

Redes de comunicación industrial

Comunicaciones Industriales



Marco Teran

2023

Contenido

- 1 Introducción
 - La Pirámide de las Comunicaciones
- 2 Necesidad de Comunicaciones en la Empresa
 - Tipos de Configuraciones
- 3 Introducción a los Sistemas de Control
 - Sistema Centralizado
 - Sistema Distribuido
 - Comparación entre Centralizado y Distribuido
- 4 Normas sobre las comunicaciones
 - Organismos de Normalización
- 5 Modelo OSI
 - Modelo OSI: Comunicaciones Industriales
- 6 Tipos de transmisión de datos
 - Transmisión Serie
 - Transmisión Paralelo
- 7 Transmisión de datos en serie
 - Tipo de sincronización asíncrona
- 8 Tipo de sincronización síncrona

Introducción

Evolución Histórica

- Las comunicaciones han evolucionado desde señales de humo hasta faros luminosos.
- La aparición del teléfono y los ordenadores personales marcó un cambio total en la concepción y aplicaciones de las comunicaciones.
- **Tecnologías actuales:** bluetooth, wifi, GPRS.
- Uso en dispositivos personales e industriales.

Comunicaciones en la Industria Moderna

Importancia en la Industria

Las comunicaciones entre sistemas, procesos e instalaciones son fundamentales para la competitividad en los procesos productivos actuales.

Mayor exigencia cuanto más cerca del proceso.

Comunicaciones en la Industria Moderna

Tres características principales:

- **Volumen de datos:** Cantidad de datos que viajan por la red en cada envío.
- **Velocidad de transmisión:** Velocidad a la que viajan los datos por la red.
- **Velocidad de respuesta:** Velocidad que hay entre el momento de dar la orden y la respuesta del dispositivo.

Comunicaciones en la Industria Moderna

Ejemplo: Comunicación de un proceso industrial con la red de ordenadores para la lectura de bases de datos de producción.

	Volumen de datos	Velocidad de transmisión	Velocidad de respuesta	Aplicación
Red de ordenadores	Elevado	Elevado	Bajo	Lectura de datos
Detector de proximidad	Muy bajo	Bajo	Instantánea	Sistema de seguridad

La Pirámide de las Comunicaciones

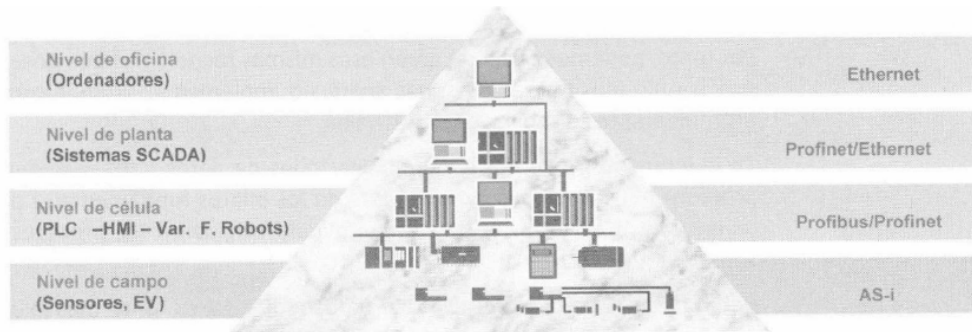
La Pirámide de las Comunicaciones

Reconocida por fabricantes de dispositivos para redes de datos, la pirámide está formada por cuatro niveles:

- **Oficina:** Formado básicamente por ordenadores tanto a nivel de oficina como de ingeniería.
- **Planta:** Son ordenadores con aplicaciones específicas para el control del proceso.
- **Célula:** Son todos los componentes inteligentes que intervienen directamente en el proceso.
- **Campo:** Son todos los dispositivos que provocan los movimientos en el proceso productivo.

