



Arquitecturas de alto rendimiento a nivel de máquina con funciones de red EtherNet/IP y selección del switch adecuado para su aplicación

MARCO TOSCANO • TECHNOLOGY CONSULTANT SWC • 07.09.21

expanding **human possibility**[®]



A Rockwell Automation Event

Agenda

1

**Recursos y
aplicaciones**

2

Conocimientos
fundamentales

3

Topologías
y selección
de switches

4

Consideraciones
sobre Gigabit

5

Consideraciones
sobre Device Level
Ring (DLR)

6

Consideraciones
sobre Network
Address Translation
(NAT)

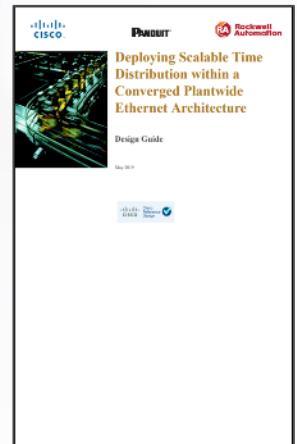
7

Conectando
las celdas

Cómo aplicar las funciones de red Ethernet/IP

Descripción de la sesión

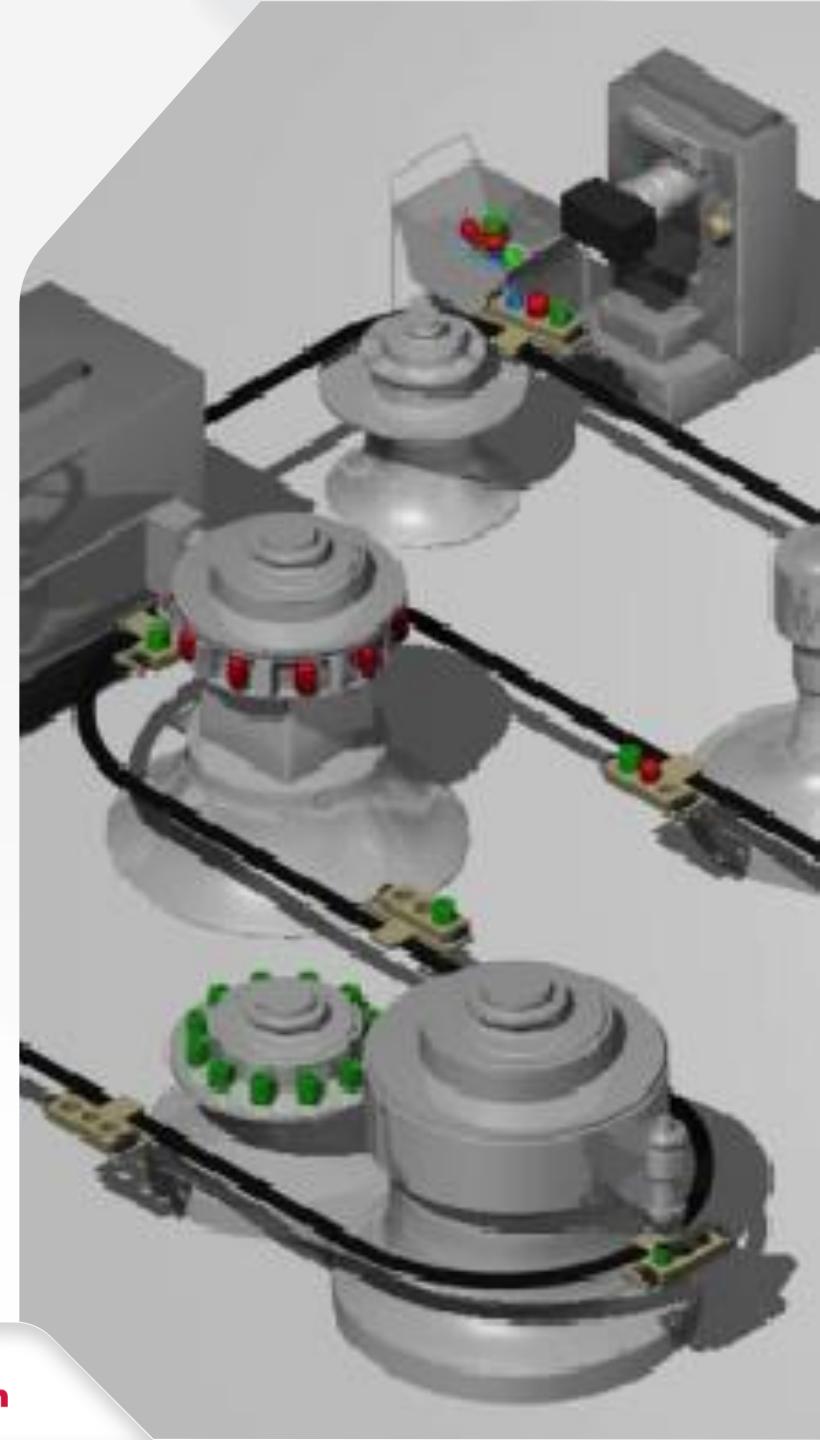
- Esta sesión se centra en ayudar a los usuarios a diseñar e implementar redes Ethernet/IP de alto rendimiento compatibles con aplicaciones en tiempo real:
 - Cómo se pueden lograr aplicaciones en tiempo real a través de una red no determinista como Ethernet.
 - Cómo diseñar una red de automatización que proporcione una plataforma segura y sólida para un control de alto rendimiento.
 - Cómo se pueden aplicar Gigabit, Device Level Ring y Network Address Translation en sus diseños.
- ¿Dónde puedo encontrar más información sobre este tema?
 - Vaya a www.rockwellautomation.com y seleccione Support > Literature Library
 - Busque **IA-AT003** - Integrated Architecture and CIP Sync.
 - Busque **ENET-TD001** - Converged Plantwide Ethernet (CPwE) Design and Implementation.
 - Busque **ENET-TD016** - Deploying Scalable Time Distribution within a CPwE Architecture.
 - Busque **ENET-TD015** - Deploying Device Level Ring (DLR) within a CPwE Architecture.
 - Busque **ENET-TD007** - Deploying Network Address Translation (NAT) within a CPwE Architecture.



Cómo aplicar las funciones de red Ethernet/IP

Ejemplos de aplicaciones en tiempo real en Ethernet/IP

- **Industria farmacéutica:** las industrias reguladas requieren un registro de auditoría preciso.
- **Subestaciones:** se indica la secuencia de eventos y las primeras condiciones de fallo.
- **Historiadores:** se realiza un seguimiento de grandes cantidades de datos asociados por tiempo.
- **FactoryTalk® Alarms and Events:** se ordena la historia a nivel del sistema.
- **Aplicaciones SCADA:**
los sistemas de control distribuidos requieren estampas de tiempo precisos que puedan abarcar muchas zonas horarias diferentes.
- **Aplicaciones de movimiento:** requieren determinismo para la coordinación y el registro.



Agenda

1

Recursos y
aplicaciones

2

**Conocimientos
fundamentales**

3

Topologías
y selección
de switches

4

Consideraciones
sobre Gigabit

5

Consideraciones
sobre Device Level
Ring (DLR)

6

Consideraciones
sobre Network
Address Translation
(NAT)

7

Conectando
las celdas

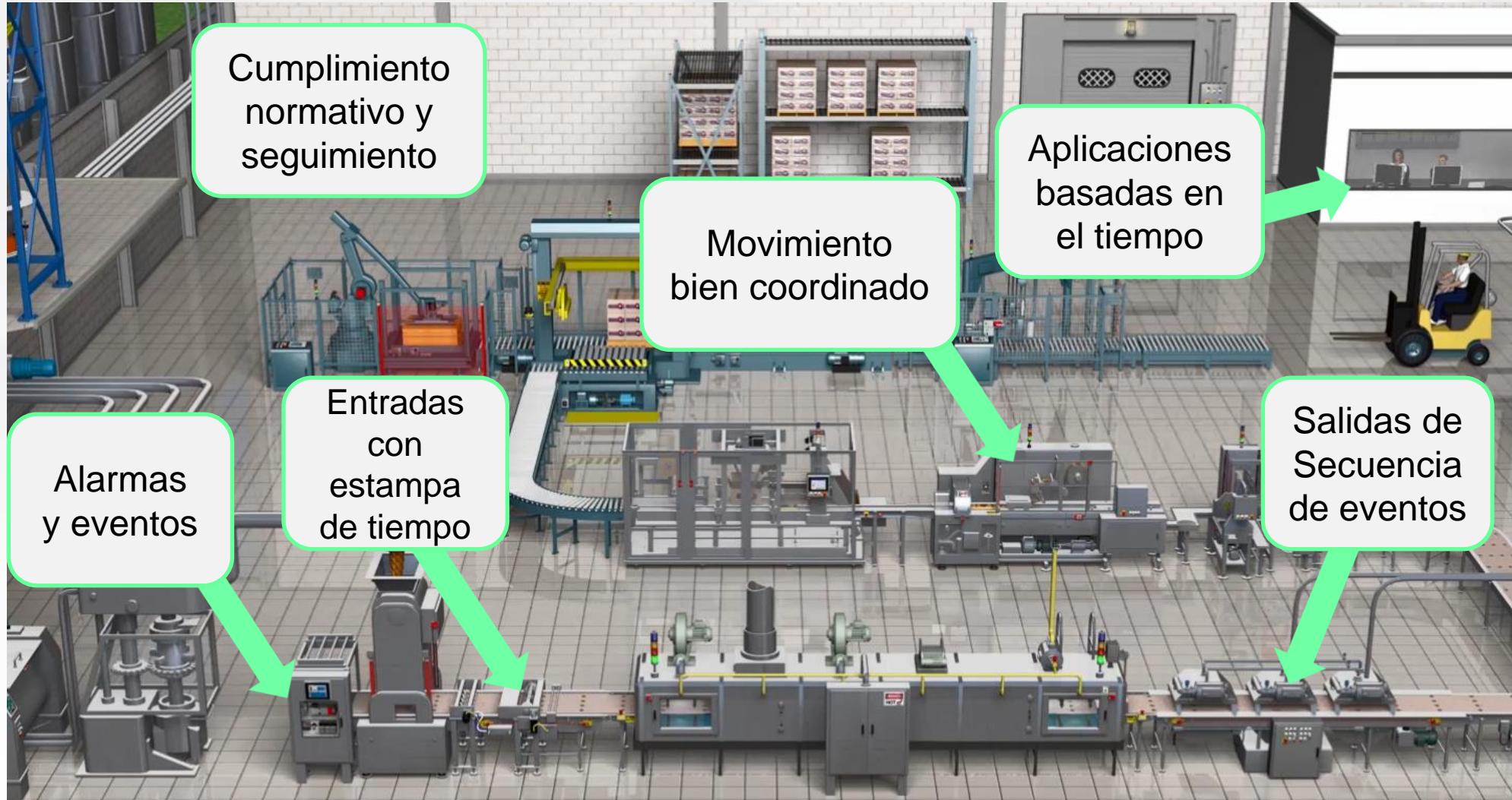


Aplicaciones en tiempo real en Ethernet/IP

- *¡Pero Ethernet no es determinista!*
- ¿Cómo se pueden realizar aplicaciones que dependen del tiempo, como el control de movimiento y estampa de tiempo, a través de Ethernet?

Aplicaciones en tiempo real en Ethernet/IP

Una red convergente para satisfacer sus necesidades de IT y OT que dependen del tiempo

