

# Ús de la tecnologia de comunicacions estàndard *Time-Sensitive Networking* en àmbits d'automatització al sector elèctric (subestacions i smart grid / microgrid)

I. Álvarez, A. Ballesteros, M. Barranco, I. Furió, M. Jover, Julián Proenza  
**Systems, Robotics and Vision Group**

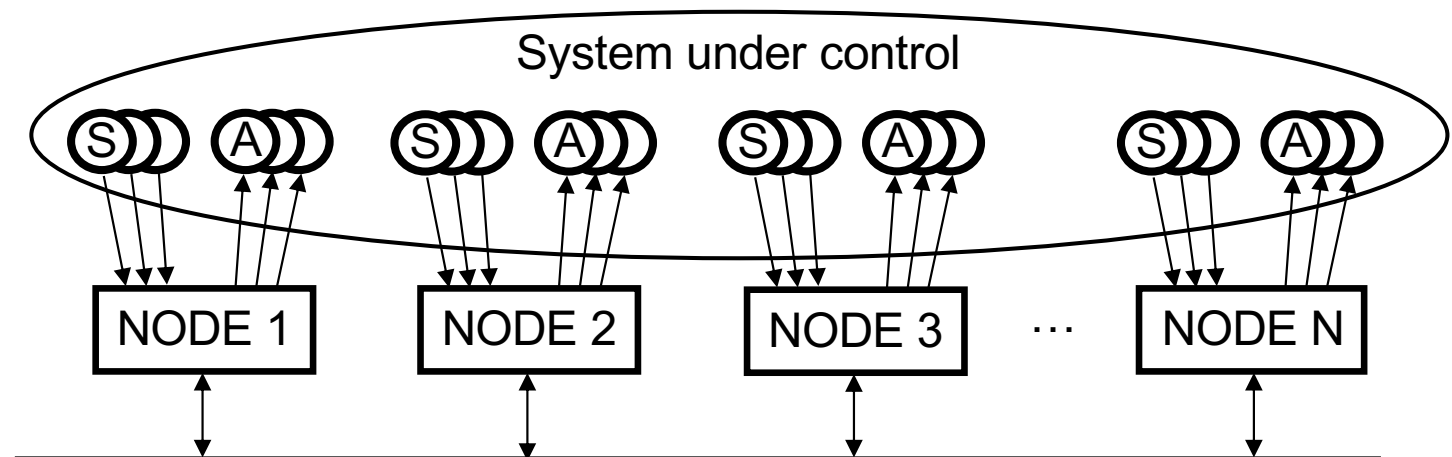


**Universitat**  
de les Illes Balears



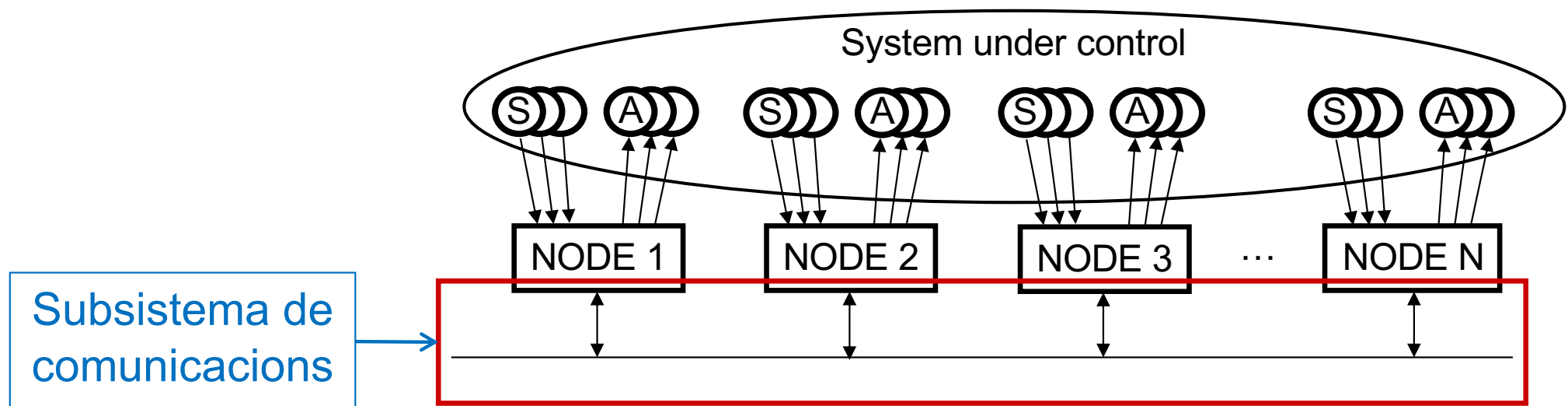
# Sistemes Encastats Distribuïts

- Conjunt de nodes treballant coordinadament per controlar un procés (p.e. un vehicle o distribució d'elect.)