La Pirámide de las Comunicaciones

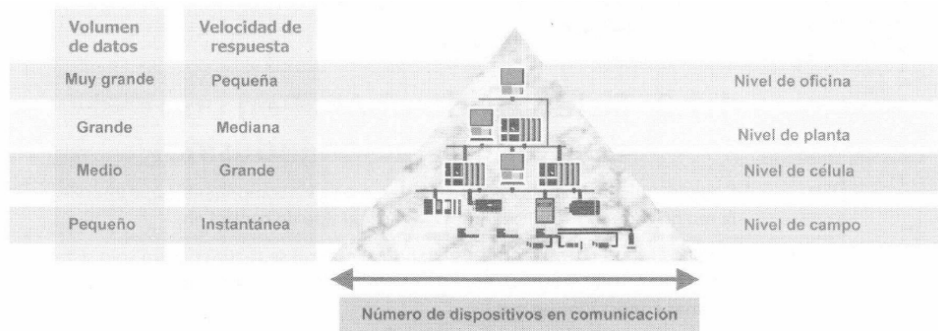
La Pirámide de las Comunicaciones



Niveles de Redes de Comunicación

Deben existir diferentes niveles de redes de comunicación que cumplan con las exigencias funcionales solicitadas.

- **Oficina:** Ordenadores de oficina e ingeniería.
- **Planta:** Ordenadores para control del proceso.
- **Célula:** Componentes inteligentes en el proceso.
- **Campo:** Dispositivos que provocan movimientos.



Necesidad de Comunicaciones en la Empresa

Necesidad de Comunicaciones en la Empresa

La incorporación de un sistema de comunicaciones integrado permite obtener beneficios importantes en la empresa.

Objetivos de Incorporar un Sistema de Comunicaciones:

- La reducción de costes de producción.
- La mejora de la calidad.
- La mejora de la productividad.
- La reducción del almacenaje.
- La mejora de la efectividad de sus sistemas.
- La reducción de los costes de mantenimiento.

Requerimientos del Sistema de Comunicaciones

Para alcanzar los objetivos, el sistema debe permitir varias integraciones y funcionalidades clave:

- Enlazar la planta de producción con la de gestión e ingeniería.
- Integrar bases de datos de la empresa.
- Compartir aplicaciones a nivel de software.
 - **GESTIÓN:** Textos, hojas de cálculo, bases de datos, etc
 - **DISEÑO:** CAD/CAE.
 - **PRODUCCIÓN:** PLC, robots, CNC, etc.
- Compartir aplicaciones a nivel hardware: Impresoras, otros dispositivos

Beneficios de Integrar un Sistema de Comunicaciones

La integración trae consigo ventajas significativas en la gestión y operación de la empresa:

- Información simultánea tras una orden de fabricación.
- Centralización de señales de alarma.
- Control de la producción mediante información procesada.

Tipos de Configuraciones

Tipos de Configuraciones

Diversidad de Configuraciones Empresariales

Las empresas pueden tener diferentes configuraciones, lo que define los sistemas de comunicación necesarios.

Tipos de Configuraciones

Los sistemas varían en complejidad dependiendo de las necesidades y configuración de la empresa.

- **SIMPLES:** Comunicación dentro de una misma planta. Comunicación interna, a través de cableado eléctrico.
- **COMPLEJOS:** Comunicación entre diferentes plantas. Comunicación externa, a través de líneas telefónicas o satélites.

Introducción a los Sistemas de Control

Introducción a los Sistemas de Control

Tipos de Sistemas de Control

Los sistemas de control en una red de comunicación industrial se clasifican en:

- **SISTEMA CENTRALIZADO.**
- **SISTEMA DISTRIBUIDO.**

Sistema Centralizado

Sistema Centralizado

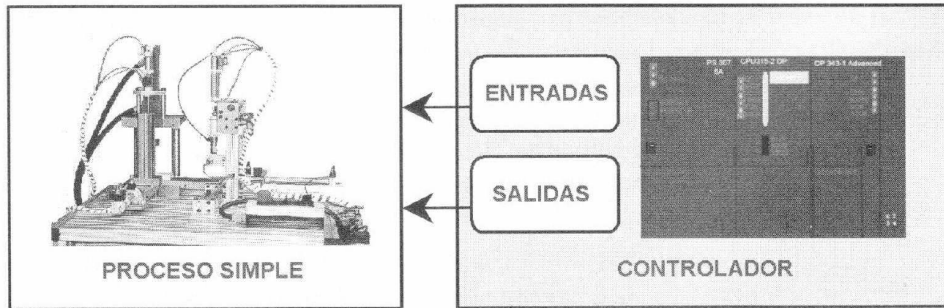
Definición de Sistema Centralizado

Es un tipo de control donde toda la operación se realiza a través de un único sistema controlador.

- Efectivo en sistemas pequeños y no complejos.
- Fácil de mantener.
- Delicado a los fallos; si falla, todo se detiene.