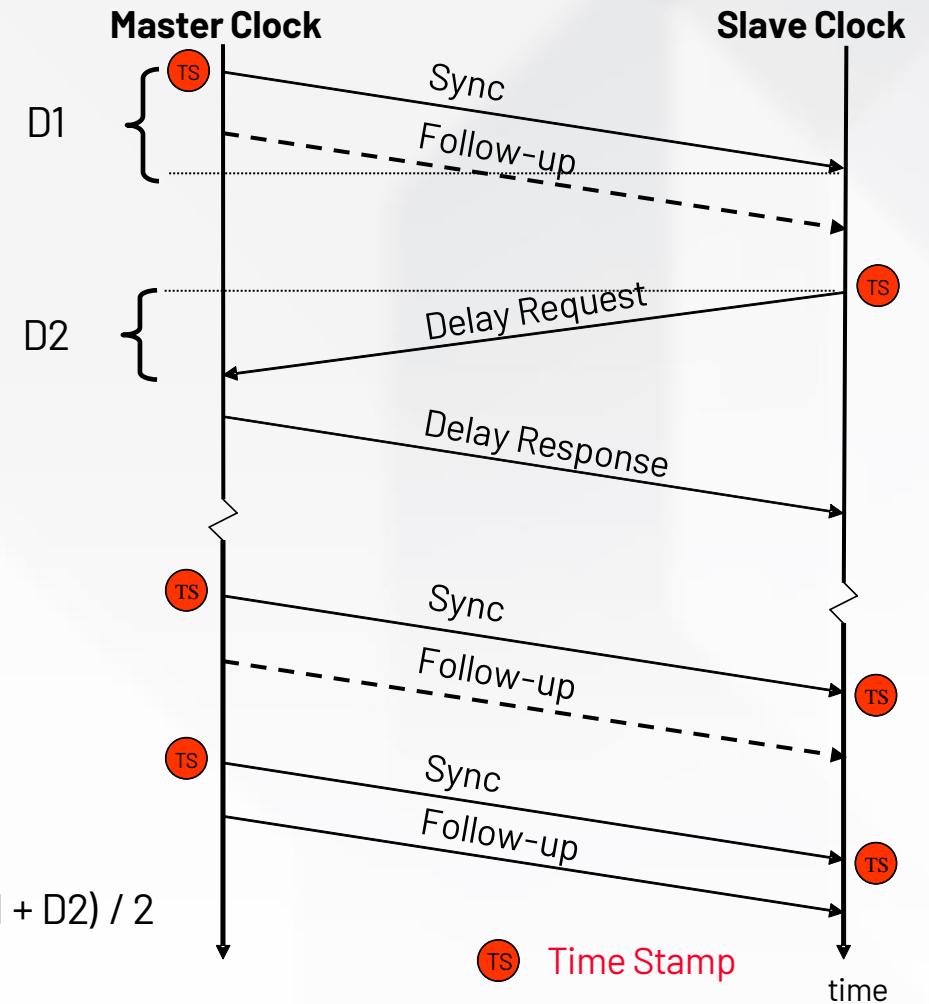


Aplicaciones en tiempo real en Ethernet/IP

Cómo el Protocolo de Precisión de Tiempo (PTP) sincroniza todos los relojes

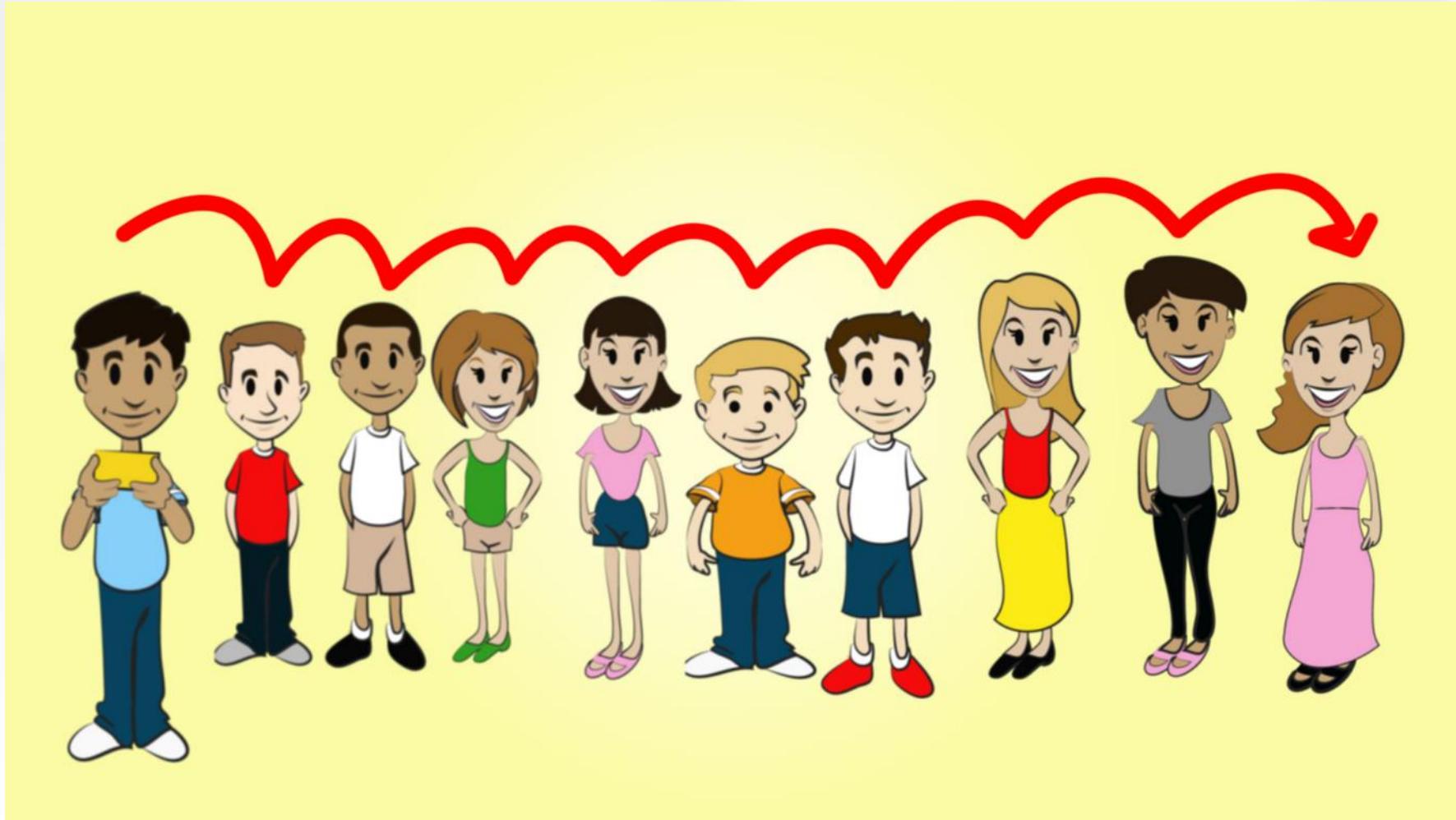
- Jerarquía de relojes Maestro/Eslavo.
 - Por lo general, el Maestro es un controlador.
 - El Eslavo suele ser un variador.
- El reloj Maestro transmite la hora.
 - Una vez por segundo.
 - Permite sintonizar los relojes.
- Los dispositivos secundarios miden los retrasos.
 - Tienen en cuenta la latencia de la red.
 - Proporcionan exactitud de 100 ns.

$$\text{Retraso} = (D1 + D2) / 2$$



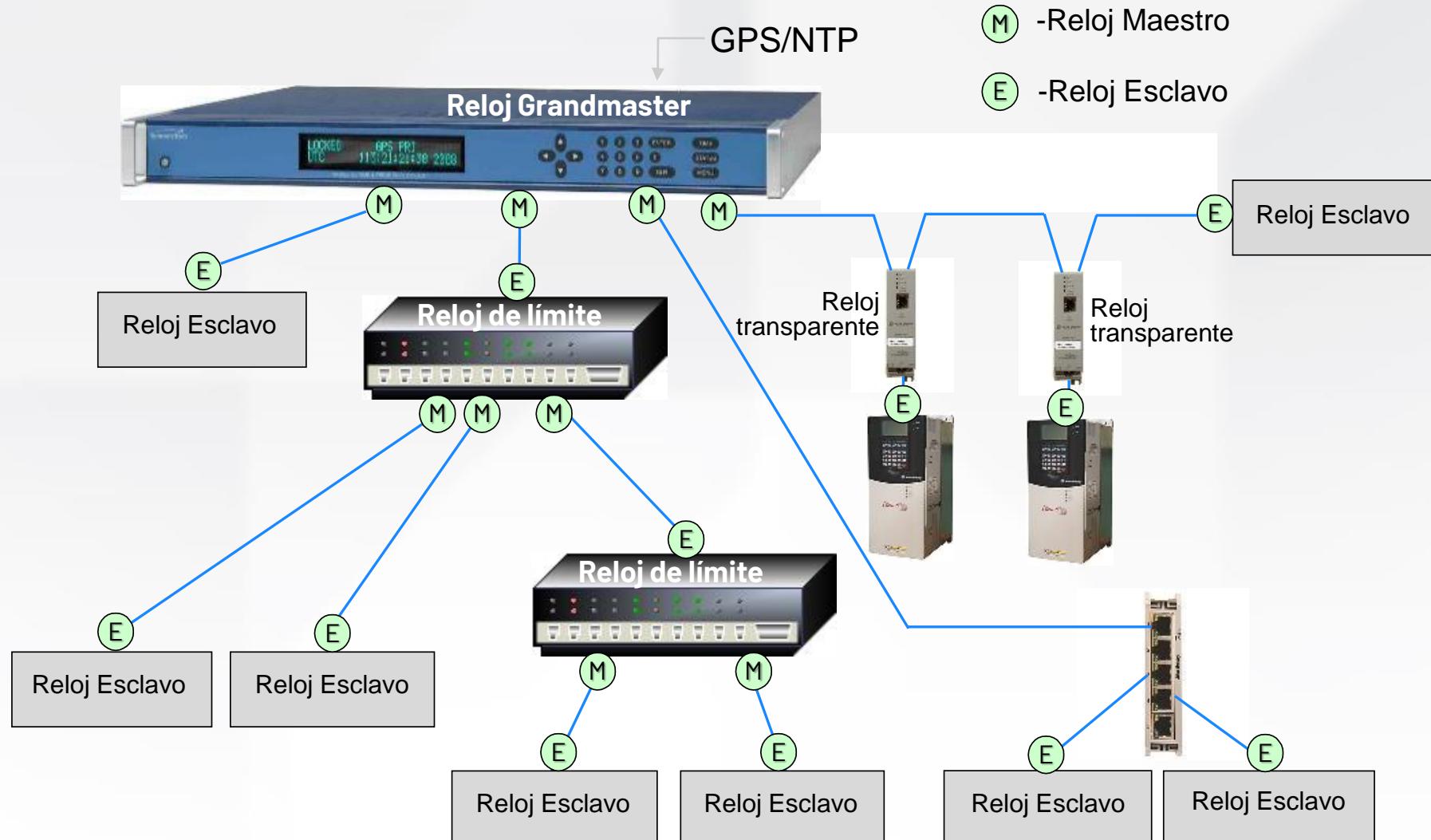
Aplicaciones en tiempo real en Ethernet/IP

La analogía del juego del teléfono descompuesto/dañado



Aplicaciones en tiempo real en Ethernet/IP

El Sistema de relojes de IEEE1588 (analogía del juego del teléfono descompuesto)





Aplicaciones en tiempo real en Ethernet/IP

- *Ethernet puede ser “determinista”.*
- De acuerdo con la norma IEEE1588, CIP Sync mantiene todos los relojes sincronizados, lo que permite aplicaciones en tiempo real como el control de movimiento a través de Ethernet.

Agenda

1

Recursos y
aplicaciones

2

Conocimientos
fundamentales

3

**Topologías
y selección
de switches**

4

Consideraciones
sobre Gigabit

5

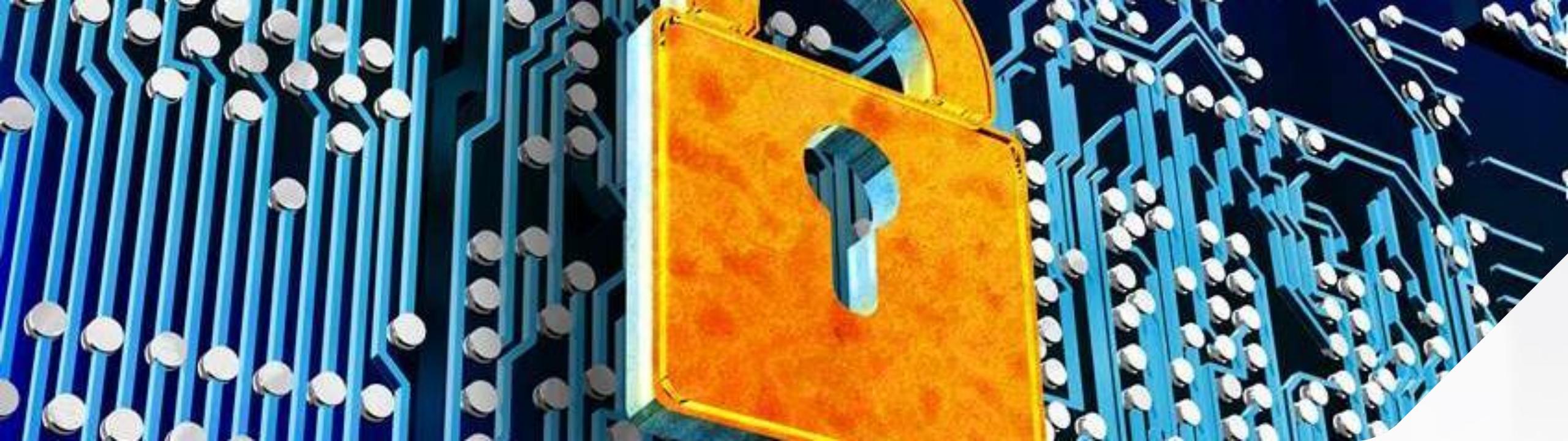
Consideraciones
sobre Device Level
Ring (DLR)

6

Consideraciones
sobre Network
Address Translation
(NAT)

7

Conectando
las celdas



Cómo poner las cosas en perspectiva

Las fluctuaciones introducidas por la infraestructura de red se miden en *nanosegundos* y *microsegundos*, y la mayoría de las aplicaciones solo deben mantener una exactitud del tiempo en *milisegundos*. El objetivo de esta presentación es brindar orientación sobre arquitecturas y selección de productos.

Topologías y selección de switches

¿Qué está tratando de hacer?

- Elija un switch en función de la aplicación:
 - Las aplicaciones en tiempo real requieren switches que admitan la sincronización de tiempo.
 - El control de movimiento implica una exactitud de tiempo cercana a +/-1 microsegundo.
 - ¿El sistema se conectará a una infraestructura más grande?



Switch de red: Descripción general de la cartera



Switch Stratix® 2000



Switch Stratix® 2500



Switches Stratix® 5700
ArmorStratix™ 5700



Switch Stratix® 5400



Switch Stratix® 5800



Switch Stratix® 5410

NO
ADMINISTRADOS

LIGERAMENTE
ADMINISTRADOS

COMPLETAMENTE
ADMINISTRADOS

ADMINISTRADOS
ALTO RENDIMIENTO



Software FactoryTalk® Network Manager™

Mayor visibilidad e información sobre su red en el contexto de sus activos de automatización.

Captura en tiempo real de FactoryTalk® Alarms and Events, con retención histórica de la información para permitir el análisis y la visualización de registros de auditoría.

Admite la configuración de switches desde un lugar remoto y permite la copia de seguridad de respaldo de la configuración y la comparación con la configuración anterior.