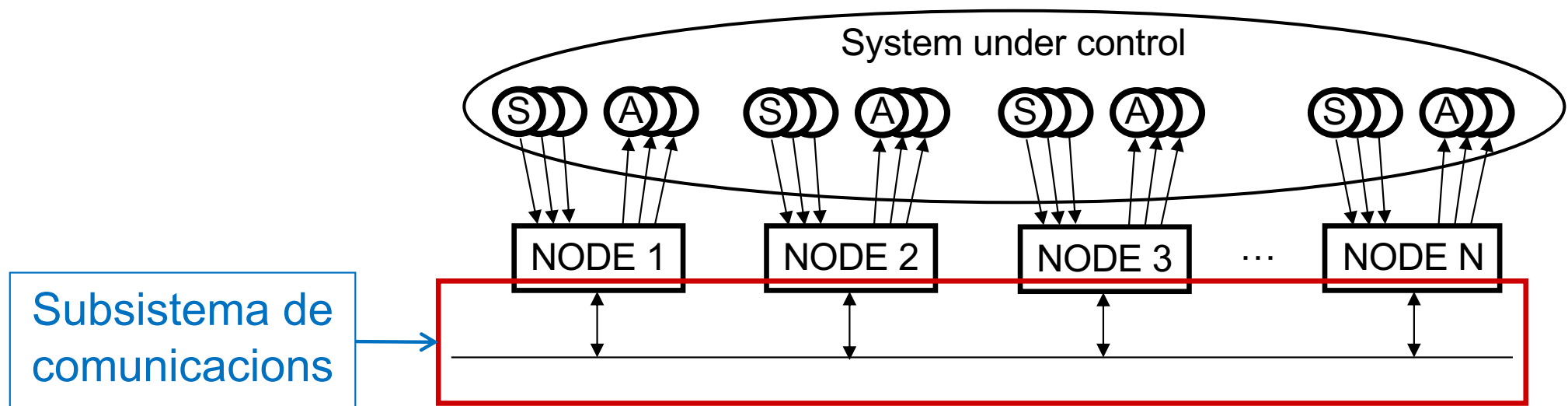
# Sistemes Encastats Distribuïts

- Conjunt de nodes treballant coordinadament per controlar un procés (p.e. un vehicle o distribució d'elect.)



# Sistemes Encastats Distribuïts

- Conjunt de nodes treballant coordinadament per controlar un procés (p.e. un vehicle o distribució d'elect.)



## Característiques:

Missatges arriben a temps

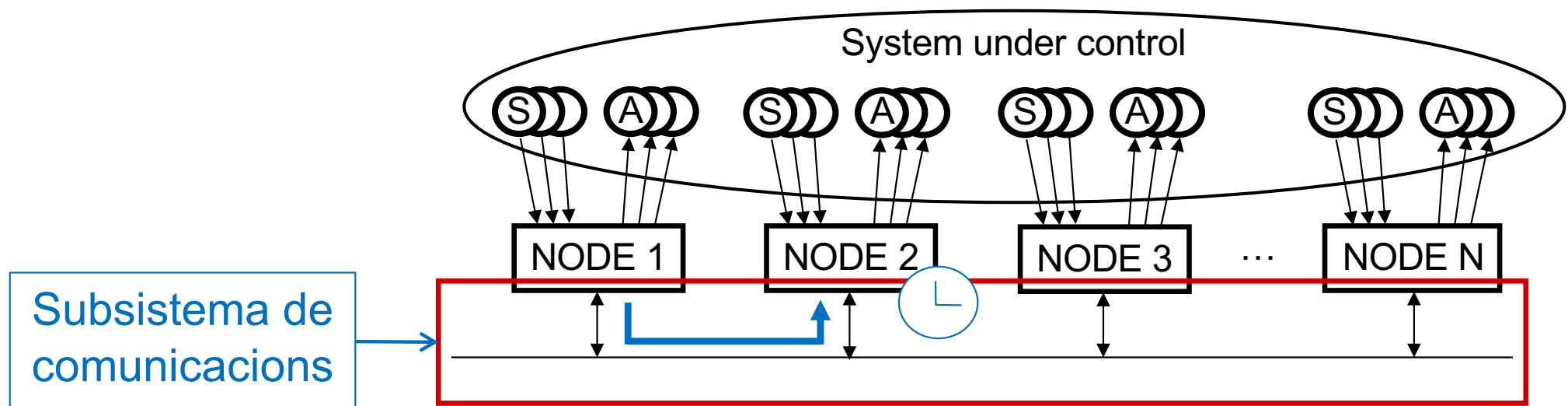
Elevada fiabilitat

Velocitats modestes

**Bus de camp**

# Sistemes Encastats Distribuïts

- Conjunt de nodes treballant coordinadament per controlar un procés (p.e. un vehicle o distribució d'elect.)



Característiques:

**Missatges arriben a temps**

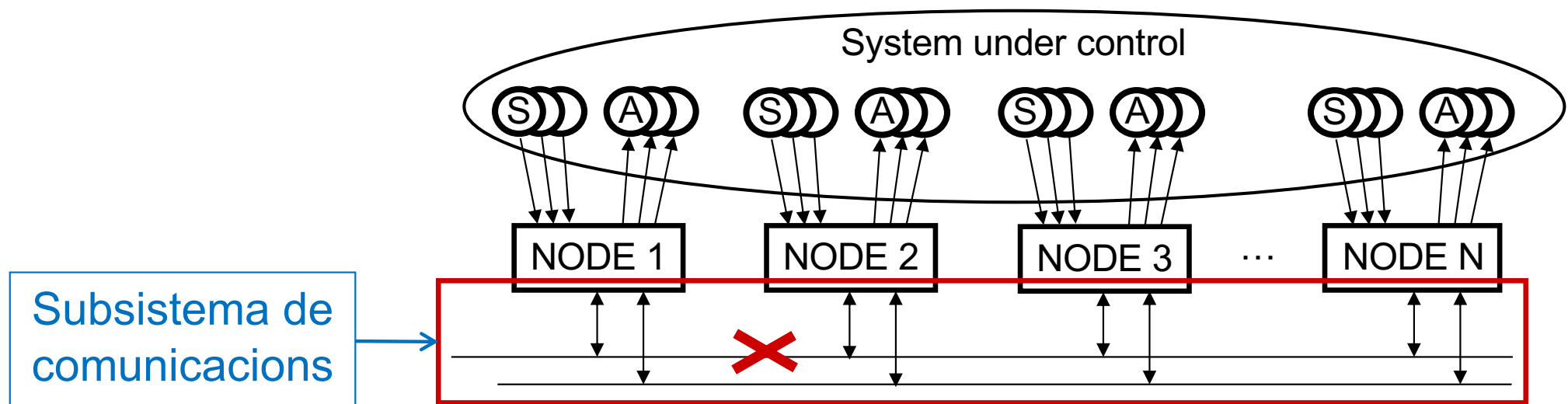
Elevada fiabilitat

Velocitats modestes

**Bus de camp**

# Sistemes Encastats Distribuïts

- Conjunt de nodes treballant coordinadament per controlar un procés (p.e. un vehicle o distribució d'elect.)



## Característiques:

Missatges arriben a temps

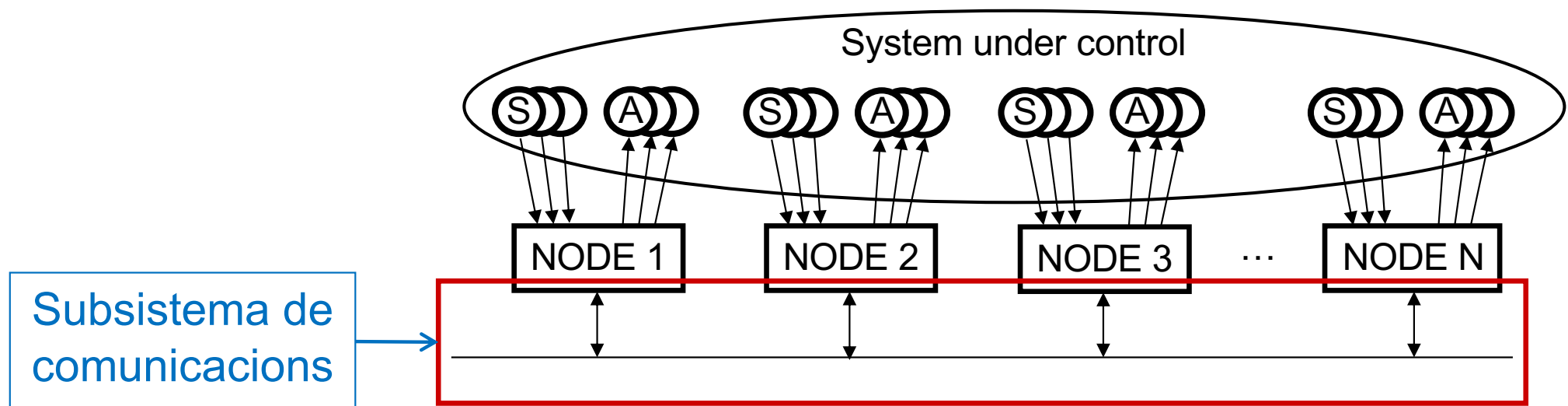
**Elevada fiabilitat**

Velocitats modestes

**Bus de camp**

# Sistemes Encastats Distribuïts

- Conjunt de nodes treballant coordinadament per controlar un procés (p.e. un vehicle o distribució d'elect.)