Sistema Centralizado

Ejemplo: Control de una pequeña línea de producción mediante un único PLC.



Sistema Distribuido

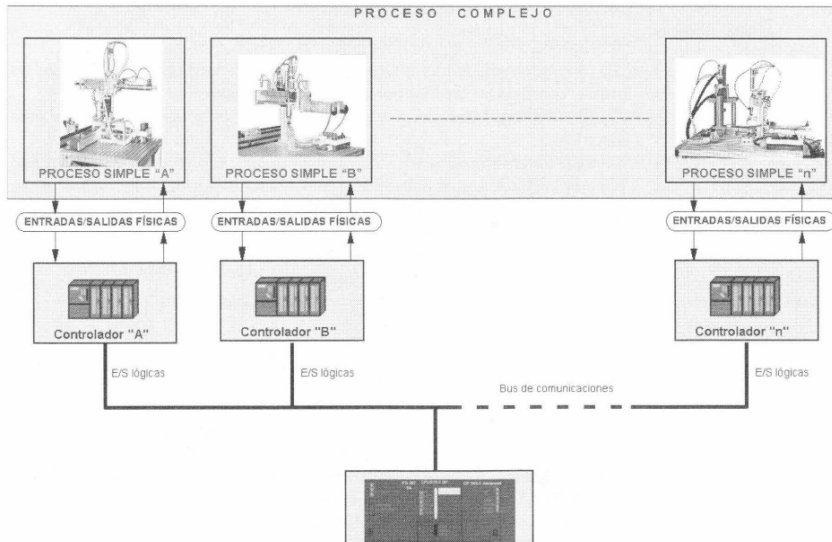
Sistema Distribuido

Definición de Sistema Distribuido

Es un tipo de control donde la responsabilidad se distribuye entre diferentes controladores conectados en red.

- Adecuado para sistemas grandes o complejos.
- Flexibilidad y capacidad superiores.
- Integración de dispositivos de diferentes fabricantes.

Sistema Distribuido



Ampliaciones y Flexibilidad en Sistemas Distribuidos

- Posibilidad de hacer ampliaciones con otros controladores.
- Se puede partir de un sistema básico e ir ampliando.
- Añadir módulos u otros controladores según la demanda.

Ejemplo: Un sistema de fabricación que crece a través de la incorporación de nuevas líneas de producción controladas en red.

Comparación entre Centralizado y Distribuido

Comparación entre Centralizado y Distribuido

Comparación de Características

Los sistemas de control centralizado y distribuido presentan diferencias clave en función de sus aplicaciones y requisitos.

- **CENTRALIZADO:** Efectivo en pequeña escala, fácil de mantener, pero delicado a fallos.
- **DISTRIBUIDO:** Adecuado para sistemas complejos, flexible, con alta capacidad e integración.

Normas sobre las comunicaciones

Normas sobre las comunicaciones

Importancia de las Normas en la Comunicación

Con la llegada de las normas, los fabricantes adaptan sus sistemas, logrando una mayor compatibilidad entre equipos de diferentes marcas.

- **Normas de facto:** Generadas por empresas multinacionales.
- **Normas de iure:** Propuestas por entidades gubernamentales o instituciones.

Normas de facto

Normas de facto

Son sistemas establecidos por grandes empresas que se imponen en el mercado sin una institución normalizadora detrás.

Ejemplo: Protocolos de comunicación desarrollados por compañías tecnológicas líderes que se convierten en estándares de la industria.

Normas de iure

Normas de iure

Normas que una organización o institución decide promulgar.

- Propuestas por gobiernos nacionales.
- Emitidas por organismos nacionales o internacionales.

Organismos de Normalización

Organismos de Normalización

Existen organismos que dictan normas según ámbitos geográficos. Las normativas garantizan la interoperabilidad, seguridad y eficiencia en las comunicaciones industriales, independientemente del fabricante.

- Normas internacionales.
- Normas continentales.
- Normas nacionales.

Normas Internacionales

Afectan a nivel mundial.

- **ISO:** (International Standards Organization), que genera normas para todas las áreas y coordina las creadas por organizaciones regionales.
- **EC:** (International Electrotechnical Commission). Elabora normas para el área eléctrica.

Normas Internacionales

Afectan a nivel mundial.

- **ITU o UIT:** (International Telecommunication Union). Es un organismo constituido por administraciones de más de 150 países, adopta normas que regulan el uso del espectro radioeléctrico en los ámbitos espacial y terrestre.

