



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA  
GUTIERREZ**



## **REPORTE DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

### **▣ Nombre del Proyecto**

**Implementación del enlace de comunicación entre un PLC de control de la Unidad No. 3 y el equipo incorporado para mediciones eléctricas del generador de la C. H. Chicoasén**

### **▣ Datos del alumno**

**Nombre: José Alexis Vázquez Aguilar**

**No. de Control: 04270526**

### **▣ Empresa donde se realiza la residencia**

**Nombre: Comisión Federal de Electricidad**

### **▣ Datos de los Asesores**

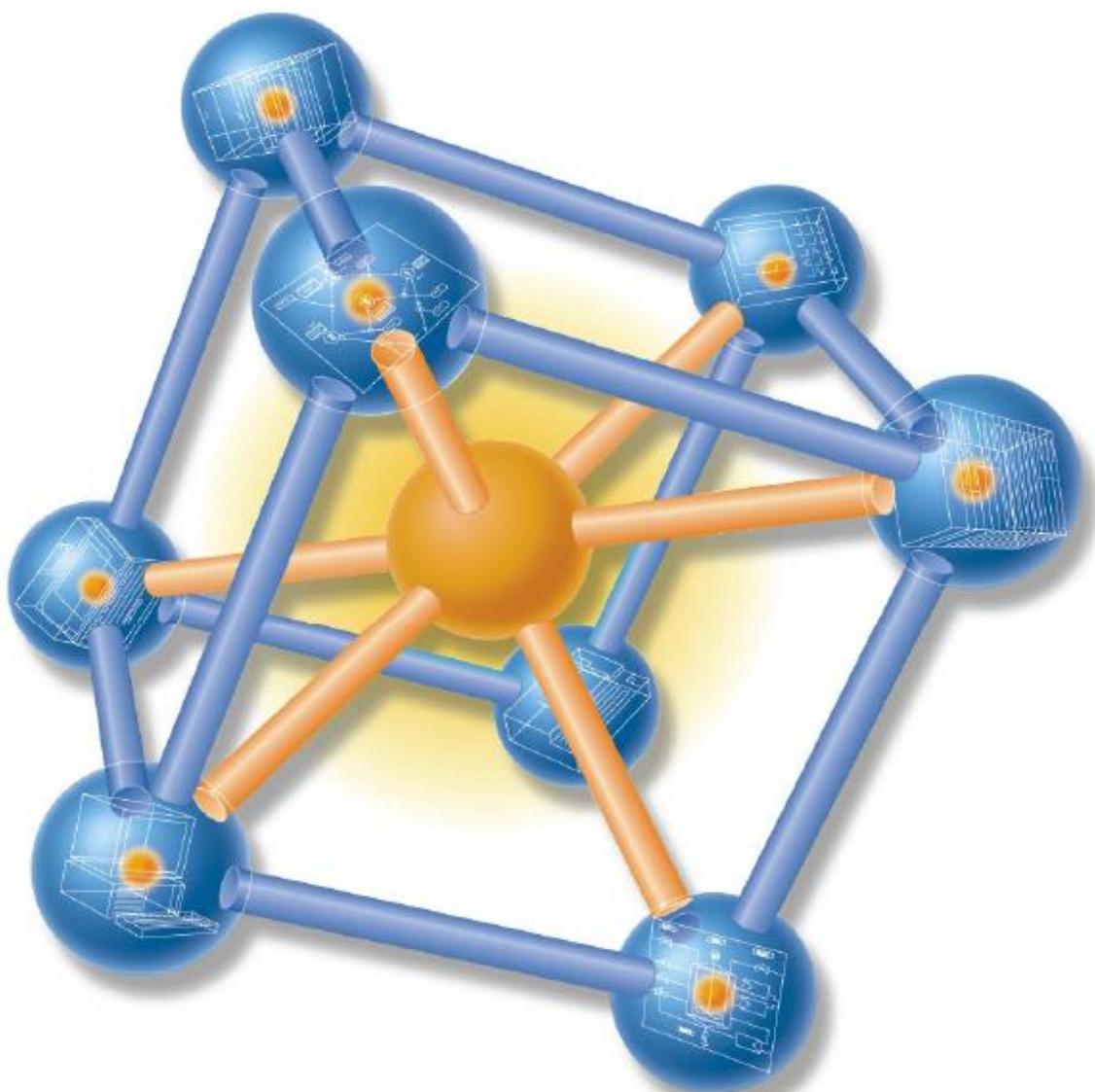
**Asesor externo: Ing. Andrés Tevera Mandujano**