100 M/1G ← ----- → 100M ← ----- → 100 M/1G ← ----- → 1G/10 G

Topologías y selección de switches

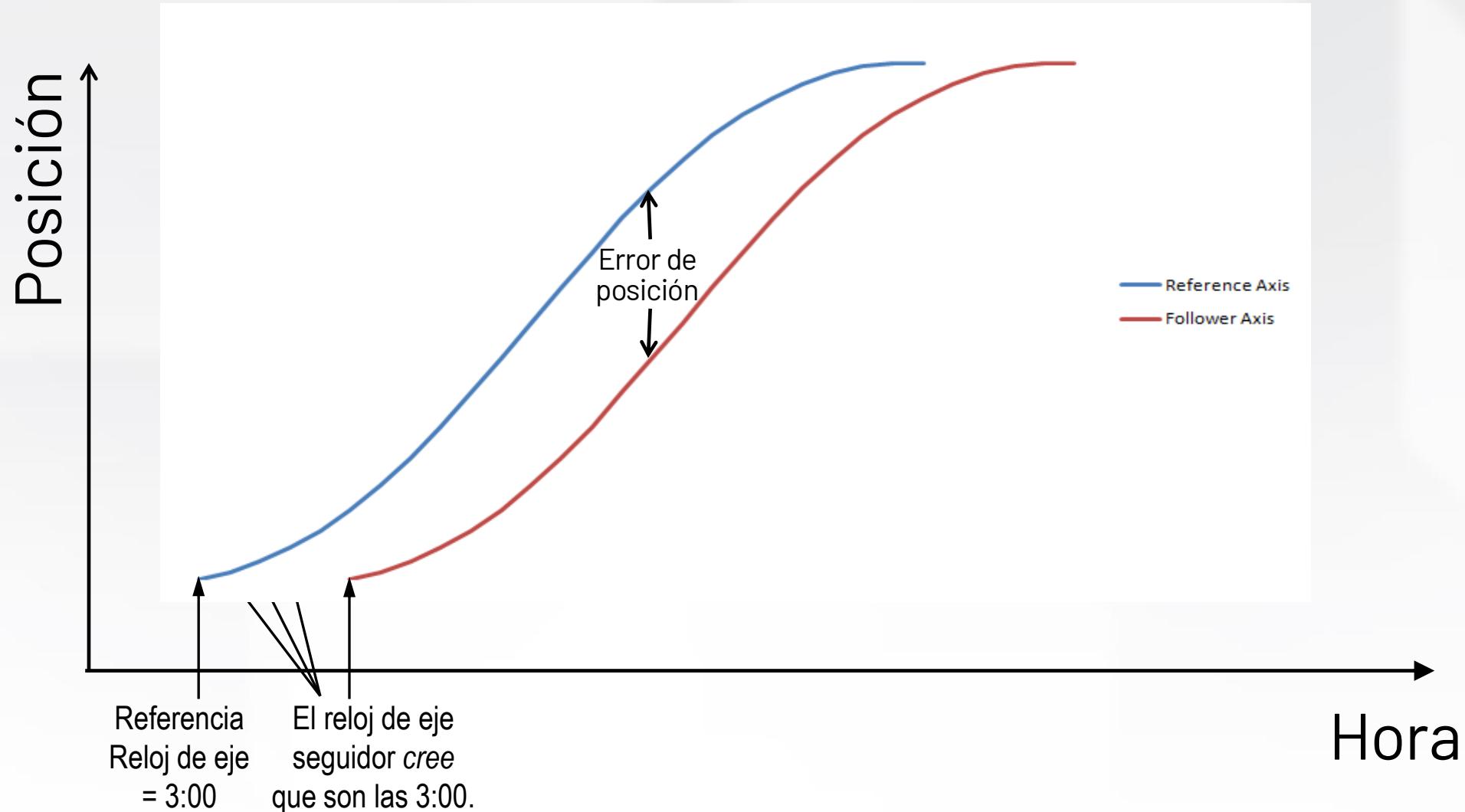
	Ventajas	Desventajas
Switches administrados	<ul style="list-style-type: none">Servicios de segmentación (red de área local virtual, VLAN)Información de diagnósticoServicios de seguridadServicios de priorización (QoS)Servicios de administración de multidifusiónResiliencia de redPrevención de lazos	<ul style="list-style-type: none">Son más caros.Requieren de algún nivel de servicio de asistencia técnica y configuración para la puesta en marcha.
Switches no administrados	<ul style="list-style-type: none">Inversión inicial más bajaFáciles de configurarIdeales para redes pequeñas y aisladas	<ul style="list-style-type: none">No tienen capacidad de gestión.No tienen seguridad.No incluyen información de diagnóstico.Es difícil resolver los problemas.No admiten la resiliencia.No cuentan con prevención de lazos.
Switches embebidos	<ul style="list-style-type: none">Información de diagnósticoServicios de priorización (QoS)Servicios de sincronización de tiempo (1588/PTP)Resiliencia de redPrevención de lazos	<ul style="list-style-type: none">Cuentan con funciones de administración limitadas.A veces requieren una configuración mínima.No incluyen funciones de seguridad.

Desafíos clave para los clientes

Desafíos para el cliente	Solución	Ligeramente administrado	Completamente administrado	De alto rendimiento
Tiempo de improductivo imprevisto a causa de operaciones diarias	Prevención de lazos	✓	✓	✓
	Resiliencia de alta velocidad		✓	✓
	Redes redundantes			✓
Eventos inesperados de las necesidades actuales y futuras	Priorización de puertos/segmentación virtual	✓	✓	✓
	Priorización de la red/multidisciplinario		✓	✓
	Gigabit ampliado			✓
La información accionable permite la colaboración remota con expertos en cuestiones de comunicación.	Visibilidad de herramientas operativas	✓	✓	✓
	Visibilidad de herramientas de TI		✓	✓
	Sistema operativo entre redes (IOS) común y capacidad de programación			✓
La mitigación de riesgos reduce los costos de vulneraciones de la red y retiro de productos.	Seguridad de puertos /segmentación	✓	✓	✓
	Visibilidad/NetFlow y aplicación de políticas			✓

Topologías y selección de switches

¿Qué sucede si los relojes están desfasados?

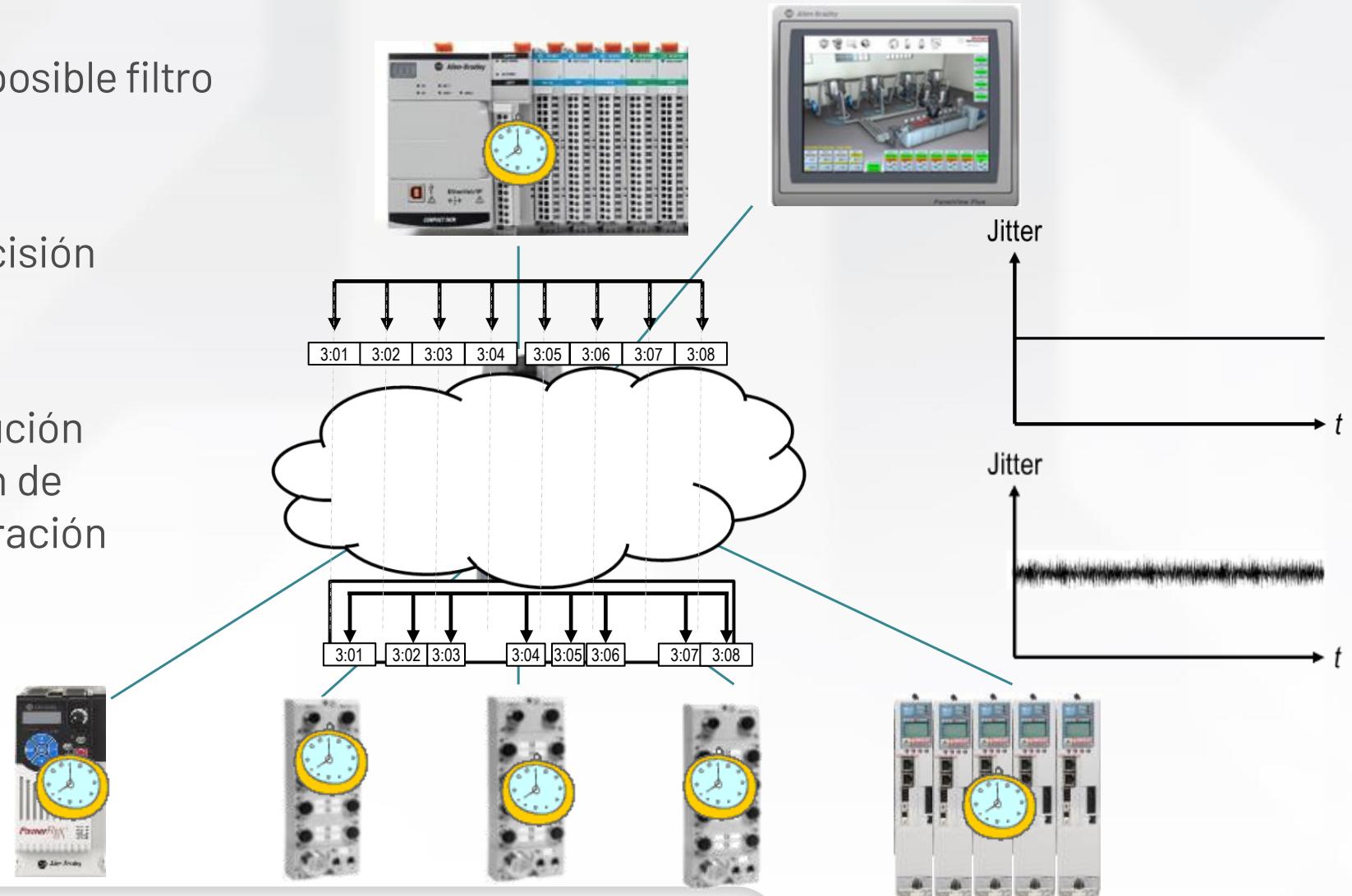


Topologías y selección de switches

¿Cómo se desfasan los relojes?

- La infraestructura de red es un posible filtro para la distribución de la hora en un sistema.
- Aunque la hora se mide con precisión desde el reloj principal...

...no siempre se traslada con precisión a través de la distribución de la infraestructura en función de la carga del tráfico y la configuración de la infraestructura...



Topologías y selección de switches

¿Cómo se desfasan los relojes?



Introducción de grandes volúmenes
de datos aleatorios de forma no priorizada



Introducción de paquetes grandes
de 1,500 bytes a 100 Mbits/s = 120 usecs



Switch no compatible con PTP



Topologías y selección de switches

¿Cómo se puede proteger la hora en el sistema?

Switch administrado típico:

- Mecanismos de cambio de fase de la hora
 - Reloj de límite
 - Reloj transparente
- Priorización del tráfico
 - QoS: calidad de servicio
 - DSCP: punto de código de servicios diferenciados
 - Priorización de CIP (especificación ODVA)
- IGMP Snooping
- Administración del tráfico Multi-Cast

Otros mecanismos:

- Filtro del reloj del dispositivo
 - No configurable por el usuario
- Configuración topológica

NOTA:

Las funciones de Ethernet/IP NO son exclusivas de Rockwell Automation; Ethernet/IP es un estándar abierto

Busque la norma IEEE1588-2008 y trabaje con su proveedor de switches para obtener una política de QoS que permita la automatización.

Topologías y selección de switches

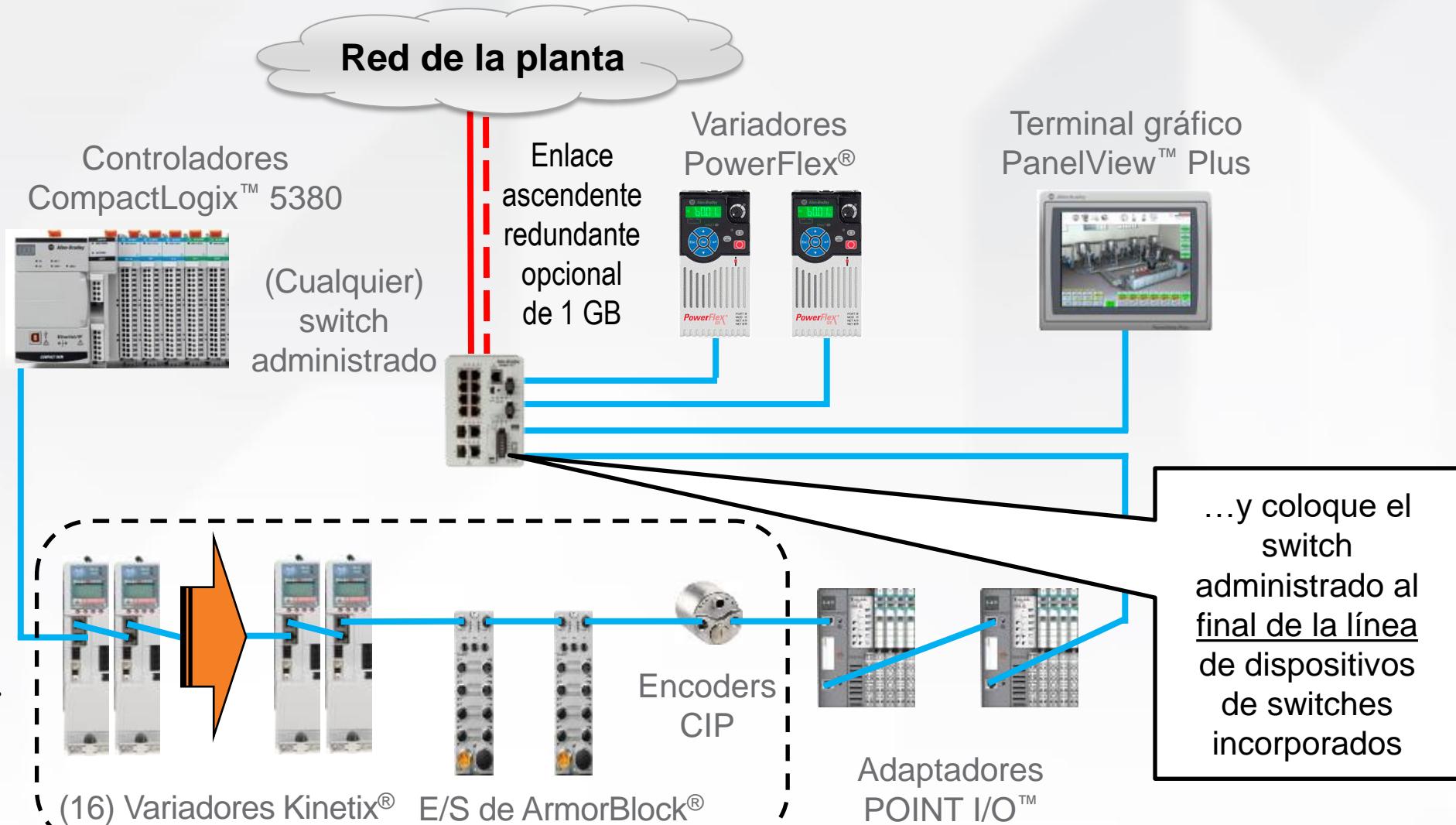
Cómo aprovechar los switches embedidos y el concepto de *visión clara*

Switch	Topología	QoS	PTP
Embebido	Lineal directo	Sí	Sí

Parámetro	0% de carga	20% de carga	40% de carga
Seguimiento			
RegPos			
RegTime			

KEY: <1 usec <10 usec >10 usec

Conecte los dispositivos con gestión de tiempo directamente al controlador...