## Característiques:

Missatges arriben a temps

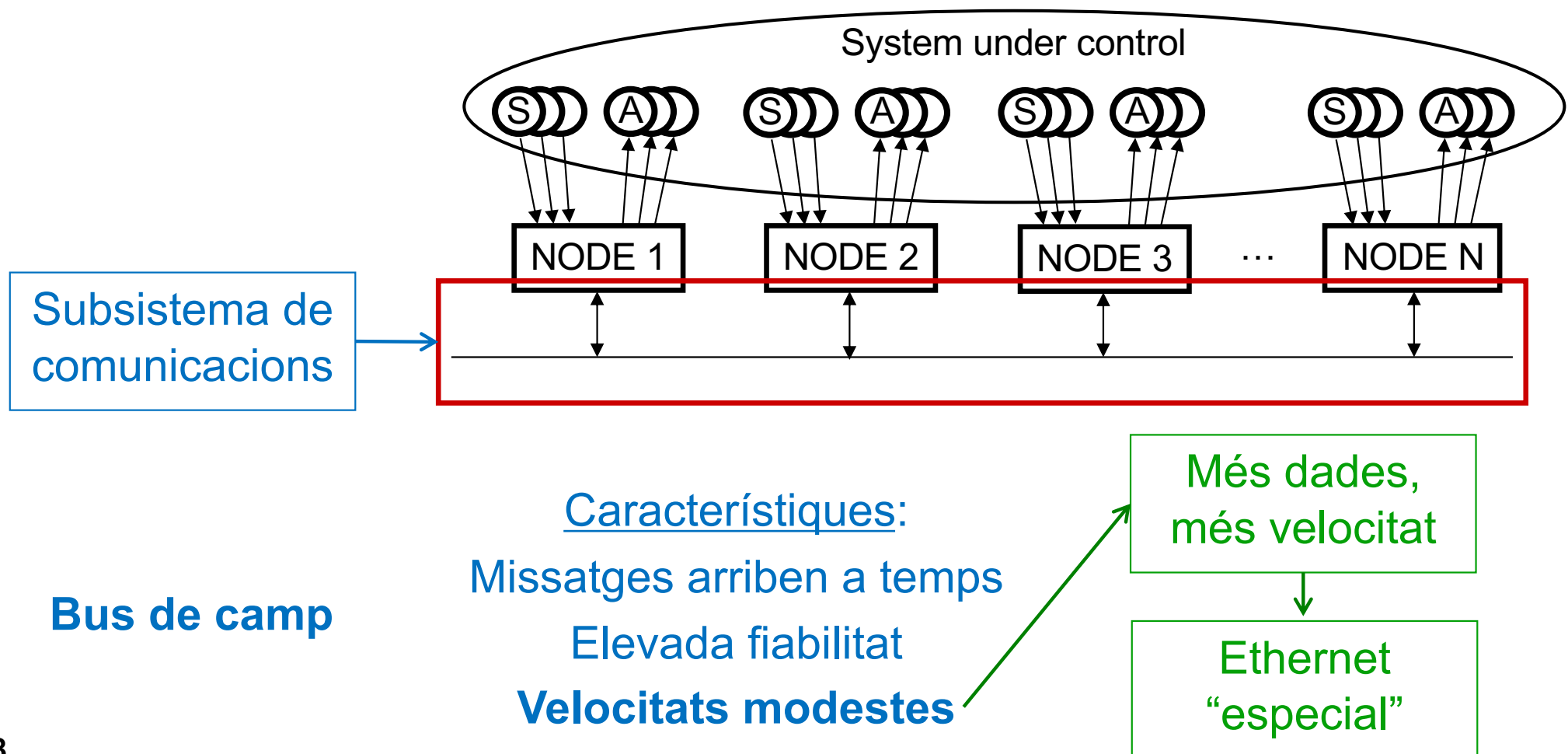
Elevada fiabilitat

**Velocitats modestes**

**Bus de camp**

# Sistemes Encastats Distribuïts

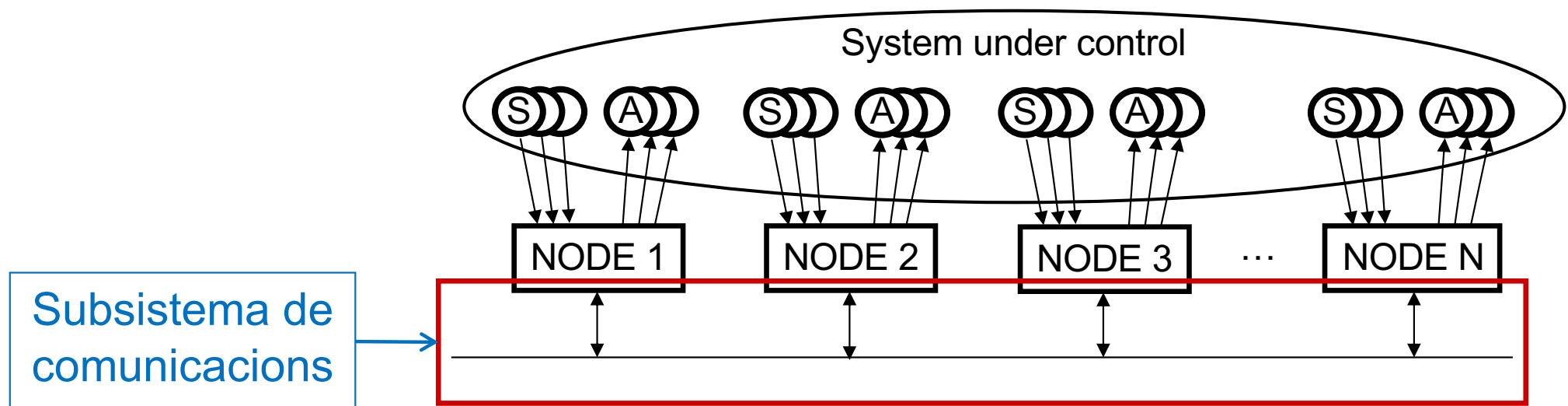
- Conjunt de nodes treballant coordinadament per controlar un procés (p.e. un vehicle o distribució d'elect.)