**Asesor interno: M. en C. Raúl Moreno Rincón**

**▣ Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México**

**▣ Fecha: 10 de Diciembre de 2008.**

**Implementación del enlace de comunicación entre un PLC de control de la Unidad No. 3 y el equipo incorporado para mediciones eléctricas del generador de la C. H. Chicoasén.**



# ÍNDICE

INTRODUCCION.....	4
JUSTIFICACION.....	5
OBJETIVOS .....	5
CARACTERIZACION DEL AREA EN QUE PARTICIPÓ.....	6
PROBLEMAS A RESOLVER.....	12
ALCANCES Y LIMITACIONES .....	12
FUNDAMENTO TEORICO .....	13
PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	77
RESULTADOS, PLANOS, GRAFICAS, PROTOTIPOS Y PROGRAMAS.....	86
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	94
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y VIRTUALES.....	95

## INTRODUCCION

Hace varios años, el control de procesos industriales se venía haciendo de forma cableada por medio de contactores y relés. Al operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. El ordenador y los autómatas programables han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada.

En el presente reporte, se da a conocer los elementos fundamentales necesarios para el desarrollo de un proyecto propuesto que lleva por nombre “Implementación del enlace de comunicación entre un PLC de control de la Unidad No. 3 y el equipo incorporado para mediciones eléctricas del generador de la C. H. Chicoasén”.

Dentro del reporte se detalla cómo y por qué surgió la realización de este proyecto, los objetivos que se lograrán conseguir, así como sus alcances y limitaciones, el fundamento teórico de los dispositivos empleados, así también la explicación detallada de las actividades llevadas a cabo durante su realización hasta concluir con el proyecto propuesto.

De esto y más se detalla exhaustivamente en cada apartado que compone el presente reporte.

## JUSTIFICACIÓN

El motivo por el cual se elabora este proyecto es, porque la comunicación entre equipos auxiliares incorporados y PLC's de control instalados en la Central Hidroeléctrica permiten enviar información digital y eliminar el cableado para el envío de señales analógicas, así como las desventajas que provocan estas señales durante su transmisión.

## OBJETIVOS

### General:

- ✓ Implementar el hardware y software para equipo piloto de pruebas de comunicación entre un PLC y un equipo incorporado para mediciones eléctricas.

### Específicos:

- ✓ Realizar montaje y configuración del PLC S7 300 con los requerimientos mínimos para prueba de comunicaciones bajo el protocolo MODBUS Master RTU.
- ✓ Realizar montaje y configuración del equipo incorporado para mediciones eléctricas.
- ✓ Programar el PLC S7 300 para establecer enlace, consultar tabla de intercambio de información del equipo incorporado y procesar estos datos en sus diferentes formatos (binarios, enteros y reales).
- ✓ Construir cable para prueba de comunicación.

## CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE PARTICIPÓ

El proyecto denominado “Implementación del enlace de comunicación entre un PLC de control de la Unidad No. 3 y el equipo incorporado para mediciones eléctricas del generador de la C. H. Chicoasén” es realizado en la empresa CFE en su Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres, la cual tienen como misión la generación y distribución de la energía eléctrica para el desarrollo de México.

En 1937, México tenía 18.3 millones de habitantes; de los cuales, únicamente siete millones (38%) contaban con servicio de energía eléctrica, proporcionado con serias dificultades por tres empresas privadas. La oferta no satisfacía la demanda, las interrupciones de luz eran constantes y las tarifas muy elevadas. Además, esas empresas se enfocaban a los mercados urbanos más redituables, sin contemplar en sus planes de expansión a las poblaciones rurales, donde habitaba más de 62% de la población.

Para dar respuesta a esas situaciones que no permitían el desarrollo económico del país, el Gobierno Federal decidió crear, el 14 de agosto de 1937, la Comisión Federal de Electricidad, que en una primera etapa se dio a la tarea de construir plantas generadoras para satisfacer la demanda, y con ello beneficiar a más mexicanos mediante el bombeo de agua de riego, el arrastre y la molienda; pero sobre todo, con alumbrado público y para casas habitación.