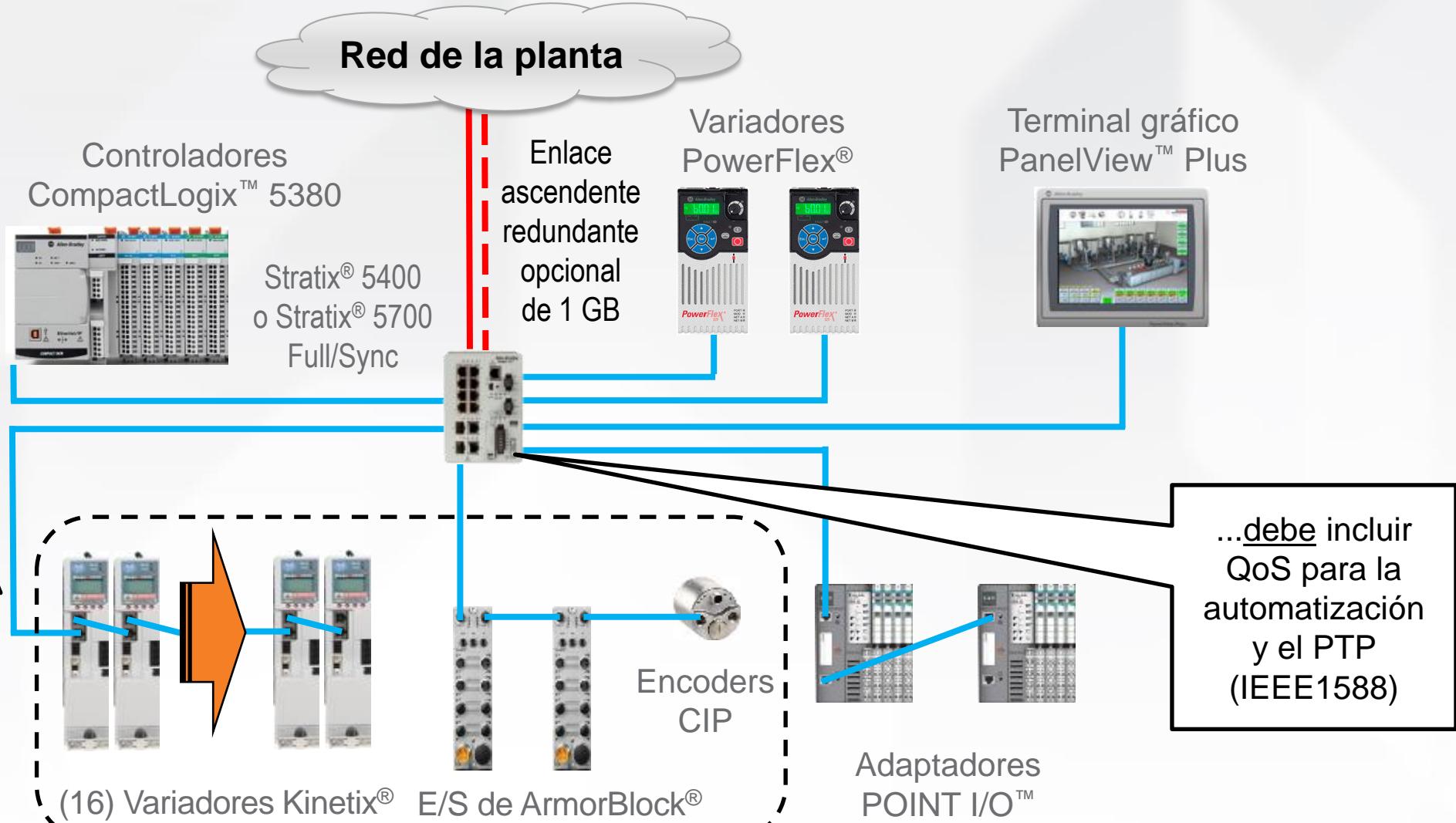
Topologías y selección de switches

Un switch de interposición debe incluir la opción de QoS y PTP

Parámetro	0% de carga	20% de carga	40% de carga
Seguimiento			
RegPos			
RegTime			

KEY: <1 usec <10 usec >10 usec

Si un switch se interpone entre el controlador y los dispositivos con gestión de tiempo...



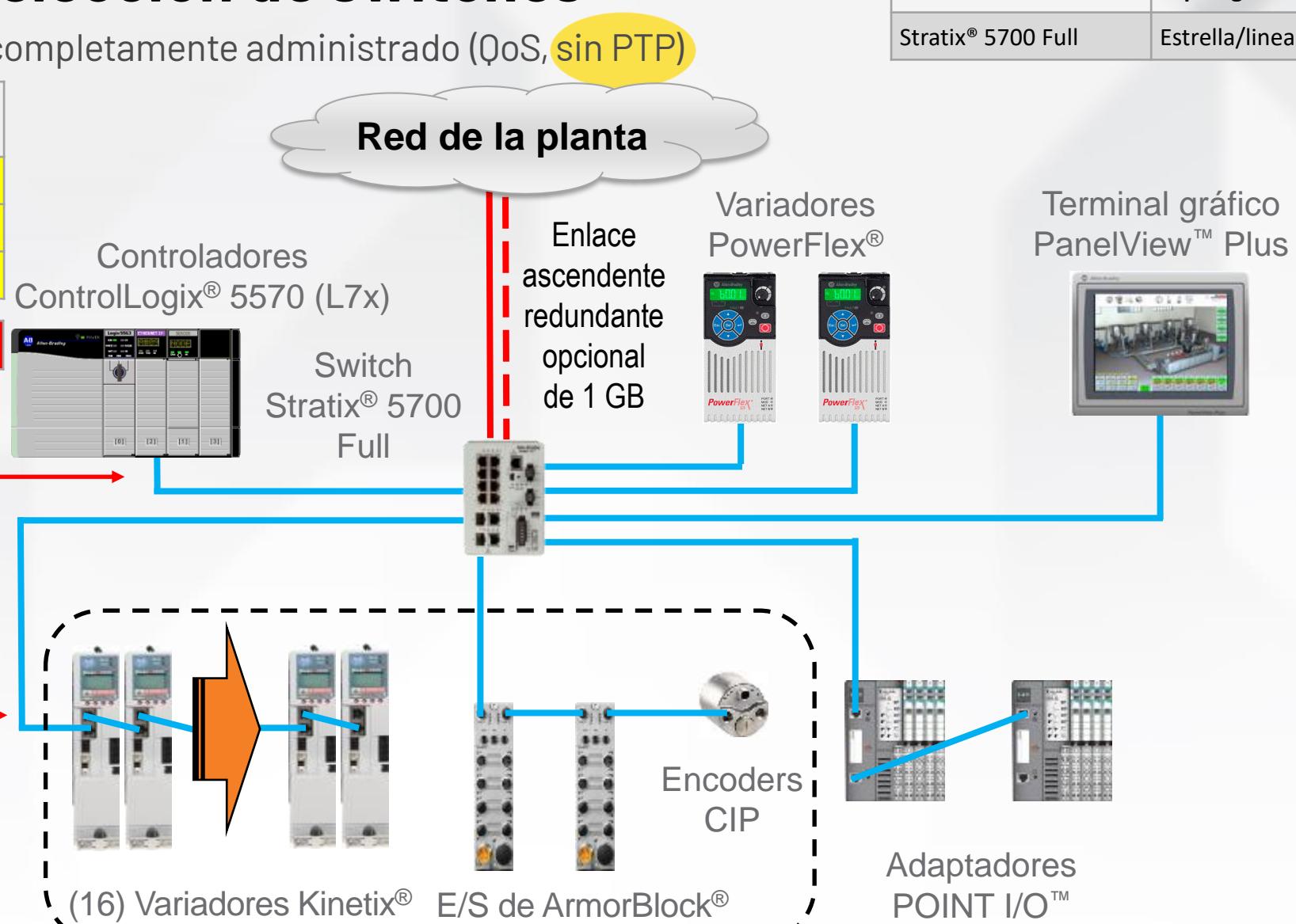
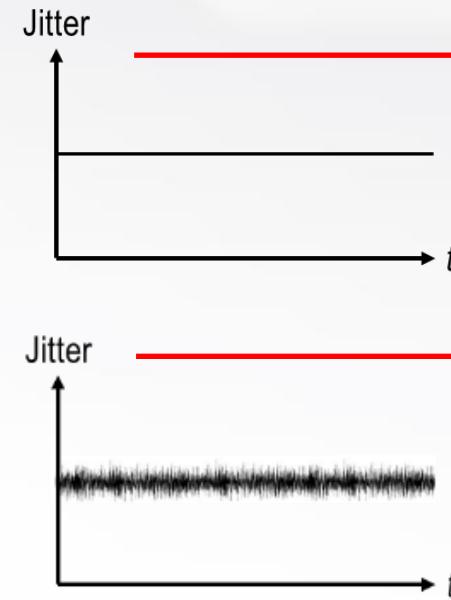
Topologías y selección de switches

Switch de interposición completamente administrado (QoS, sin PTP)

Switch	Topología	QoS	PTP
Stratix® 5700 Full	Estrella/lineal	Sí	No

Parámetro	0% de carga	20% de carga	40% de carga
Seguimiento			
RegPos			
RegTime			

KEY: <1 usec <10 usec >10 usec



Topologías y selección de switches

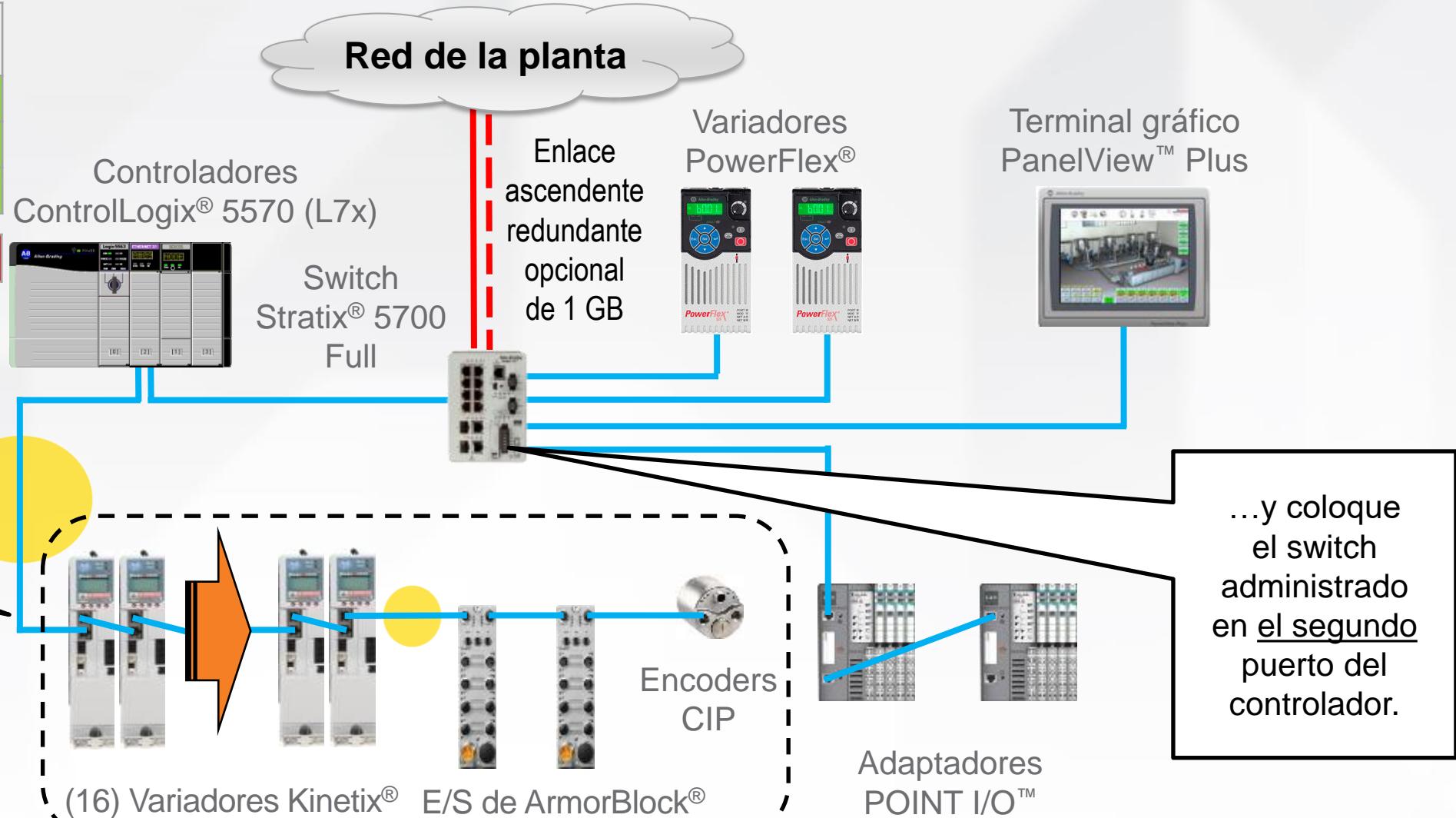
Switch de interposición completamente administrado (QoS, sin PTP)

Switch	Topología	QoS	PTP
Stratix® 5700 Full	Estrella/lineal	Sí	Sí

Parámetro	0% de carga	20% de carga	40% de carga
Seguimiento			
RegPos			
RegTime			

KEY: <1 usec <10 usec >10 usec

Conecte los dispositivos con gestión de tiempo directamente a un puerto del controlador...