Está estructurada en tres sectores, que son:

- **ITU-T** para las telecomunicaciones.
- **ITU-R** para la radiocomunicación.
- **ITU-D** para el desarrollo de las telecomunicaciones.

Organismos de Normas Continentales (Europa)

- **CEN:** (Comité Européen de Normalisation), es el encargado de generar todas las normas del tipo EN que son a nivel europeo.
- **CENELEC:** (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique), es la rama de las CEN que se encarga de las normas del ámbito electrotécnico.
- **ETSI:** (European Telecommunications Standards Institute). Organización europea creada a instancia de los operadores (PTT Post Telephone and Telegraph) y lo que hoy es la Unión Europea.

Organismos de Normas Continentales (EE.UU.)

- **ANSI:** (American National Standards Institute). Instituto americano de normas estándar que abarca todas las disciplinas.
- **EIA:** (Electronics Industries Associate). Asociación de industrias del sector de la electrónica, que se ocupa de la definición de estándares acerca de la transmisión de señales eléctricas. El estándar más conocido es la RS-232.
- **TIA:** (Telecommunications Industries Associates). Agrupación de fabricantes de equipos de telecomunicaciones.
- **IEEE;** (Institute of Electrical and Electronic Engineers). Es una organización profesional que ha elaborado importantes recomendaciones relativas a las comunicaciones industriales y redes de comunicación que han terminado por convertirse en normas de facto.

Normas Nacionales

Normas creadas por organismos específicos de un país.

- **Colombia:** ICONTEC.
- **Agencias:** Industria de Comunicaciones, CRC, ANE.

Normas que afectan a las comunicaciones

En la siguiente tabla se muestran tanto el organismo como la norma o recomendación que la contempla:

Organismo	Norma/Recomendación	Contenido
EJA	RS-232C	Norma física RS-232 de comunicación serie.
EIA/TIA	RS-422	Norma física RS5-422 de comunicación serie.
EIA	RS-485	Norma física RS-485 de comunicación serie.
EIA/TIA	568	Cableado estructurado de redes de datos.

Normas que afectan a las comunicaciones

En la siguiente tabla se muestran tanto el organismo como la norma o recomendación que la contempla:

Organismo	Norma/Recomendación	Contenido
IEEE	802	Redes de área local (LAN).
IEEE	802.3	Métodos de acceso al medio en redes Ethernet.
IEEE	E	Norma sobre las comunicaciones en paralelo.
UIT	V.92	Normas sobre los módems de 56 kbps.

Normas que afectan a las comunicaciones

En la siguiente tabla se muestran tanto el organismo como la norma o recomendación que la contempla:

Organismo	Norma/Recomendación	Contenido
AENOR	UNE-EN 50173	Cableado de sistemas de Mfmdón Redes de cableado estructurado. Buses de campo industriales de propósito general.
AENOR	UNE-EN 50174	
CENELEC	EN 50170	
CENELEC	EN 61131-5	Comunicaciones en los autómatas programables.
CENELEC	EN 61158-2	Vía de datos en los sistemas de control industriales
IEC	IEC 61158	Buses de campo industriales.

Modelo OSI

Modelo OSI: Introducción

Modelo OSI (Open System Interconnection)

Definido por la ISO en 1983, el modelo OSI consta de siete capas o niveles, cada una con funciones específicas.

Modelo OSI: Introducción

- **Nivel 1. FÍSICA:** Estructuración de los datos dentro de la trama y control de errores.
- **Nivel 3. RED:** Interviene en el caso en el que intervenga más de una red.
- **Nivel 4. TRANSPORTE:** División de los datos en paquetes de envío.
- **Nivel 5. SESIÓN:** Para el control del inicio y finalización de las conexiones.
- **Nivel 6. PRESENTACIÓN:** Representación y encriptación de los datos.
- **Nivel 7. APLICACIÓN:** Utilización de los datos.

Modelo OSI: Capa Física

Capa Física

Se encarga de la transmisión de bits al canal de comunicación y controla la velocidad de transmisión.

- **MEDIO:** Canal de transmisión
- **MAU:** Generación y recepción de niveles eléctricos
- **PLS:** Codificación y decodificación de señales eléctricas a binarias

Modelo OSI: Capa de Enlace

Capa de Enlace

Establece una comunicación libre de errores entre dos equipos, organizando la información binaria.