Los primeros proyectos de CFE se emprendieron en Teloloapan, Guerrero; Pátzcuaro, Michoacán; Suchiate y Xíla, en Oaxaca, y Ures y Altar, en Sonora. En 1938, la empresa tenía apenas una capacidad de 64 KW, misma que, en ocho años, aumentó hasta alcanzar 45,594 KW. Entonces, las compañías privadas dejaron de invertir y nuestra empresa se vio obligada a generar energía para que éstas la revendieran.

En 1960, de los 2,308 MW de capacidad instalada en el país, CFE aportaba 54%; la Mexican Light, 25%; la American and Foreign, 12%, y el resto de las compañías, 9%. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos de generación y electrificación, para esas fechas apenas 44% de la población contaba con electricidad. Tal situación del Sector Eléctrico Mexicano motivó al entonces Presidente Adolfo López Mateos a nacionalizar la industria eléctrica, el 27 de septiembre de 1960.

A partir de entonces, se comenzó a integrar el Sistema Eléctrico Nacional, extendiendo la cobertura del suministro y acelerando la industrialización del país. Para ello, el Estado Mexicano adquirió los bienes e instalaciones de las compañías privadas, mismas que operaban con serias deficiencias, por la falta de inversión y los problemas laborales.

Para 1961, la capacidad total instalada en el país ascendía a 3,250 MW. CFE vendía 25% de la energía que producía y su participación en la propiedad de centrales generadoras de electricidad pasó de cero a 54%. En poco más de 20 años, nuestra empresa había cumplido uno de sus más importantes cometidos: ser la entidad rectora en la generación de energía eléctrica. En esa década, la inversión pública se destinó en más de 50% a obras de infraestructura. Con parte de estos recursos se construyeron importantes centros generadores, entre ellos los de Infiernillo y Temascal. En esos años se instalaron plantas generadoras por el equivalente a 1.4 veces lo hecho hasta entonces, alcanzando, en 1971, una capacidad instalada de 7,874 MW.

Al finalizar los 70, se superó el reto de sostener el mismo ritmo de crecimiento, al instalarse entre 1970 y 1980 centrales generadoras por el equivalente a 1.6 veces, para llegar a una capacidad instalada de 17,360 MW. En la década de los 80, el crecimiento fue menos espectacular, principalmente por la disminución en la asignación de recursos. No obstante, en 1991 la capacidad instalada ascendía a 26,797 MW.

Actualmente, la capacidad instalada en el país es de 49,861 MW\*, de los cuales 44.82% corresponde a generación termoeléctrica de CFE; 22.98% a \*productores independientes de energía (PIE); 22.15% a hidroelectricidad; 5.21% a centrales carboeléctricas; 1.92% a geotérmica; 2.74% a nucleoelectrica, y 0.17% a eoloeléctrica.

Debe señalarse que, en los inicios de la industria eléctrica mexicana operaban varios sistemas aislados, con características técnicas diferentes; llegando a coexistir casi 30 voltajes de distribución, siete de alta tensión para líneas de transmisión y dos frecuencias eléctricas de 50 y 60 Hertz. Ello dificultaba el suministro de electricidad a todo el país, por lo que CFE definió y unificó los criterios técnicos y económicos del Sistema Eléctrico Nacional, normalizando los voltajes de operación, con la finalidad de estandarizar los equipos, reducir sus costos y los tiempos de fabricación, almacenaje e

inventariado. Luego, unificó la frecuencia a 60 Hertz en todo el país e integró los sistemas de transmisión, en el Sistema Interconectado Nacional.

Otro rubro con logros contundentes, se refiere a la red de transmisión de electricidad, el cual se compone actualmente de: 48,566 kilómetros de líneas de 400, 230 y 161 KV; 327 subestaciones de potencia con una capacidad de 141,689 MVA, y 47,918 kilómetros de líneas de sub-transmisión de 138 KV y tensiones menores. Por su parte, el sistema de distribución (que también estaba en ceros en 1937) cuenta actualmente con 1,610 subestaciones con 42,673 MVA de capacidad; 6,814 circuitos de distribución con una longitud de 376,991 kilómetros; 1,024,081 transformadores de distribución con una capacidad de 36,667 MVA; 239,315 kilómetros de líneas secundarias de baja tensión y 633,379 kilómetros de acometidas.

El gobierno de la República autoriza a CFE realizar en el estado de Chiapas, sobre el cause del río Grijalva estudios encaminados a la creación de obras civiles para la generación de energía eléctrica.