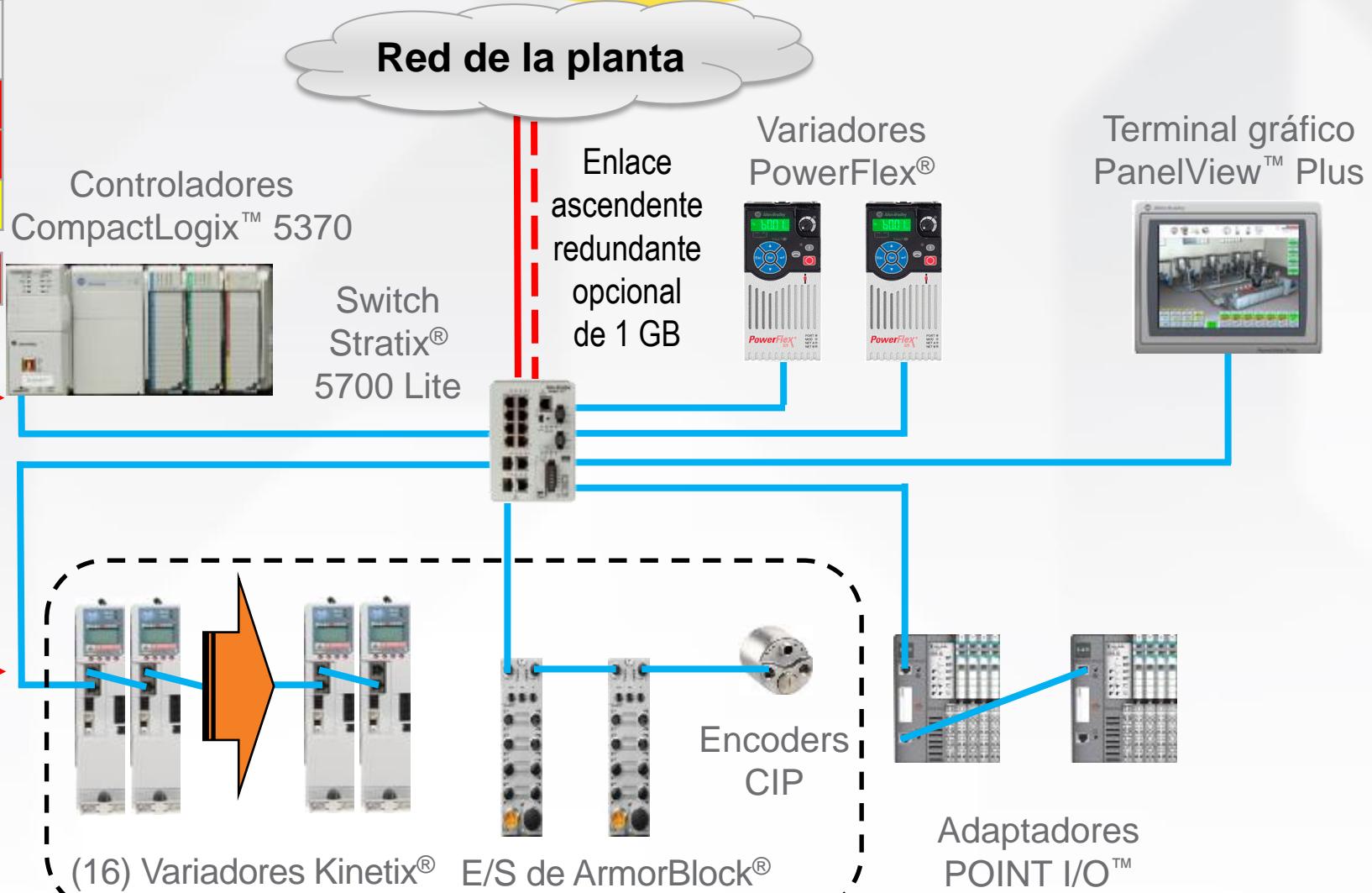
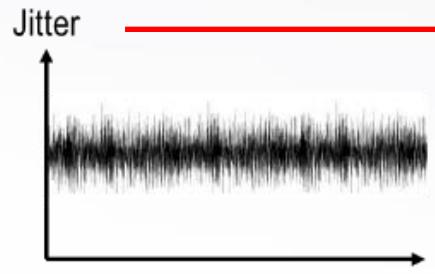
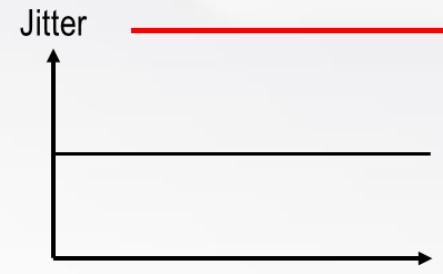
Topologías y selección de switches

Switch de interposición completamente administrado (Sin QoS y sin PTP)

Switch	Topología	QoS	PTP
Stratix® 5700 Lite	Estrella/lineal	No	No

Parámetro	0% de carga	20% de carga	40% de carga
Seguimiento			
RegPos			
RegTime			

KEY: <1 usec <10 usec >10 usec



Topologías y selección de switches

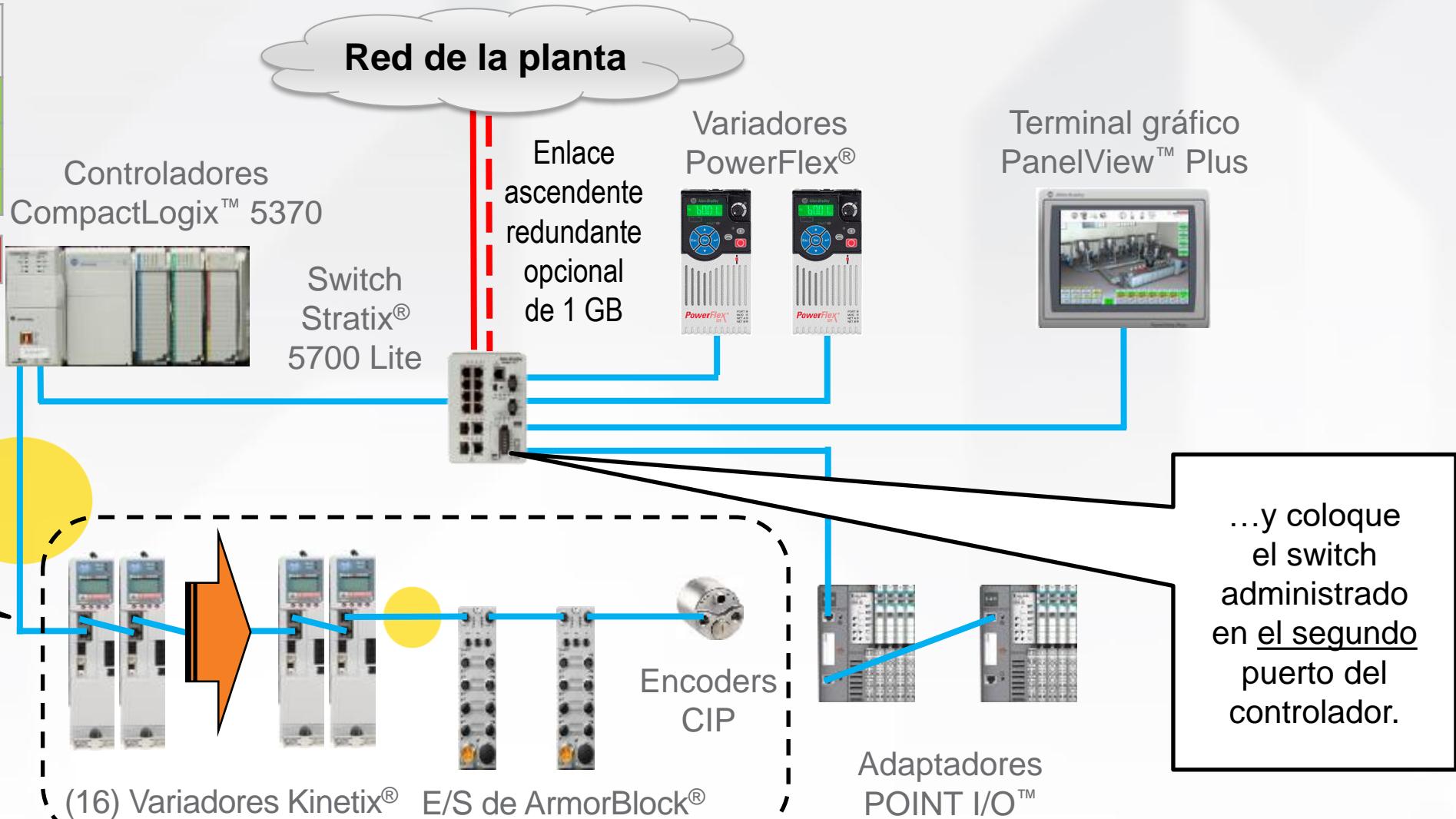
Switch de interposición completamente administrado (Sin QoS y sin PTP)

Switch	Topología	QoS	PTP
Stratix® 5700 Lite	Estrella/lineal	Sí	Sí

Parámetro	0% de carga	20% de carga	40% de carga
Seguimiento			
RegPos			
RegTime			

KEY: <1 usec <10 usec >10 usec

Conecte los dispositivos con gestión de tiempo directamente a un puerto del controlador...



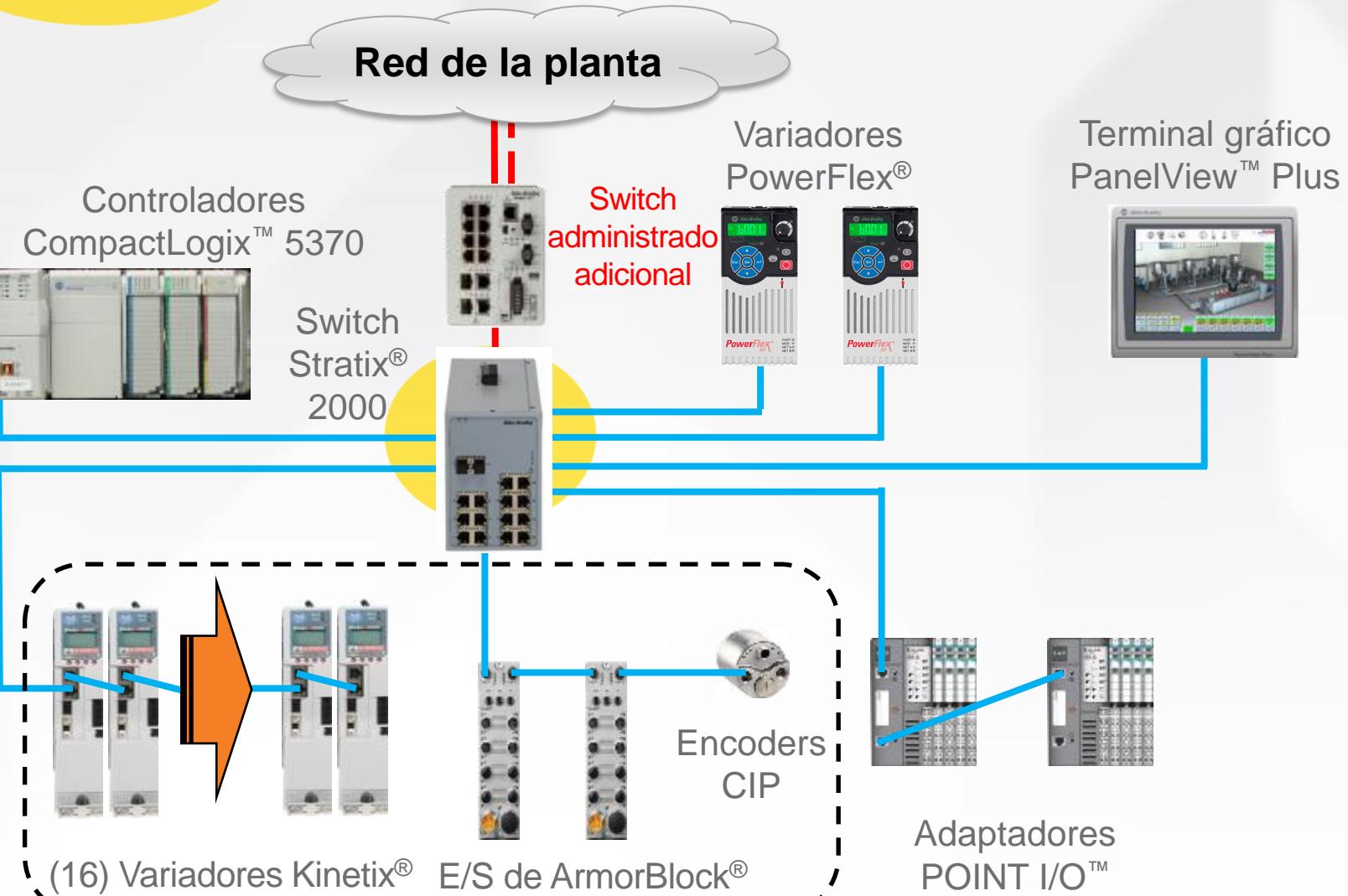
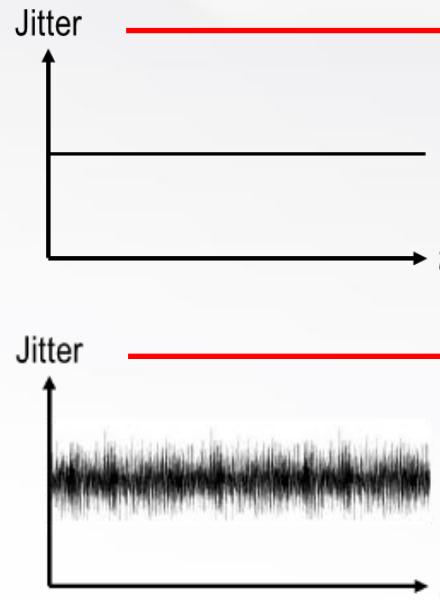
Topologías y selección de switches