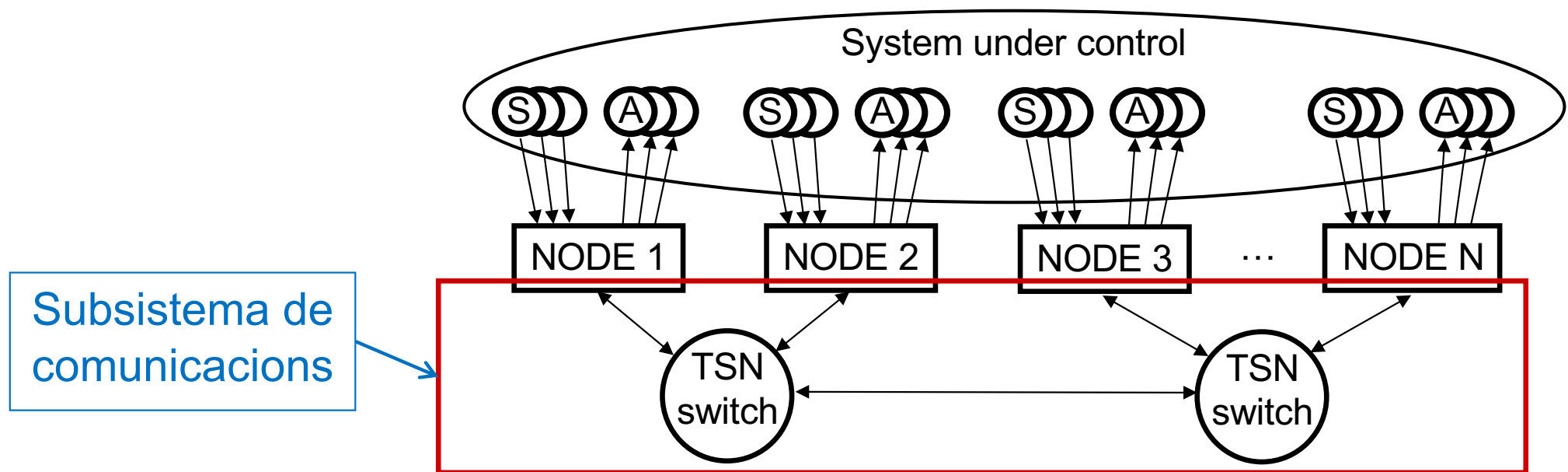
# Time-Sensitive Networking (TSN)

- Conjunt d'**estàndards de l'IEEE** per adaptar Ethernet a aquest tipus d'aplicacions d'automatització



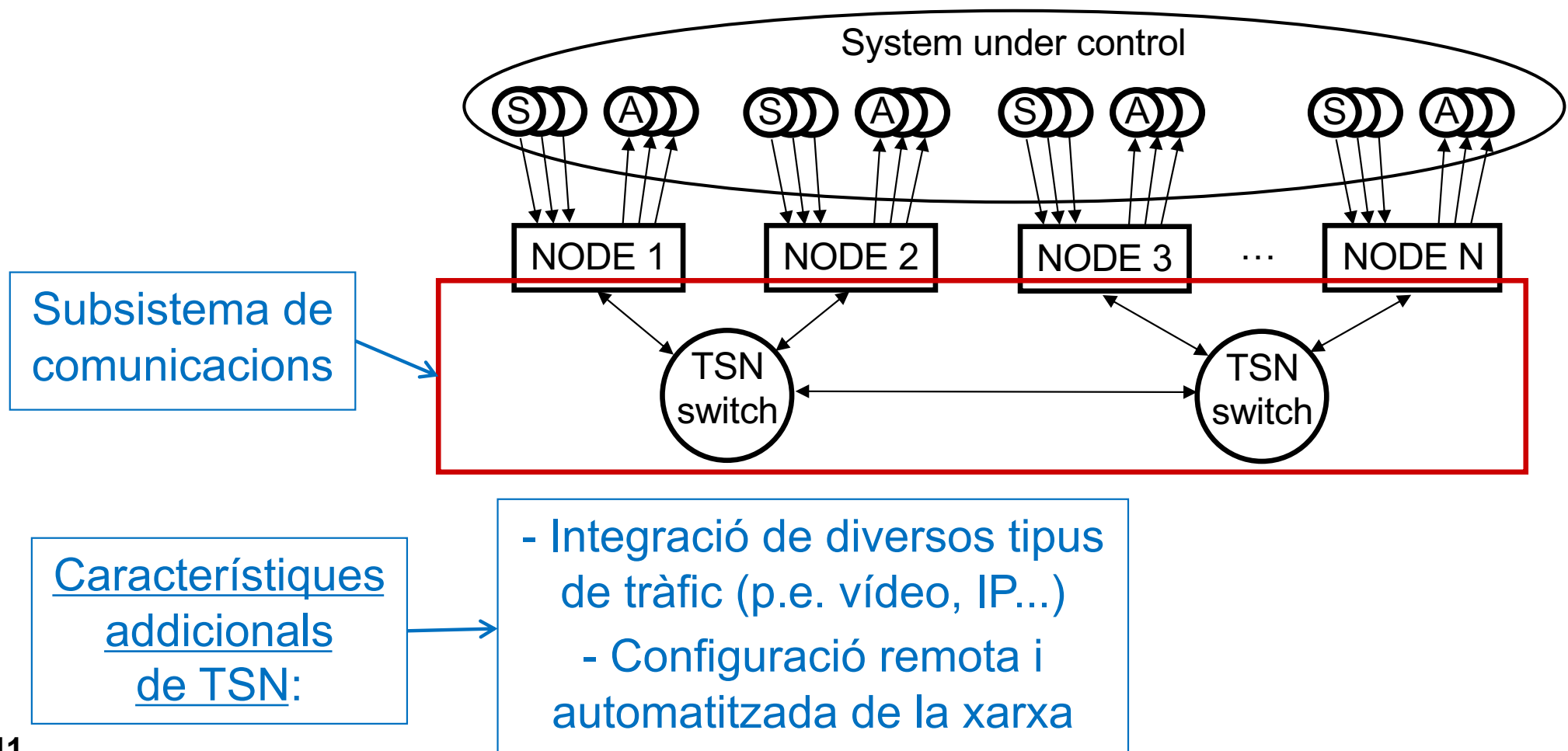
# Time-Sensitive Networking (TSN)