El río Grijalva-Usumacinta, localizado en el sureste de México, aporta el 30% de los recursos hidráulicos del país y abarca un área de 131,157 Km<sup>2</sup> de los cuales 52,600 Km<sup>2</sup> corresponden al río Grijalva.

CFE inicio en el año 1958, estudios encaminados a determinar el potencial hidroeléctrico del río Grijalva, con la finalidad de lograr el aprovechamiento integral de sus recursos, a lo que se conoce hoy en día como “Subgerencia Regional de Generación Hidro-Grijalva” SRGHG

La Subgerencia Regional de Generación Hidro-Grijalva se localiza en el sureste del la República Mexicana en los estados de Chiapas y Oaxaca. Y cuanta con 8 centrales hidroeléctricas y una central eólica las cuales generan un total de 4830.96 MW. Las 4 principales plantas hidroeléctricas de encuentran sobre el río Grijalva que original nace en la Sierra Norte de Chiapas, atraviesa el estado de Tabasco de sur a norte y desemboca en el Golfo de México en la barra de Frontera, municipio de Centla. Este río el mayor productor de hidroeléctrica de México.

El primer aprovechamiento construido por la CFE sobre el río Grijalva es la C. H. Netzahualcóyotl conocida también como “Malpaso”, obra que se realizó entre los

años de 1959 y 1964, y representa el tercer aprovechamiento de la cuenca a partir de su nacimiento.

El segundo aprovechamiento hidroeléctrico construido por CFE sobre el río Grijalva, durante los años de 1969 y 1977 es la C. H. Belisario Domínguez también conocida como “la Angostura”, esta representa el primer aprovechamiento a partir del nacimiento del río. El embalse de esta presa cuenta con una capacidad aproximada de 18 millones de m<sup>3</sup>, con lo cual se regulariza casi el total de los caudales del río aguas abajo, lo cual favoreció el desarrollo de proyectos tales como Chicoasén y Peñitas.

El tercer aprovechamiento construido por CFE y segundo sobre la cuenca del río Grijalva es la C. H. Manuel Moreno Torres igualmente conocida como “Chicoasén”, esta fue construida en el año de 1974.



Fig. C. H. Manuel Moreno Torres, también llamada “Chicoasén”.

El cuarto y último aprovechamiento hidroeléctrico construido por CFE es la C. H. Ángel Albino Corzo también llamada “Peñitas”. Es la última sobre la cuenca del río Grijalva y la que tiene menor altura. Y tiene como característica principal el usar turbinas Kaplan, ya todas las demás hidroeléctricas alojadas sobre la cuenca del río Grijalva utilizan turbinas Francis.

La Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres se encuentra ubicada geográficamente a 43 Km al norte de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, capital del estado de Chiapas.

La Central tiene las coordenadas geográficas

Longitud Oeste.....93° 5,9”

Longitud Norte.....16° 36,5”

El acceso principal es por la carretera No. 102 que va de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez hasta el sitio donde se ubica la Central.

La C.H.M.M.T se sitúa sobre la cuenca del río Grijalva en el estado de Chiapas en el cual forma parte del sistema de aprovechamiento hidráulico de este río.

Este aprovechamiento hidráulico hace uso de una caída de 246 m. originada entre el desfogue de la angostura y el nivel máximo de operación de la C. H. Malpaso.

La CFE inicio en diciembre de 1974, la construcción de la C.H.M.M.T destinada a cubrir la demanda de energía de picos en el sistema interconectado nacional. La cortina tipo enrocamiento tienen una altura de 246 m. Siendo por sus características la cortina mas alta construida en Latinoamérica. Esta Central Hidroeléctrica subterránea desde su diseño se consideró para ocho unidades de generación de 300 MW cada una, iniciando sus actividades únicamente con cinco de éstas desde 1980, las cuales son unidades tipo Francis de eje vertical de 310 MW de potencia nominal y generadores de 315, 720 KVA de capacidad.

El objetivo de satisfacer la demanda de energía eléctrica en horas picos en el sistema nacional y de acuerdo con lo determinado por los estudios de crecimiento de la demanda en las que se basa el programa de obras de inversión del sector eléctrico (POISE), aprobado por la secretaria de energía; la CFE programa la 2da etapa de esta central, con la instalación de 3 unidades de 310 MW de potencia nominal mínima, cada una incluyendo sus equipos auxiliares y obra civil asociada, la cual entró en operación en el año 2004.