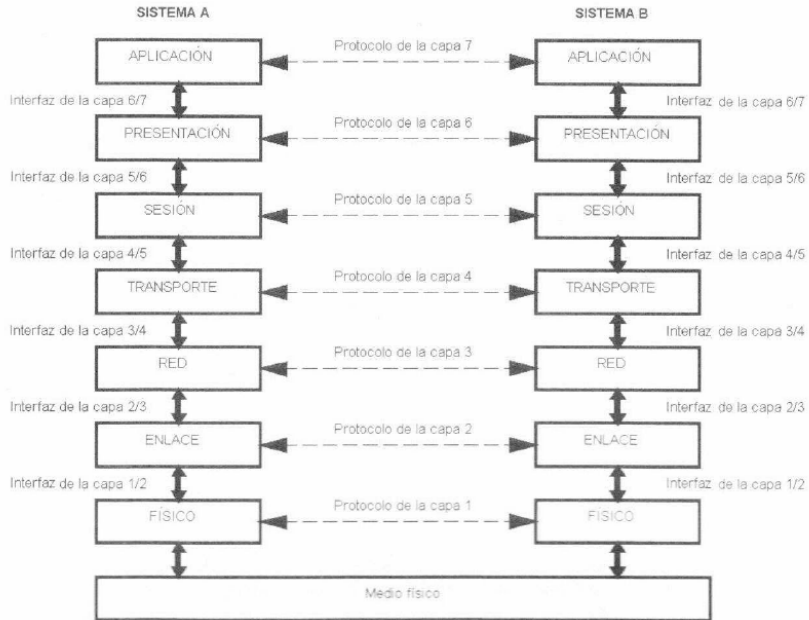
- **MAC:** Control del canal de transmisión
- **LLC:** Control y recuperación de errores, codificación y decodificación de la información

Modelo OSI: Capa de Aplicación

Capa de Aplicación

La capa más próxima al usuario, ofreciendo servicios como correo electrónico, acceso a base de datos, transferencia de archivos, videoconferencia.

Modelo OSI: Comunicaciones Industriales



Modelo OSI: Comunicaciones Industriales

Las capas física y de enlace son fundamentales en las comunicaciones industriales.

- **Capa Física:** Transmisión de bits, control de velocidad. Define los niveles de la señal eléctrica con la que se trabajará.
- **Capa de Enlace:** Comunicación libre de errores. Forma la trama organizando la información binaria y la pasa a la capa física.

Modelo OSI: Subniveles en Capa Física

Subniveles en la Capa Física:

- **MEDIO:** Tipo de canal de transmisión, si es cable, FO, radio, etc.
- **MAU:** (Media Attachment Unit) Contiene la electrónica donde se generan o donde se reciben los niveles eléctricos.
- **PLS:** (Physical Logical Signal) Codificación en la emisión de la información binaria a señales eléctricas y decodificación en la recepción de la señal eléctrica a señal digital binaria.

Modelo OSI: Subniveles en Capa de Enlace

Subniveles en la Capa de Enlace:

- **MAC:** (Media Acces Control) Control del canal de transmisión para que en el momento que esté libre, pueda enviar la información.
- **LLC:** (Logical Link Control) Controla y recupera los errores, también codifica la información (hexadecimal o ASCII) a enviar a formato binario o decodifica la información binaria recibida a hexadecimal o ASCII.

Tipos de transmisión de datos

Tipos de Transmisión de Datos

Sistemas de Transmisión

Para la transmisión de datos, se pueden utilizar dos sistemas: la transmisión serie o la transmisión paralelo.

Transmisión Paralelo

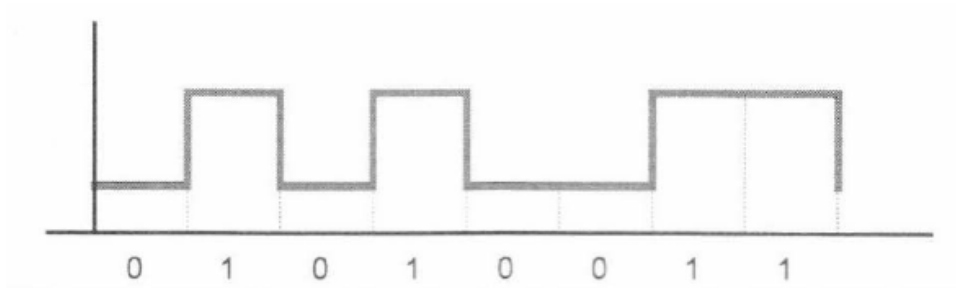
Transmisión Serie

Características:

- Datos transmitidos bit a bit en una línea.
- Utilizada para larga distancia.
- Adecuada cuando el volumen de información es pequeño.