- Conjunt d'**estàndards de l'IEEE** per adaptar Ethernet a aquest tipus d'aplicacions d'automatització



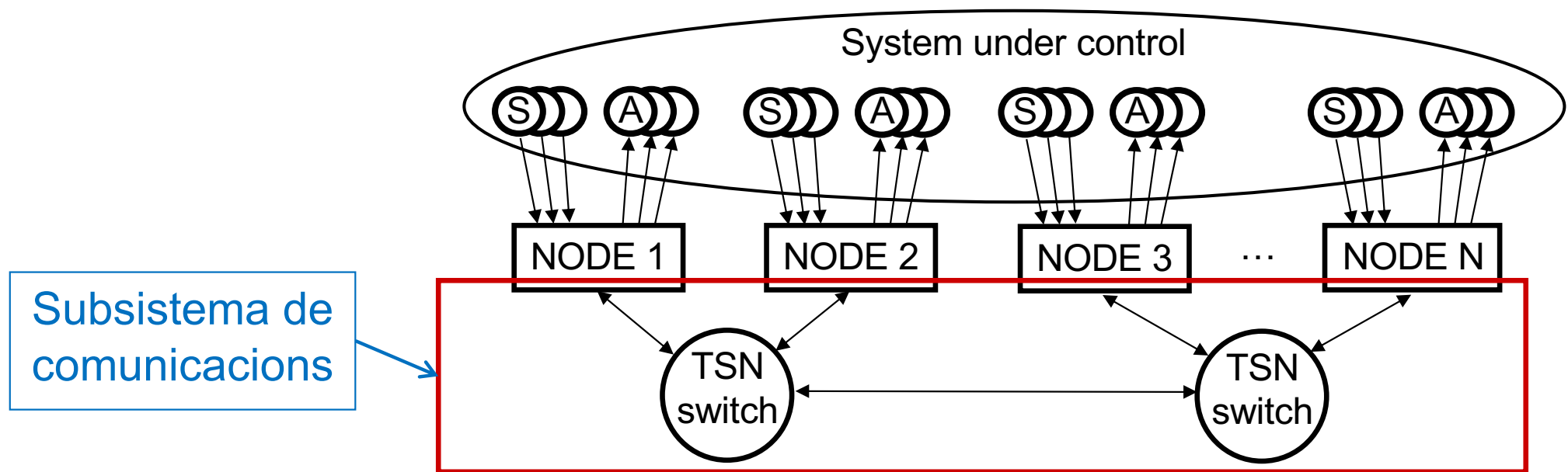
# Time-Sensitive Networking (TSN)

- Conjunt d'**estàndards de l'IEEE** per adaptar Ethernet a aquest tipus d'aplicacions d'automatització



# Time-Sensitive Networking (TSN)

- Conjunt d'**estàndards de l'IEEE** per adaptar Ethernet a aquest tipus d'aplicacions d'automatització



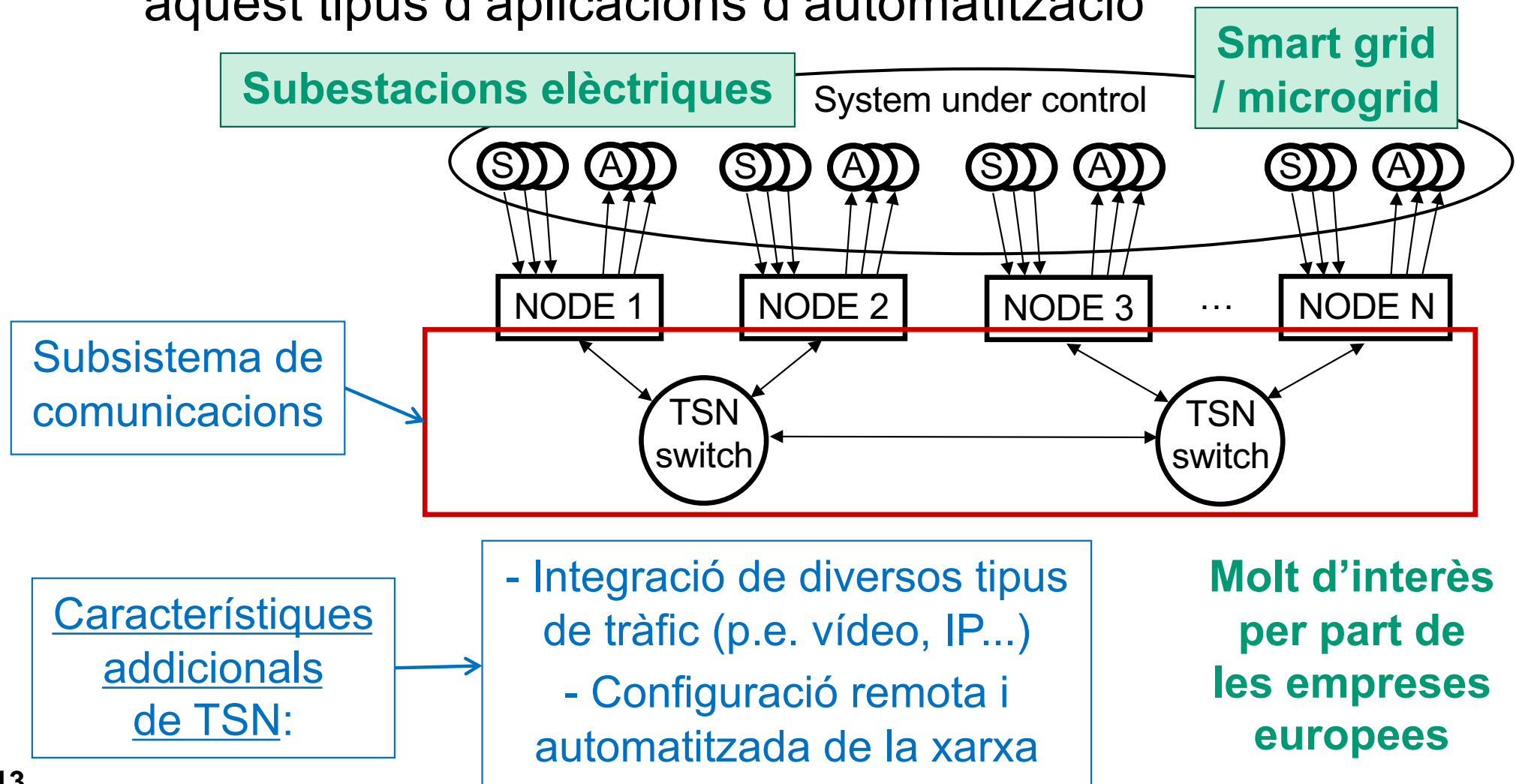
Característiques  
addicionals  
de TSN:

- Integració de diversos tipus de tràfic (p.e. vídeo, IP...)
- Configuració remota i automatitzada de la xarxa

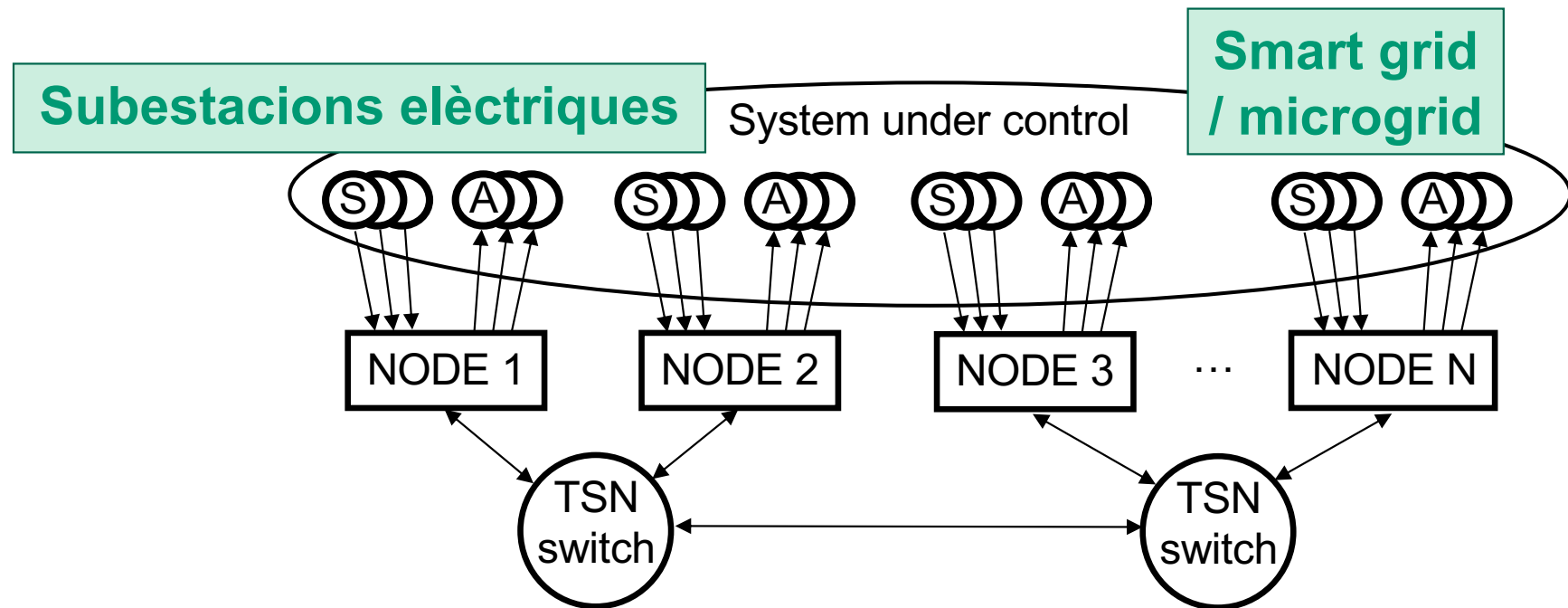
**Molt d'interès  
per part de  
les empreses  
europees**

# Time-Sensitive Networking (TSN)

- Conjunt d'**estàndards de l'IEEE** per adaptar Ethernet a aquest tipus d'aplicacions d'automatització