Con la construcción de la 2da etapa se logro aumentar la capacidad instalada a 2400 MW la cual convierte esta central en la mas grande del país. Por lo tanto contribuye al crecimiento de México.

CFE como toda empresa de clase de mundial tiene una misión y objetivos bien planteados los cuales le ayuda a tener un firme desarrollo.

## **Misión**

- ▶ Asegurar, dentro de un marco de competencia y actualizado tecnológicamente, el servicio de energía eléctrica, en condiciones de cantidad, calidad y precio, con la adecuada diversificación de fuentes de energía.

- ▶ Optimizar la utilización de su infraestructura física, comercial y de recursos humanos.
- ▶ Proporcionar una atención de excelencia a nuestros clientes.
- ▶ Proteger el medio ambiente, promover el desarrollo social y respetar los valores de las poblaciones donde se ubican las obras de electrificación.

## **Objetivos**

- ❖ Mantenernos como la empresa de energía eléctrica más importante a nivel nacional.
- ❖ Operar sobre las bases de indicadores internacionales en materia de productividad, competitividad y tecnología.
- ❖ Ser reconocida por nuestros usuarios como una empresa de excelencia que se preocupa por el medio ambiente, y está orientada al servicio al cliente.
- ❖ Elevar la productividad y optimizar los recursos para reducir los costos y aumentar la eficiencia de la empresa, así como promover la alta calificación y el desarrollo profesional de los trabajadores.

## **PROBLEMAS A RESOLVER**

- Implementación física del PLC S7 300 y del equipo de mediciones eléctricas, así como su programación para establecer el enlace de comunicación entre éstos dos equipos a través del protocolo MODBUS Master RTU, consultando su tabla de intercambio de información y el proceso de estos datos en sus diferentes formatos.

## **ALCANCES Y LIMITACIONES**

El montaje y configuración de los equipos de prueba serán establecidos con los requerimientos mínimos para establecer la comunicación entre ellos bajo el protocolo MODBUS Master RTU.

La programación del PLC S7 300 realizará la función básica de comunicar a ambos equipos en tiempo real, sin modificar ningún parámetro o valor del equipo de mediciones eléctricas.

Así también, la longitud del cable de comunicaciones será de 10m.

# FUNDAMENTO TEÓRICO

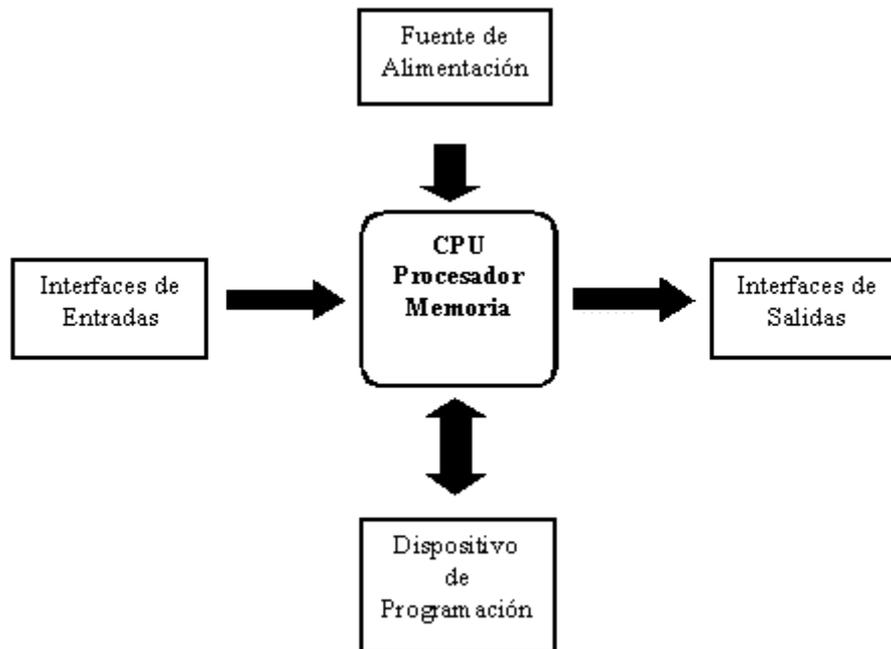
## CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC)