Switch de interposición no administrado (sin QoS y sin PTP)

Switch	Topología	QoS	PTP
Stratix® 2000	Estrella/lineal	No	No

Parámetro	0% de carga	20% de carga	40% de carga
Seguimiento			
RegPos			
RegTime			

KEY: <1 usec <10 usec >10 usec



Topologías y selección de switches

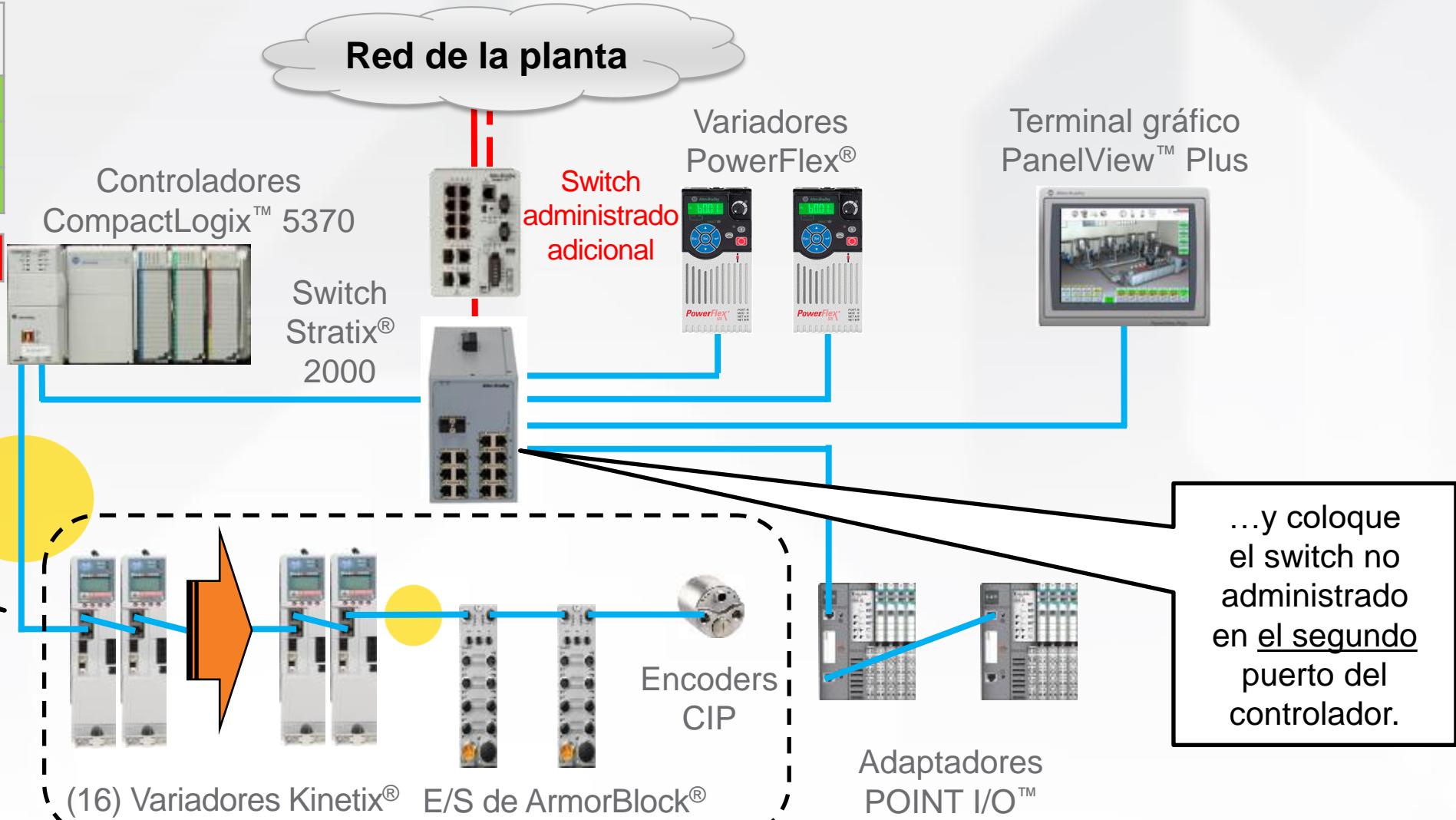
Switch de interposición no administrado (sin QoS y sin PTP)

Switch	Topología	QoS	PTP
Stratix® 2000	Estrella/lineal	Sí	Sí

Parámetro	0% de carga	20% de carga	40% de carga
Seguimiento			
RegPos			
RegTime			

KEY: <1 usec <10 usec >10 usec

Conecte los dispositivos con gestión de tiempo directamente a un puerto del controlador...



Agenda

1

Recursos y
aplicaciones

2

Conocimientos
fundamentales

3

Topologías
y selección
de switches

4

**Consideraciones
sobre Gigabit**

5

Consideraciones
sobre Device Level
Ring (DLR)

6

Consideraciones
sobre Network
Address Translation
(NAT)

7

Conectando
las celdas

Consideraciones sobre Gigabit

Descripción general de Gigabit

- Las comunicaciones se separan del control (en los nuevos procesadores).
- Puede alcanzar velocidades de 1 GB (adaptación a cambios futuros).
 - Genera RPI más bajos y más ejes por milisegundo.
 - Los dispositivos de 100 Mb se convierten a 1 GB a través de un switch Stratix®.

Características	5570	5580	Características	5370	5380	5480
Rendimiento general	1x	5x-20x	Rendimiento general	1x	5x-20x	20x-50x
Eje por controlador	100	256	Eje por controlador	16	20	150
Eje por ms (50% de carga de la CPU)	6	32	Eje por ms (50% de carga de CPU)	2	32	100
Puerto Ethernet Embebido	No (ENxTr)	1 GB	Puerto Ethernet incorporado	10/100 Mb	10/100/1000	10/100/1000
Paquetes por segundo de E/S de Ethernet (Clase 0/1)	(25,000)	128,000	Paquetes por segundo de E/S de Ethernet (Clase 0/1)	10,000	128,000	128,000



Consideraciones sobre Gigabit

Ejemplo de Gigabit

Controladores
ControlLogix® 5580



1 GB

Red de la planta

Switch Stratix®
5400

PanelView™ Plus

5069 Compact I/O™

Enlace ascendente
redundante
opcional de 1 GB

100 Mb

1 GB

100 Mb

100 Mb



Variadores
Kinetix®



Variadores
Kinetix®



Variadores
PowerFlex®

Considere este switch
como un “cruce de
suma” de dispositivos
de 100 Mb que
alimentan la
canalización de 1 GB.



Variadores
Kinetix®



1734 POINT Guard I/O™

Consulte KB 828014 sobre velocidades de comunicación combinada.

Agenda

1

Recursos y
aplicaciones

2

Conocimientos
fundamentales

3

Topologías
y selección
de switches

4

Consideraciones
sobre Gigabit

5

**Consideraciones
sobre Device
Level Ring (DLR)**

6

Consideraciones
sobre Network
Address Translation
(NAT)

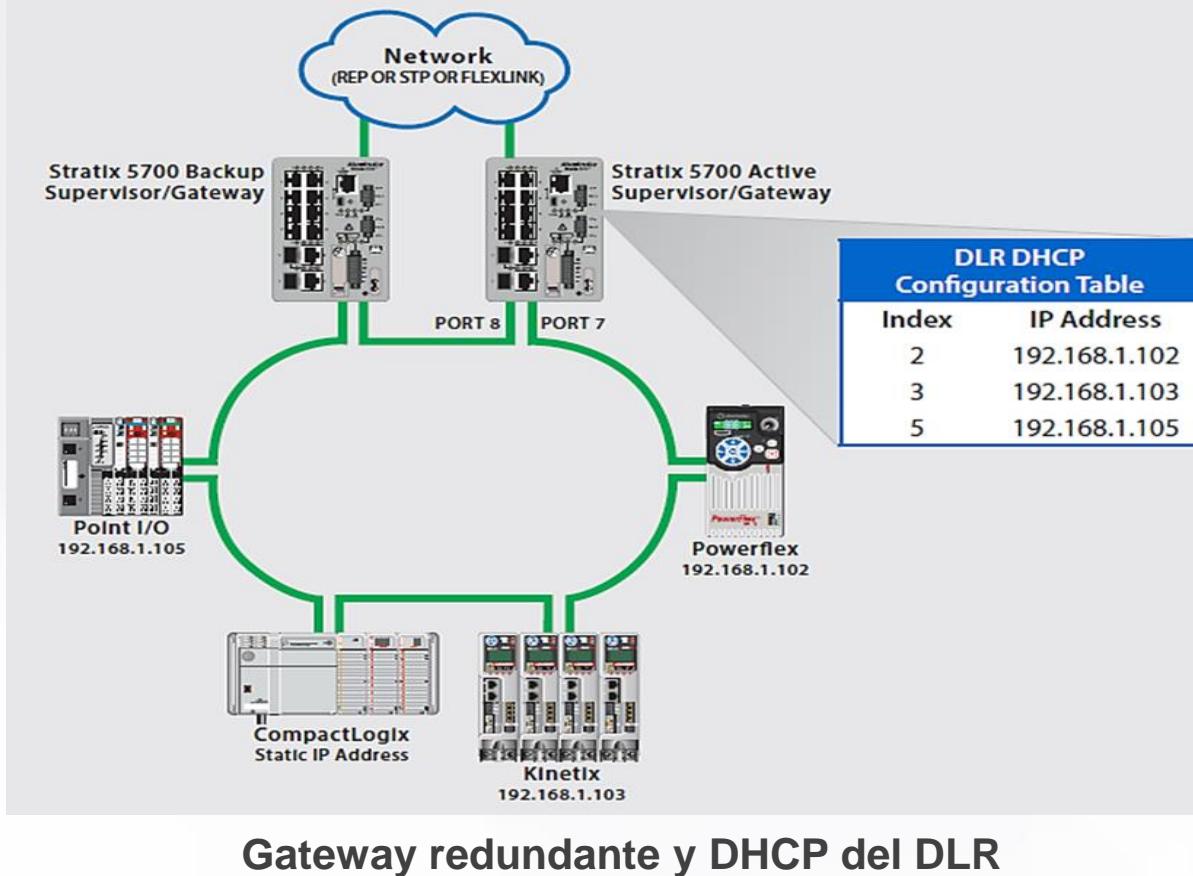
7

Conectando
las celdas

Consideraciones sobre el DLR en el switch

Cómo ampliar la capacidad del DLR

- Se puede configurar como supervisor del anillo o supervisor back-up.
 - Proporciona diagnósticos y estados de la red consolidados (en el switch).
- Gateway redundante
 - Proporciona una ruta redundante del DLR al resto de la red.
- DLR DHCP
 - Proporciona asignación de direcciones IP a los dispositivos finales para simplificar la sustitución de dispositivos.

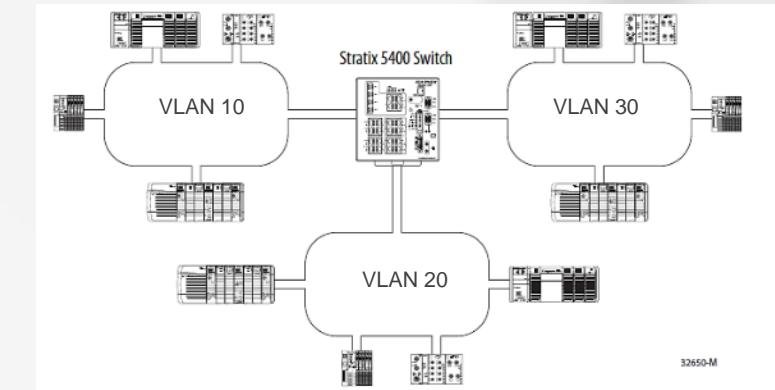


DLR disponible en *algunos* switches Stratix® 5700 y *todos* los switches 5400

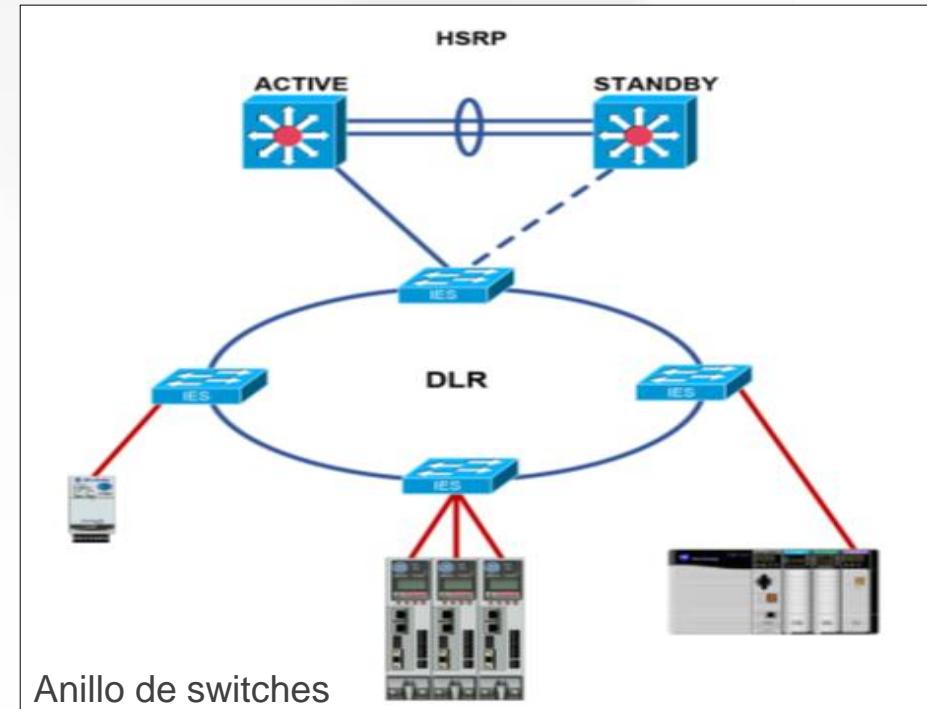
Consideraciones sobre el DLR del switch

Cómo ampliar el uso del DLR en la arquitectura de la red

- Admite hasta tres anillos DLR (switch Stratix® 5400)
 - Amplía las opciones de aplicación, entre las que se incluyen:
 - Varios anillos a diferentes velocidades (100 M o 1 G)
 - Varias VLAN para la segmentación de la red
 - Aborda los requisitos de alta densidad de puertos en el nivel de acceso.
 - El switch Stratix® 5400 simple con 3 anillos puede admitir 150 dispositivos.
- Permite un “anillo de switches” para las aplicaciones que requieren un tiempo de convergencia de alto rendimiento.
 - Admite hasta 24 switches.
 - Admite enlaces troncales VLAN.
 - Tiene un tiempo de convergencia de 3 ms.