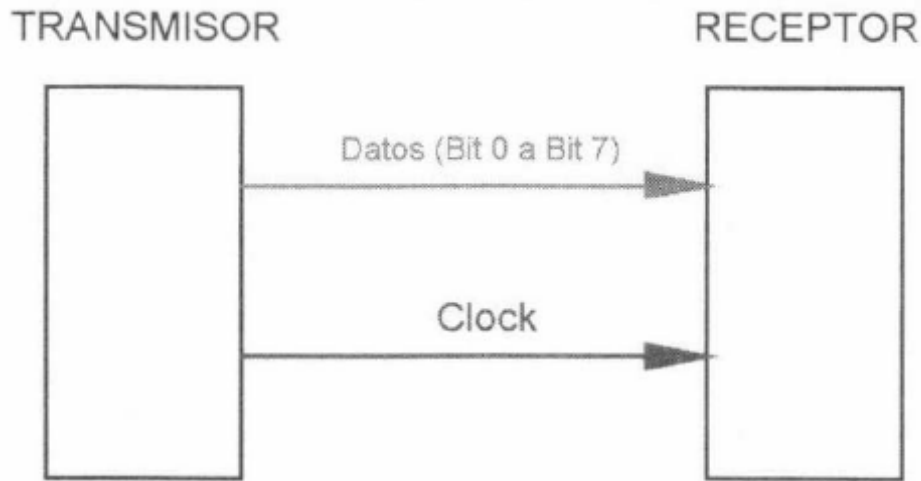
La Pirámide de las Comunicaciones

Ejemplo: Carácter ASCII **S**: 0101 0011B = 83D.



Transmisión Serie: Esquema

Se necesita un canal de comunicación y una señal de reloj para sincronización.



Transmisión Paralelo

Transmisión Paralelo

Características:

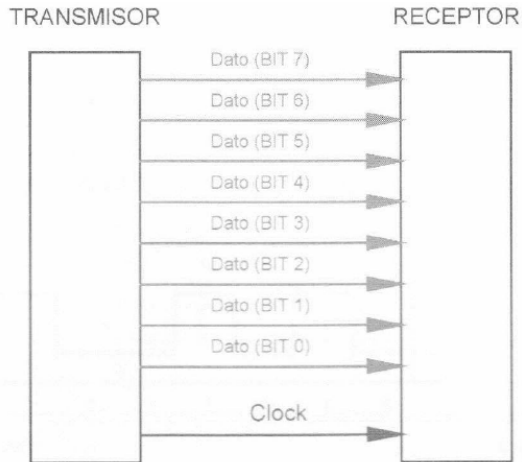
- Información transmitida carácter a carácter.
- Todos los bits enviados simultáneamente.
- Restringido a enlaces cortos (15-20 metros).
- Adecuado para comunicación local.

Aplicaciones de la Transmisión Paralelo

- Enlaces ordenador-impresora (tipo Centronics).
- Bus IEEE-488 o bus GPIB para aparatos de medida.

La velocidad de transferencia puede ser mayor que en el tipo serie.

Transmisión Paralelo: Esquema



Comparación: Serie vs Paralelo

Ejemplo: Para enviar el carácter ASCII **S**, la señal en binario es 01010011B.

- **Serie:** necesita un canal, tardaría 8 veces más.
- **Paralelo:** necesita ocho canales, envía a la vez.

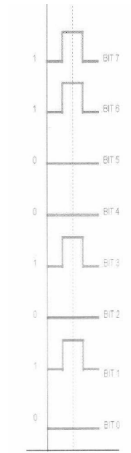


Tabla ASCII

El código ASCII es utilizado en las comunicaciones, correspondiendo a datos de 7 bits (128 caracteres) y 8 bits (256 caracteres).

Código ASCII															
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
2	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
3	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
4	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
5	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
6	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
7	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
8	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142
9	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158
A	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174
B	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190
C	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206

Transmisión de datos en serie

Tipos de sincronización en la transmisión de datos serie

- La sincronización de los diferentes equipos en una red de comunicación serie se realiza a través de una señal de reloj.
- Los sistemas de sincronización pueden ser asíncronos o síncronos.