Se entiende por controlador lógico programable (PLC) a toda máquina electrónica diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales. Sin embargo, esta definición está quedando obsoleta, ya que han aparecido los micro-PLC's, destinados a pequeñas necesidades y al alcance de cualquier persona. Tal como comentamos, un PLC suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

- *Espacio reducido.*
- *Procesos de producción variables.*
- *Procesos de producción secuenciales.*
- *Instalaciones de procesos complejos.*
- *Necesidades de chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.*

De esta manera, son ampliamente utilizados en el control de maniobras de máquinas, maniobra de instalaciones y en aplicaciones de señalización y control. No podemos dejar de lado los pequeños PLC's para uso más personal (que se pueden emplear, incluso, para automatizar procesos en el hogar, como la puerta de una cochera o las luces de la casa). Cabe aclarar que, si bien uno de los inconvenientes de utilizar estos dispositivos radica en la capacitación del personal que los va a utilizar, en la mayoría de las universidades de la especialidad, se enseña tanto el funcionamiento como su empleo por lo cual es un tema superado. En cuanto al costo tampoco hay problema, ya que hay PLC's para todas las necesidades y a precios bajos.

## Estructura de un Controlador Lógico Programable



Para explicar el funcionamiento del PLC, se pueden distinguir las siguientes partes:

- *Interfaces de entradas y salidas*
- *CPU (Unidad Central de Proceso)*
- *Memoria*
- *Dispositivos de Programación*

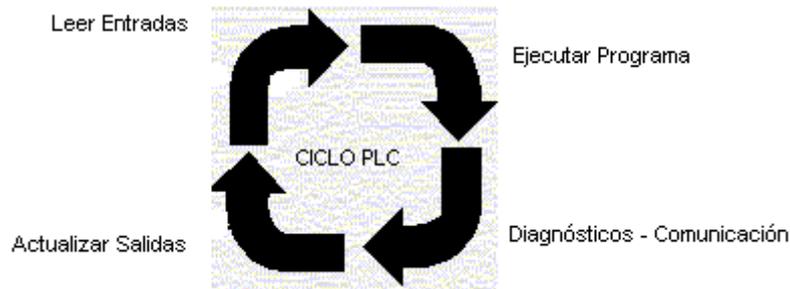
El usuario ingresa el programa a través del dispositivo adecuado (un cargador de programa o PC) y éste es almacenado en la memoria de la CPU.

La CPU, que es el "cerebro" del PLC, procesa la información que recibe del exterior a través de la interfaz de entrada y de acuerdo con el programa, activa una salida a través de la correspondiente interfaz de salida.

Evidentemente, las interfaces de entrada y salida se encargan de adaptar las señales internas a niveles de la CPU. Por ejemplo, cuando la CPU ordena la activación de una salida, la interfaz adapta la señal y acciona un componente (transistor, relé, etc.)

Pero, ¿Cómo funciona la CPU?

Al comenzar el ciclo, la CPU lee el estado de las entradas. A continuación ejecuta la aplicación empleando el último estado leído. Una vez completado el programa, la CPU ejecuta tareas internas de diagnóstico y comunicación. Al final del ciclo se actualizan las salidas. El tiempo de ciclo depende del tamaño del programa, del número de E/S y de la cantidad de comunicación requerida.



Las ventajas en el uso del PLC comparado con sistemas basados en relé o sistemas electromecánicos son:

- **Flexibilidad:** Posibilidad de reemplazar la lógica cableada de un tablero o de un circuito impreso de un sistema electrónico, mediante un programa que corre en un PLC.
- **Tiempo:** Ahorro de tiempo de trabajo en las conexiones a realizar, en la puesta en marcha y en el ajuste del sistema.
- **Cambios:** Facilidad para realizar cambios durante la operación del sistema.
- **Confiabilidad**
- **Espacio**
- **Modularidad**
- **Estandarización**