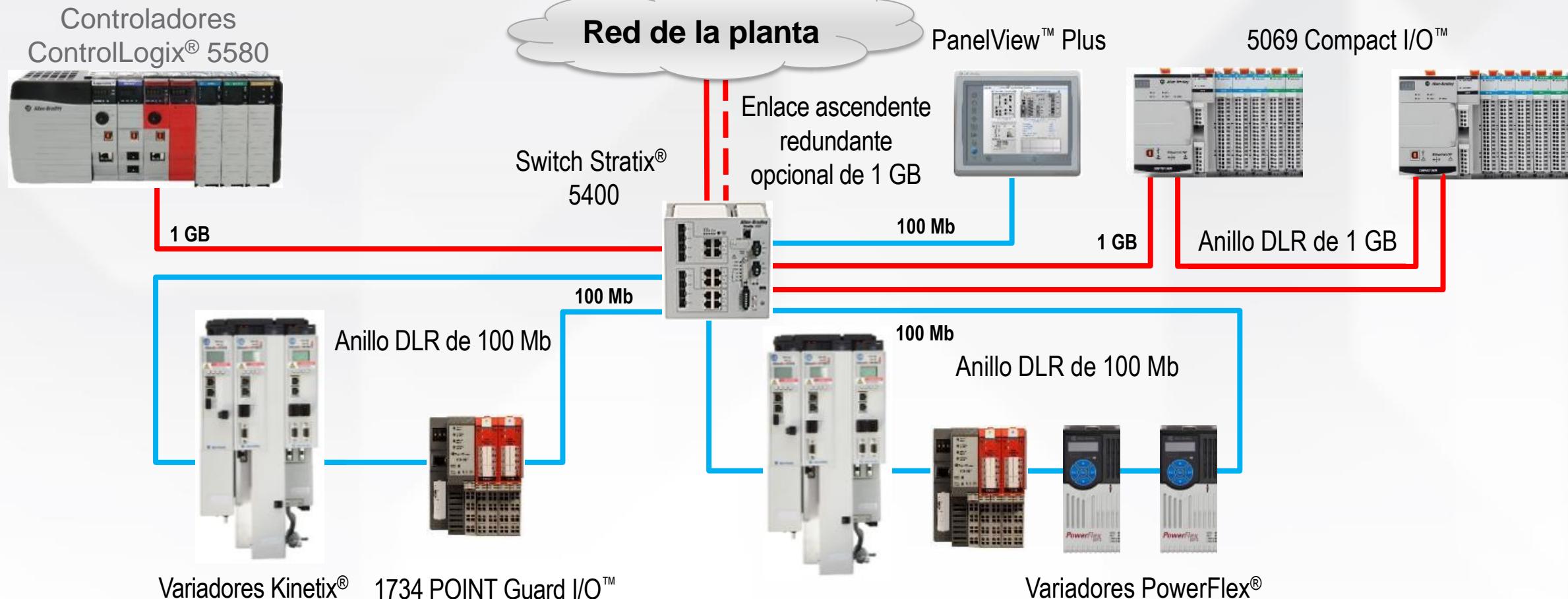
Tres anillos DLR en VAN separadas



Anillo de switches

Consideraciones sobre el DLR

Ejemplo de anillo múltiple de 100 Mb y 1 GB



El switch Stratix® 5400 admite hasta 3 anillos DLR a 100 Mb o 1 GB.

Agenda

1

Recursos y
aplicaciones

2

Conocimientos
fundamentales

3

Topologías
y selección
de switches

4

Consideraciones
sobre Gigabit

5

Consideraciones
sobre Device Level
Ring (DLR)

6

**Consideraciones
sobre Network
Address
Translation (NAT)**

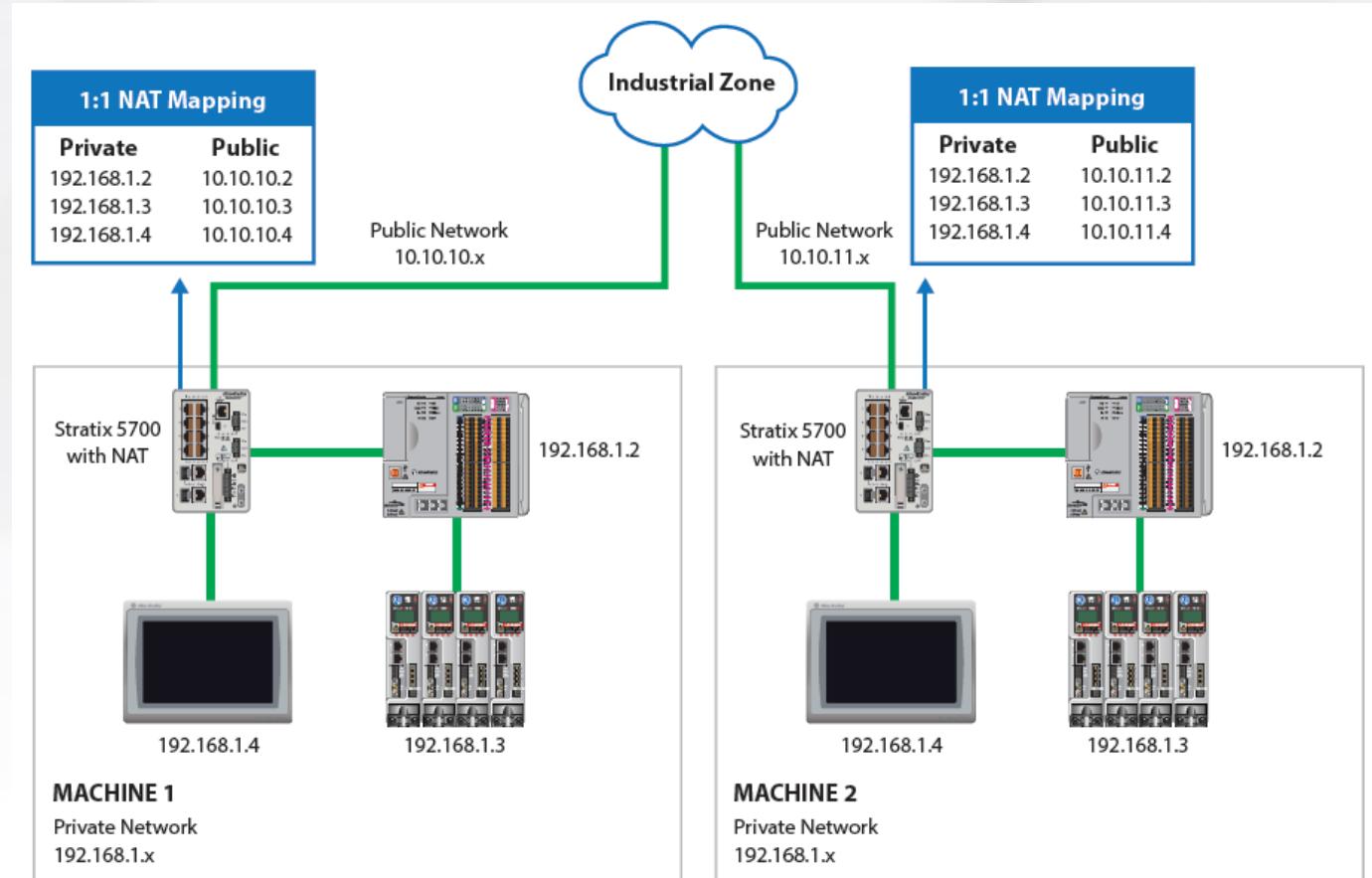
7

Conectando
las celdas

Consideraciones sobre el NAT

Descripción general del traductor de direcciones de red (NAT)

- **Asignación de direcciones IP 1:1** de un conjunto de direcciones IP locales a nivel de máquina a la red más amplia de la planta del usuario final
 - Permite a los OEM brindar máquinas estándar sin programar direcciones IP únicas.
 - Simplifica la integración de máquinas y la asistencia técnica de máquinas duplicadas.



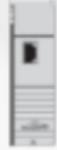
Menor tiempo de puesta en marcha

Dispositivos compatibles con NAT

Integrados en el switch



Independientes



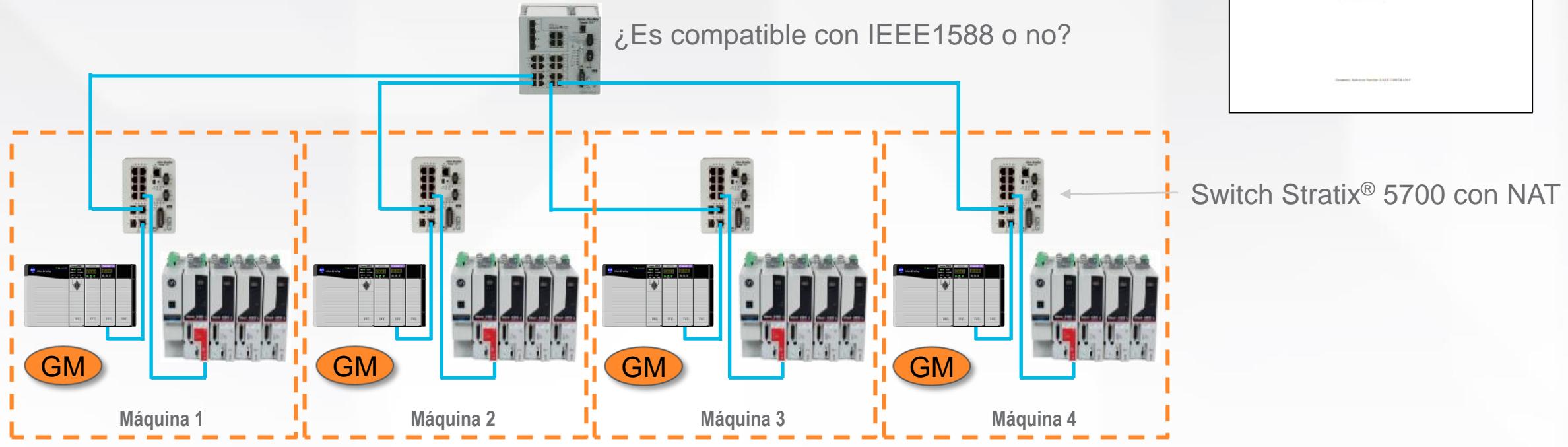
	Stratix® 5700	Stratix® 5400	Stratix® 5410	9300-ENA	1783-NATR
Números de catálogo con NAT	Números de catálogo 1783-BMS y 1783-ZMS que terminan con -N o -NK	1783-HMS: todos los números de catálogo	1783-IMS: todos los números de catálogo	9300-ENA	1783-NATR
Recuento de puertos totales	Versión de 10 o 20 puertos (algunas versiones)	Versión de 8, 12, 16 y 20 puertos (todas las versiones)	24 de 1 GB + 4 de 10 GB	2 de 100 Mb, más puerto de configuración	2 de 100 Mb
Puertos NAT	2 puertos de 1 GB (enlaces ascendentes)	4 puertos de 1 GB (enlaces ascendentes)	8 puertos de 1 GB (enlaces descendentes)	1 puerto de 100 Mb ⁽¹⁾	1 puerto de 100 Mb ⁽¹⁾
Topologías	Estrella, estrella redundante, anillo y lineal			Estrella y lineal	Estrella, DLR y lineal
Configuración	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz web • Interfaz Studio 5000® de Integrated Architecture® • Interfaz de línea de comandos 			<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz web 	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz web • Perfil add-on (AOP) de la hoja electrónica de datos (EDS)
Rendimiento	El mejor: traducciones de velocidad de cable de hardware			El mejor: implementación de software	
Traducciones compatibles	128 con subredes	128 con subredes		128	32

¹ El rendimiento del NAT está limitado por la implementación del software y es inferior a la velocidad del puerto del hardware.