Tipo de sincronización asíncrona

Tipo de sincronización asíncrona - Parte 1

Características:

- Configuración local en cada estación.
- No hay señal de reloj común.
- Señales de START y STOP para controlar la transmisión.

Tipo de sincronización asíncrona - Parte 2

Parámetros de configuración:

- **Velocidad de transmisión.** Es la velocidad a la que se van a transmitir y, como consecuencia, recibir los datos. Debe ser la misma en todas las estaciones que intervienen en la red. Viene dada en bps o en alguno de sus múltiplos, como kbps o Mbps.
- **Bit de start o inicio.** Es la señal que envía el emisor de datos al resto de participantes para indicarle que a continuación van empaquetados los datos. Es un bit siempre en estado **0** lógico.

Tipo de sincronización asíncrona - Parte 2

Parámetros de configuración:

- **Bits de datos** Se indica la longitud de bits que tendrá cada carácter utilizado en la transmisión. Este dato viene dado según si se utilizan caracteres de todo el código ASCII (256 caracteres) o la mitad de caracteres de esa misma tabla ASCII (128 caracteres). Por tanto, los valores de su configuración será de 7 u 8 bits.

Tipo de sincronización asíncrona - Parte 2

Parámetros de configuración:

- **Bit de paridad.** Existe un bit que se envía justo después de los bits de datos y antes del bit de stop, que es el llamado bit de paridad y sirve para realizar un simple control de errores.

Este bit puede tener varios estados diferentes:

- Paridad PAR o EVEN.
- Paridad IMPAR o ODD
- Sin paridad o NONE.

Tipo de sincronización asíncrona - Parte 2

Parámetros de configuración:

- **Bits de stop.** Es el bit que se envía al final de la información y del bit de paridad, si existe, y trata de poner la señal eléctrica a nivel alto, que es el estado normal de la señal en el canal de comunicación cuando no se está transmitiendo ninguna información.

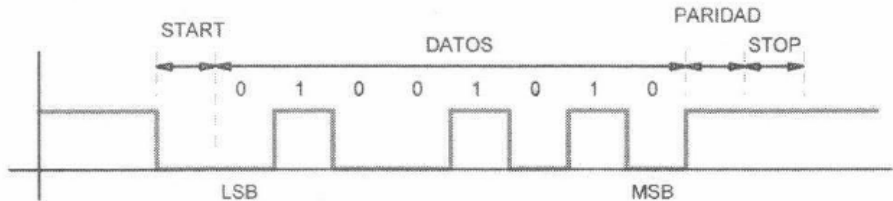
Tipo de sincronización asíncrona

Representación y detección de errores con bit de paridad. El control que hace el bit de paridad consiste en observar cuántos bits se encuentran a nivel alto, donde podemos encontrar varios casos:

Ne. de 1 en los bits de datos	Paridad elegida	Estado d bit de par dad
3 (n. impar)	PAR	1
3 (n. impar)	IMPAR	0
2 (n. par)	PAR	0
2 (n. par)	IMPAR	1

Bit de paridad

Representación correcta de un bit de paridad.

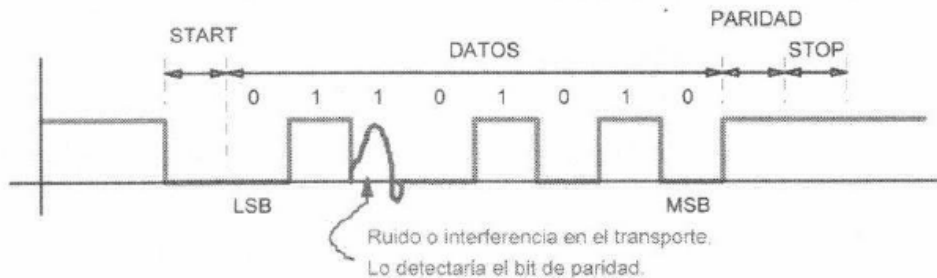


CARÁCTER "R" : 0101 0010

En el ejemplo que se representa en la figura aparece como un 1 el bit de paridad, ya que el número de bits que está a nivel alto son tres y la configuración dada es par.

Bit de paridad

Detección de un error en el bit de paridad.