## ASPECTOS GENERALES DEL S7-300

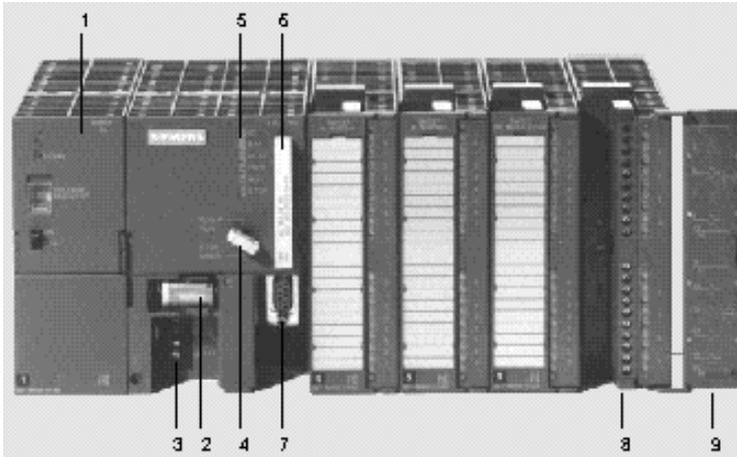


Este nuevo mini-autómata de SIEMENS ideado especialmente para aumentar la cadencia y disminuir sensiblemente los tiempos ciclo y de respuesta y aumentar la calidad del proceso, opera más allá de los límites de prestaciones anteriores, asegurando la adquisición y tratamiento de señales (analógicas o digitales) a cualquier velocidad y en cualquier forma en que se presenten, de allí que es ideal para usarlo en maquinarias de embalaje y en máquinas herramientas, sector agroalimentario o en industria química o farmacéutica.

Posee una CPU cuya velocidad es 100 veces mayor a las convencionales (la más potente de sus 5 CPU no necesita más de 0,3 ms para ejecutar 1024 instrucciones binarias y no mucho más al procesar palabras), una Memoria de programa de 16K instrucciones de capacidad máxima, 1024 entradas/salidas digitales y 32 módulos dentro de un solo sistema (para tareas especiales se ofrecen módulos específicos), alta potencia de cálculo con hasta aritmética de 32 bits en coma flotante e interfaces multipunto o puerto MPI.

Pequeño, extremadamente rápido y universal son las características más importantes de éste PLC, además de su modularidad, sus numerosos módulos de extensión, su comunicabilidad por bus, sus funcionalidades integradas de visualización y operación así como su lenguaje de programación bajo entorno Windows 95 en adelante.

## Principales Componentes del P.L.C.



1. Fuente de alimentación
2. Batería de resguardo
3. Conexión a 24 VDC
4. Interruptor de modo de operación
5. Indicadores de estado
6. Tarjeta de memoria
7. Interfaz multipunto MPI
8. Conector frontal
9. Puerta frontal

El autómata programable consta de los siguientes componentes:

- Unidad central de procesamiento (CPU), que constituye el "cerebro" del sistema y toma decisiones en base a la aplicación programada.
- Módulos para señales digitales y analógicas (I/O)
- Procesadores de comunicación (CP) para facilitar la comunicación entre el hombre y la máquina o entre máquinas. Se tiene procesadores de comunicación para conexión a redes y para conexión punto a punto.
- Módulos de función (FM) para operaciones de cálculo rápido.

Existen otros componentes que se adaptan a los requerimientos de los usuarios:

- Módulos de suministro de energía
- Módulos de interfaces para conexión de racks múltiples en configuración multi-hilera

En los módulos de entrada pueden ser conectados:

- Sensores inductivos, capacitivos, ópticos
- Interruptores
- Pulsadores
- Llaves
- Finales de carrera
- Detectores de proximidad

En los módulos de salida pueden ser conectados:

- Contactores

- Electroválvulas
- Variadores de velocidad
- Alarmas

### ***Tamaño del S7-300***

El tamaño de la CPU (independientemente del modelo) es de 80cm. de largo, 12,5 cm de alto y 13 cm de profundidad. En cuanto a los módulos, sus medidas son 40cm x 12,5cm x 13cm, respectivamente.

Además, el S7-300 requiere una alimentación de 24 VDC. Por ésta razón, los módulos (fuentes) de alimentación de carga transforman la tensión de alimentación de 115/230 VAC en una tensión de 24 VDC. Los módulos de alimentación se montan a la izquierda junto a la CPU.

### ***Descripción de los 5 Módulos Centrales***

El sistema modular comprende de cinco CPU para distintas exigencias, módulos de entradas y salidas analógicas y digitales, módulos de función de contaje rápido, posicionamiento de lazo abierto y lazo cerrado, así como módulos de comunicación para el acoplamiento a redes en bus.

La CPU más potente puede tratar 1024 instrucciones binarias en menos de 0,3 ms. Pero como las instrucciones puramente binaria constituyen mas bien la excepción, tenemos que mencionar los tiempos de ejecución de las instrucciones mixtas: 65% de instrucciones con bits y un 35% con palabras, el más rápido de los autómatas puede con 1K en sólo 0,8 ms.