# Propostes per a TSN



- **Subestacions elèctriques:** cas d'estudi a un projecte del ministeri de ciència i innovació



- **Smart grid / microgrid:** Informe IEC TR 61850-90-13

# Més informació sobre la proposta



Universitat  
de les Illes Balears

Julián Proenza  
Manuel Barranco

## Relevancia de *Time-Sensitive-Networking* (TSN) Ethernet en la *smart grid*

La nueva generación de redes de producción y distribución eléctrica - **smart grids** - permitirá automatizar la producción, transmisión, distribución y almacenamiento de energía de forma inteligente; ayudando así a la tan ansiada transición energética. Sin embargo, la consecución de la *smart grid* plantea **nuevas necesidades** que difieren de las clásicas en varios aspectos. Concretamente, la *International Electrotechnical Commission* (IEC) ha recogido estas necesidades en el **informe industrial IEC TR 61850-90-13** [IEC, 2021]. Una de estas necesidades es, por ejemplo, la adopción del paradigma prosumidor, en el que múltiples actores de la red son a la vez consumidores y productores de energía. En este sentido, la estructura de la red eléctrica está evolucionando hacia una arquitectura federada basada en micro redes eléctricas (**microgrids**).

Estas necesidades imponen **nuevos requisitos de comunicación**. Desafortunadamente, tal y como determina la propia IEC en su informe TR 61850-90-13, los subsistemas de comunicación tradicionales en los que se basa la red eléctrica actual no pueden cumplir estos requisitos. Por ello, en este informe, la IEC especifica cuáles son las **tecnologías de comunicación habilitadoras** que deben sustituir gradualmente a las tecnologías de comunicación clásicas; tanto en redes de comunicación WAN como LAN. En particular, concluye que la **tecnología LAN habilitadora** para soportar la *smart grid* es el conjunto de estándares **Time Sensitive Networking Ethernet** del IEEE (TSNs para abreviar, <https://1.ieee802.org/tsn/>). El objetivo principal de TSN es reunir dentro de un conjunto único y completo de estándares los mecanismos necesarios para que **Ethernet** pueda usarse en todos los dominios de automatización. Tanto la academia, p.e. [Finzi et al., 2018], [Samii et al., 2018], como la **industria**, p.e. [Asawa et al., 2018], están **impulsando intensamente TSN** para que sean el conjunto de estándares de capa de enlace **de facto de toda la industria**, p.e. en la automoción (<https://1.ieee802.org/tsn/802-1dg/>) y en las telecomunicaciones (<https://1.ieee802.org/tsn/802-1cm-2018/>).

En particular, el IEEE ha creado el **Grupo de trabajo 802.24.1** (<http://www.ieee802.org/24/>) para impulsar el uso de **TSN en la smart grid** [Salazar et al., 2019]. Según el IEC TR 61850-90-13, las principales **ventajas** que hacen de **TSN** la tecnología de comunicación **habilitadora** para la *smart grid* son las siguientes:

- Garantiza los requisitos de tiempo real crítico de las comunicaciones asociadas al control, p.e. del tráfico que genera la aplicación que controla la estabilidad eléctrica de una red de distribución o de una *microgrid*.
- Integra diferentes tipos de tráfico, de control y/o de datos, en una única infraestructura (*network convergence*). Esto evita tener que sobredimensionar la red, disminuyendo su complejidad, coste e impacto ambiental.
- Proporciona una integración "sin costuras" (*seamless*) con redes TCP/IP. Esta ventaja, junto con la anterior, permite:
  - Comunicar sin costuras las instalaciones de los diferentes niveles de automatización de la red eléctrica.
  - Comunicar sin costuras estas instalaciones con sistemas de información, p.e. con centros de análisis de datos. Esto permite integrar las redes eléctricas en el *Internet of Things* (IoT), posibilitando así la automatización inteligente de la red eléctrica y la oferta de servicios inteligentes (*smart*) de energía.
  - Soportar arquitecturas multiservicio (*multiservice architectures*), p.e. servicios de telefonía o video vigilancia en subestaciones, de manera rentable.
- Soporta cualquier topología de red, lo que permite cumplir con los requisitos topológicos de cualquier instalación. En particular soporta topologías de malla para cubrir áreas grandes de manera rentable.

- Adreça de contacte:  
[julian.proenza@uib.es](mailto:julian.proenza@uib.es)

# Ús de la tecnologia de comunicacions estàndard *Time-Sensitive Networking* en àmbits d'automatització al sector elèctric (subestacions i smart grid / microgrid)

I. Álvarez, A. Ballesteros, M. Barranco, I. Furió, M. Jover, Julián Proenza  
**Systems, Robotics and Vision Group**



**Universitat**  
de les Illes Balears





# Propostes per a TSN

- **Subestacions elèctriques:**  
cas d'estudi a un projecte del ministeri de ciència i innovació
- **Smart grid / microgrid:** Informe IEC TR 61850-90-13
  - Hard **RT**
  - Network **convergence**
  - Seamless integration with **TCP/IP** networks
    - Cloud, **IoT**, IT services
    - Multiservice architectures (telephone, **video surveillance** of substations...)
  - Any network **topology** (mesh for large areas)
  - Integrated **security** for specific traffic
  - **Flexible reliability** via fault tolerance mechanisms
  - Remote/automatic **reconfiguration** especially suits microgrids
  - Eases interoperability with **legacy and obsolete systems**