CARÁCTER "R" : 0101 0010

Tipo de sincronización síncrona

Tipo de sincronización síncrona - Parte 1

Características:

- No requiere configuración local del reloj.
- Puede ser con señal de reloj independiente o incorporada en los datos.

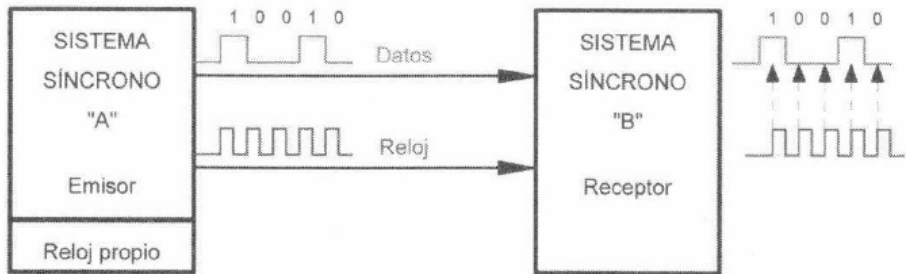
Tipo de sincronización síncrona - Parte 2

Sistemas de transmisión síncrona con señal de reloj

- Uso de caracteres de sincronismo (ASCII 22).
- Detectar la velocidad con la información recibida.
- Codificación previa de la información (método Manchester).

Tipo de sincronización síncrona

Ejemplo: Sistema de transmisión síncrona con señal de reloj incorporada.

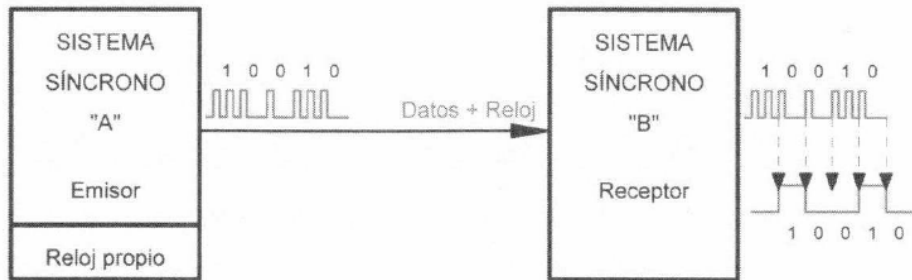


Transmisión síncrona con gran volumen de datos

Cuando se debe enviar un gran volumen de información, ésta se empaquetará entre diferentes caracteres de sincronismo.

Transmisión síncrona con gran volumen de datos

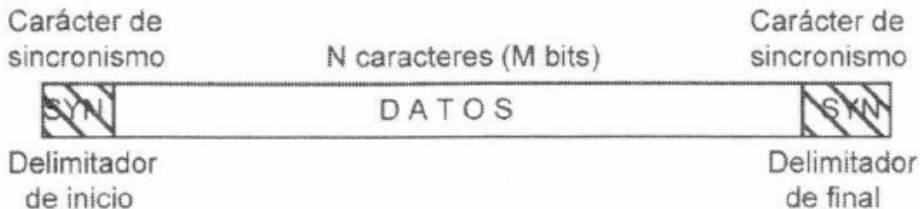
Ejemplo: Transmisión síncrona con gran volumen de datos



Transmisión síncrona con gran volumen de datos

Sistema de transmisión síncrona con señal de reloj incorporada.

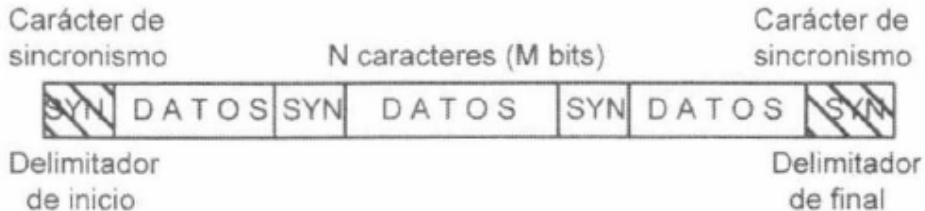
TRANSMISIÓN SÍNCRONA



Transmisión síncrona con gran volumen de datos

Transmisión síncrona con gran volumen de datos

TRANSMISIÓN SÍNCRONA



¡Muchas gracias por su atención!

¿Preguntas?



Contacto: Marco Teran
webpage: marcoteran.github.io/