLC y otros dispositivos, los visualiza en pantallas y permite tomar decisiones operativas, como iniciar o detener una producción, a nivel de toda la planta o red.



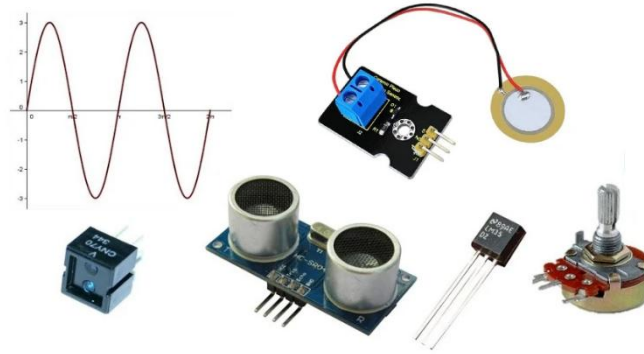
HMI (Interfaz Hombre-Máquina)

Es la **interfaz gráfica** a través de la cual los operadores interactúan con los sistemas OT. Piensa en la HMI como la **pantalla o el panel de control** de una máquina o proceso. Muestra datos en tiempo real (temperatura, presión, estado de un motor, etc.) y permite al operador enviar comandos o ajustar parámetros.



Sensores

Son los **dispositivos de entrada** que detectan y miden una variable física del entorno, como la temperatura, la presión, el nivel de líquido, la posición o la luz. Los sensores **convierten esta información física en una señal eléctrica** que puede ser interpretada por el PLC. Son los "ojos y oídos" de la operación.



Ventajas y beneficios

La implementación de la Tecnología Operativa en la industria no solo moderniza los procesos, sino que también aporta una serie de beneficios clave que impactan directamente en el rendimiento y la seguridad de una empresa.

- ✓ **Automatización:** El principal beneficio es la capacidad de reemplazar las tareas manuales y repetitivas con sistemas controlados por máquinas. Esto reduce el error humano, garantiza una calidad constante en la producción y permite que las operaciones funcionen 24/7 sin interrupciones.
- ✓ **Eficiencia:** La automatización lleva a una mayor eficiencia. Los sistemas OT optimizan el uso de recursos como la energía y las materias primas, lo que se traduce en mayor productividad y una reducción significativa de los costos operativos. Las operaciones se vuelven más rápidas y con menos desperdicio.

Seguridad: La OT mejora la seguridad de dos maneras:

1. Seguridad laboral: Protege a los trabajadores al eliminar la necesidad de que realicen tareas en entornos peligrosos, como líneas de producción con maquinaria pesada o el manejo de sustancias tóxicas.
2. Seguridad de los procesos: Los sistemas de control garantizan que los procesos industriales se mantengan dentro de los parámetros seguros, previniendo accidentes, fallas en los equipos y riesgos ambientales.

Monitoreo: Los sistemas OT brindan una visibilidad completa y en tiempo real de toda la operación. El monitoreo constante permite la detección temprana de anomalías, facilita la toma de decisiones informadas y ayuda a los equipos a responder rápidamente a cualquier problema, optimizando así la gestión y el mantenimiento de la planta.

Desventajas y limitaciones

A pesar de sus grandes beneficios, la implementación y gestión de la Tecnología Operativa también presenta ciertos desafíos y limitaciones importantes que deben ser considerados.

- ✓ Costos: La inversión inicial en sistemas OT es considerable. Los costos incluyen no solo el hardware (PLC, sensores, etc.) y el software (SCADA, HMI), sino también la instalación, la integración con sistemas existentes, la formación del personal y el mantenimiento continuo. Estas tecnologías suelen tener ciclos de vida largos, pero las actualizaciones y reemplazos pueden ser muy costosos.
- ✓ Riesgos de ciberataques: Tradicionalmente, los sistemas OT estaban aislados de las redes externas, lo que los hacía menos vulnerables. Sin embargo, con la convergencia de la TI y la OT, estos sistemas ahora están conectados a internet y a las redes corporativas. Esto los expone a riesgos de ciberataques, como *ransomware* o *malware*, que podrían detener la producción, causar daños físicos a la maquinaria o incluso comprometer la seguridad de los trabajadores.
- ✓ Dependencia tecnológica: Una vez que una empresa invierte en un sistema OT, se crea una gran dependencia del proveedor y de la tecnología específica. Cambiar de proveedor puede ser extremadamente difícil y costoso (un fenómeno conocido como *vendor lock-in*). Además, el mantenimiento y la operación de

estos sistemas requieren de personal con habilidades altamente especializadas, lo que puede ser un desafío para encontrar y retener.