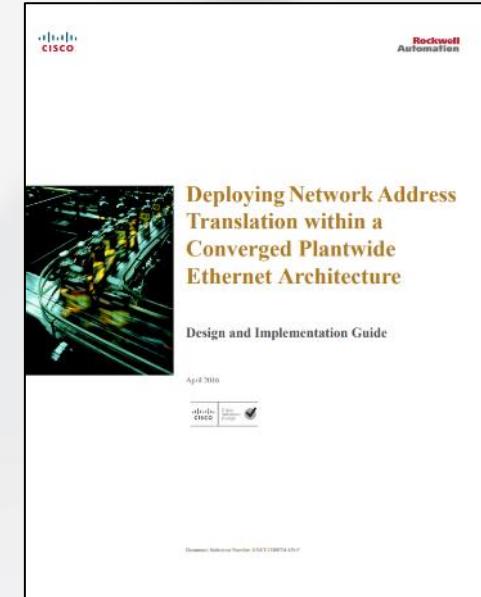
Consideraciones sobre el NAT

Ejemplo de NAT

- Las máquinas pueden utilizar direcciones IP idénticas dentro de la celda (administración de códigos).
 - Cada máquina tendría su propio dominio PTP.
 - Los switches Stratix® con NAT integrado se pueden configurar para pasar PTP, si el switch de la capa 3 es compatible con la norma IEEE1588.



Consulte ENET-TD007 para obtener información adicional sobre el NAT



Agenda

1

Recursos y
aplicaciones

2

Conocimientos
fundamentales

3

Topologías
y selección
de switches

4

Consideraciones
sobre Gigabit

5

Consideraciones
sobre Device Level
Ring (DLR)

6

Consideraciones
sobre Network
Address Translation
(NAT)

7

**Conectando
las celdas**



Conexión de las celdas

¿Qué está tratando de hacer?

Hay muchas razones para *conectar la empresa*:

- Proporcionar una **hora común** en la empresa para los registros de alarmas y los eventos
- Obtener **acceso** a los datos de fabricación para análisis
- Contar con **máquinas inteligentes** que permitan un mantenimiento proactivo
- (*Y Ethernet/IP es la única red que puede conectar IT a OT*)

Conexión de las celdas

Descripción general del encaminamiento conectado

- **Objetivo:** Los clientes están creando arquitecturas de Ethernet a gran escala y están aplicando los métodos de segmentación lógica que se muestran en el CPwE. ¿Nuestros productos son compatibles con el encaminamiento conectado?
- La compatibilidad con el encaminamiento conectado está disponible* en los siguientes dispositivos:
 - Switches Stratix® 5400/Stratix® 5410 (todos)
 - Switches Stratix® 5700 con software Full o superior
 - Switches Stratix® 5800
- La versión completa con compatibilidad con Sync (IEEE1588) es necesaria para los sistemas en tiempo real.

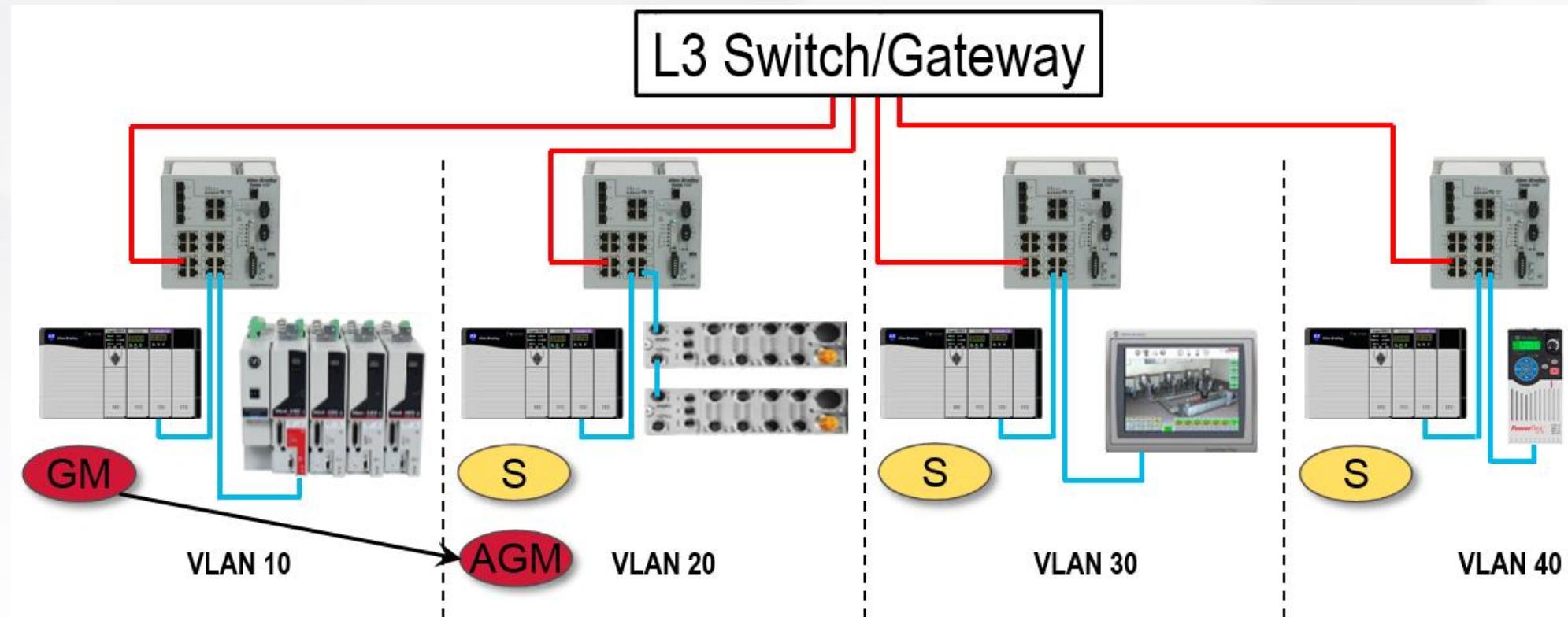


*No está activado de forma predeterminada (se debe ejecutar la plantilla SDM y habilitar el encaminamiento).

Conexión de las celdas

Segmentación física y lógica

- Se probaron varios tipos de switches y gateways de capa 3.



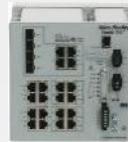
Conexión de las celdas

Elija la arquitectura en función de las necesidades de su aplicación

- ¿Qué está tratando de hacer?

Switches

Stratix® 5400
o Stratix® 5800



Gateway
ControlLogix®



Cisco 9300⁽¹⁾



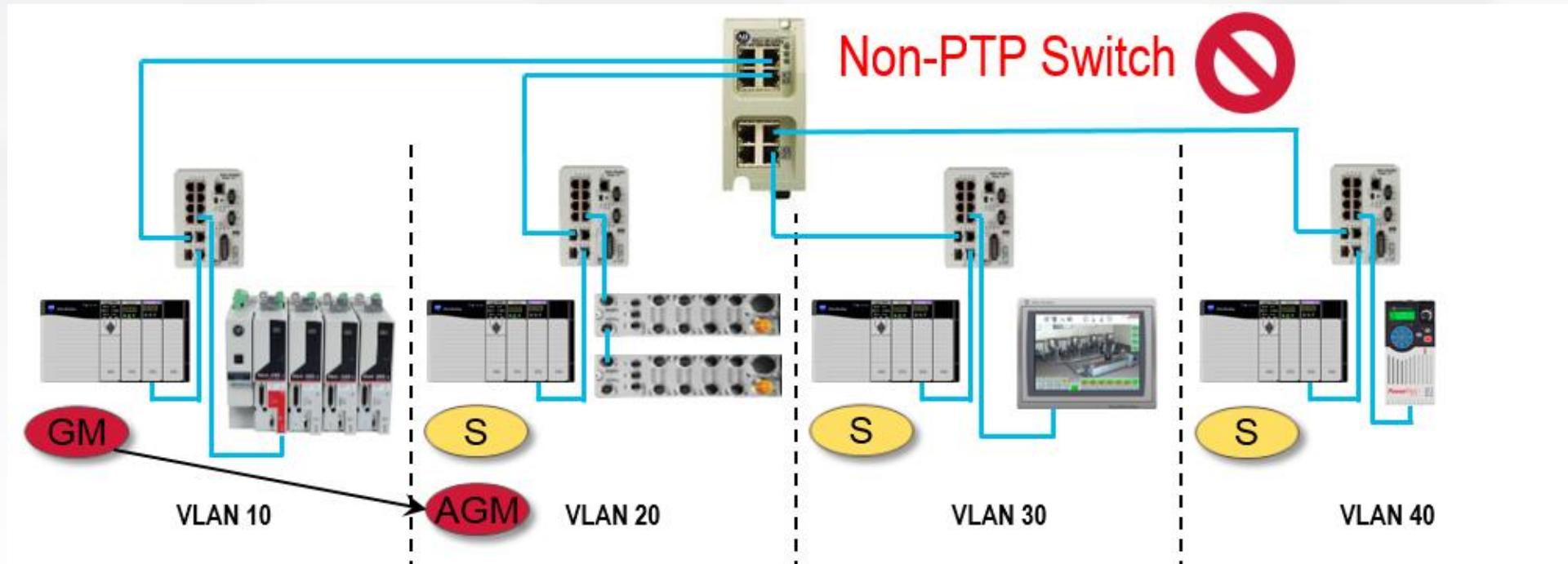
Función:	Switch Stratix® C3	Gateway Logix	Switch Cisco C3
Acceso a switches/gateway	En cualquier lugar	En cualquier lugar	En cualquier lugar
Acceso al controlador en línea	En cualquier lugar	En cualquier lugar	En cualquier lugar
Acceso a los datos a través de HMI	En cualquier lugar	En cualquier lugar	En cualquier lugar
Acceso a switches VLAN	En cualquier lugar	Solo en la VLAN local	En cualquier lugar
Acceso al webpage del dispositivo	En cualquier lugar	Solo en la VLAN local	En cualquier lugar

Nota (1): Aplique un dispositivo Cisco Catalyst compatible con la norma IEEE 1588-2008.

Conexión de las celdas

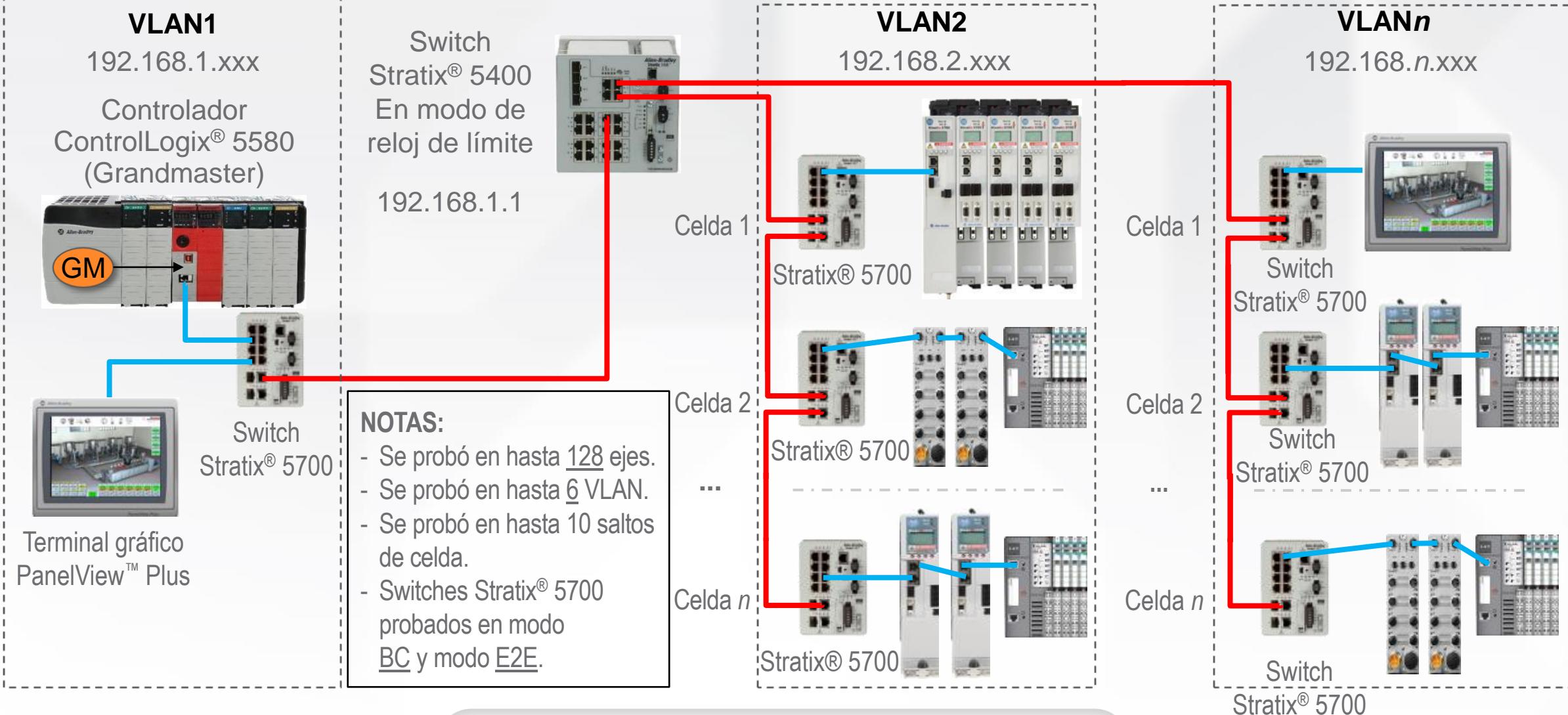
Lecciones aprendidas: Lo que NO se debe hacer

- Debe diseñar su infraestructura para la *aplicación*:
 - No conecte celdas de PTP sin una conexión principal compatible con CIP Sync.
 - Es probable que vea fallos o alarmas de ControlSync con estos switches.



Conexión de las celdas

Ejemplo de encaminamiento conectado



¡Su opinión es muy importante para nosotros!

Lo invitamos a escanear el código QR desde su celular



¡Muchas gracias!



A Rockwell Automation Event

¡GRACIAS!



**Rockwell
Automation**

expanding **human possibility**[®]



www.rockwellautomation.com