Seguridad en OT

La seguridad en la Tecnología Operativa es fundamental debido a que un fallo puede tener consecuencias catastróficas, tanto físicas como financieras. A diferencia de la TI, donde la principal preocupación es la confidencialidad de los datos, en la OT las prioridades son la disponibilidad y la integridad de los sistemas para asegurar la continuidad de las operaciones.

Seguridad física y ciberseguridad

- Seguridad física: Se refiere a la protección de los componentes tangibles de OT (como los PLCs y servidores) contra el acceso no autorizado, el robo o el daño. Esto incluye medidas como cercas, cámaras de vigilancia, cerraduras en los armarios de control y control de acceso a áreas restringidas. Su objetivo es evitar que una persona malintencionada acceda físicamente al equipo para manipularlo o dañarlo.
- Ciberseguridad: Se enfoca en la protección de los sistemas y redes OT contra amenazas digitales. Con la convergencia de la TI y la OT, los sistemas industriales ahora están expuestos a riesgos como *ransomware*, *malware* y ataques de denegación de servicio. Las estrategias de ciberseguridad en OT buscan proteger los sistemas de control para evitar interrupciones en la producción, la manipulación de procesos y el compromiso de la seguridad de las personas.

Normativas y estándares

- ✓ ISA/IEC 62443.
- ✓ NIST
- ✓ ISO

Retos a los que se enfrenta en la actualidad el OT.

- ✓ **Sistemas antiguos (*Legacy Systems*):** Muchos entornos OT operan con maquinaria y sistemas de control que tienen décadas de antigüedad. Estos sistemas no fueron diseñados para la conectividad y a menudo carecen de características de seguridad básicas, lo que los hace extremadamente vulnerables cuando se conectan a redes modernas. Actualizarlos o reemplazarlos por completo es un proceso costoso y disruptivo.
- ✓ **Falta de especialistas:** Existe una escasez global de profesionales con el conocimiento dual en tecnología de la información (TI) y tecnología operativa (OT). La convergencia de estos dos mundos requiere expertos que entiendan tanto la seguridad y las redes como los procesos industriales y la maquinaria. Esta brecha de talento dificulta la gestión de los sistemas y la respuesta a los nuevos ciberataques.
- ✓ **Disponibilidad 24/7:** A diferencia de un sistema de TI que se puede reiniciar durante la noche, los sistemas OT a menudo deben operar de forma continua y sin interrupciones. No se puede detener una línea de producción o una planta de energía para aplicar parches de seguridad o realizar mantenimiento, lo que crea un gran desafío para mantener los sistemas actualizados y protegidos.

Industria 4.0 y OT

La Industria 4.0 es la cuarta revolución industrial y representa la transformación digital del sector manufacturero y de producción. En su núcleo, esta revolución se basa en la integración de la Tecnología Operativa con tecnologías avanzadas para crear fábricas inteligentes y procesos autónomos.

Convergencia con IT.

- ✓ IoT.
- ✓ IA.
- ✓ Big Data.
- ✓ gemelos digitales.

Tendencias y futuro de OT

El futuro de la Tecnología Operativa estará definido por una integración aún más profunda con tecnologías de vanguardia, marcando una nueva era de autonomía e inteligencia en los procesos industriales.

Diferentes aplicaciones en OT:

- ✓ Automatización avanzada:
- ✓ robótica colaborativa
- ✓ IA generativa:

La inteligencia artificial generativa, conocida por crear contenido como textos e imágenes, tiene el potencial de revolucionar la OT. En el futuro, podría utilizarse para:

- ✓ Generar código de control para PLCs de manera automática.
- ✓ Diseñar diseños óptimos para fábricas o líneas de producción.
- ✓ Crear simulaciones y modelos de gemelos digitales de forma más rápida. La IA generativa agilizará el diseño, la configuración y la optimización de los sistemas OT, reduciendo el tiempo de implementación.