Otro detalle es la simplicidad de diagnóstico. Los datos de diagnóstico de todo el autómata están fijamente almacenados en la CPU (hasta 100 avisos). Estos datos pueden consultarse centralizadamente en la CPU, ya que todos los módulos relevantes son accesibles vía interfaces MPI de ésta, lo que permite ahorrarse gastos suplementarios y evita molestas manipulaciones de conectores.

En una configuración de PLC en red, el puesto central de mando puede acceder directamente a cualquier CPU y a cualquier módulo de función, a cualquier

panel de operador y a cualquier procesador de comunicaciones de la red, todo ello sin hardware ni software adicional.

El sistema de diagnóstico inteligente de la CPU se activa al reemplazar un módulo: se encarga de verificar si la configuración del autómata es aún compatible y evita así funcionamientos anómalos en la instalación, incluso la destrucción de módulos.

Además realiza automáticamente el registro de la hora y la memorización de los fallos, contribuyendo así a un diagnóstico rápido y puntual a posteriori cuando ya no se manifieste más el defecto o cuando éste sea de naturaleza esporádica.

Si nombramos sus características generales, tenemos:

- Los cinco ofrecen hasta 2048 marcas, 128 temporizadores y 64 contadores
- Según el tipo de CPU, una parte de ellos o su totalidad puede hacerse remanente, es decir, no volátil
- La salvaguarda y gestión de datos está asegurada por una memoria especial exenta de mantenimiento y que funciona sin pila (depende del tipo de CPU)

### 1 -CPU 312 IFM

Este es capaz de procesar 1024 instrucciones binarias en 0,6 ms. Es la solución óptima para aplicaciones que requieren funciones simples como contaje y medición de frecuencias.

Para tareas sencillas no hay más que usar la función Contador con dos canales para contar atrás y adelante (el contador puede contar señales de hasta 10 KHz y tiene un ancho de banda de 32 bits).

Puesto que ésta CPU lleva incorporada una memoria para el programa de usuario, (E)EPROM y dispositivos de respaldo sin pilas, no necesita mantenimiento alguno.

## 2 -CPU 313

Es similar al CPU 312 IMF con la diferencia de que tiene el doble de memoria. Además permite guardar el programa en una Memory Card, con lo cual éste autómata tampoco requiere mantenimiento.

## 3 -CPU 314

Ejecuta el programa al doble de velocidad, es decir, en 0,3 ms. Por 1K de instrucciones binarias.

Tampoco hay peligro de perder datos pues también permite guardar el programa en una Memory Card tipo Flash-EEPROM.

## 4 -CPU 315

Tiene la misma rapidez que la CPU 314 (1K de instrucciones al bit en 0,3ms.), pero dos veces más de memoria (48 Kbytes), es decir, para más de 16.000 instrucciones.

También contiene una memoria Flash del tipo EPROM que le permite salvaguardar los datos. Además, el reloj está asociado a un acumulador de energía enchufable dotado de una reserva de marcha de 4 semanas en caso de falla de la red.

## 5- CPU 315-2DP

Si configuramos el S7-300 con ésta CPU, es posible extender el autómata a 64 estaciones DP (periferia descentralizada), totalizando más de 1000 entradas/salidas a varios kilómetros de distancia y con puertos abiertos y normalizados.

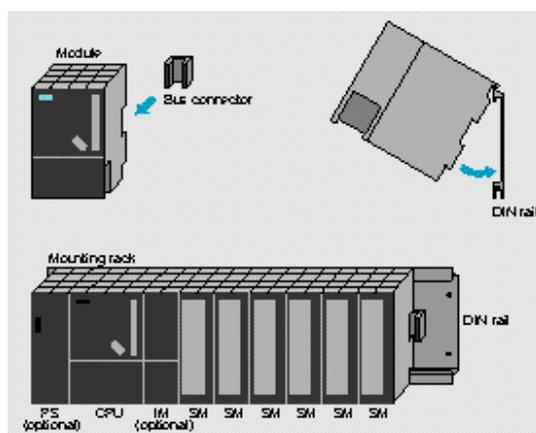
Esta posibilidad que brinda el CPU 315-DP, confiere una flexibilidad total, ya que permite la libertad de direccionamiento de entradas/salidas centralizadas y descentralizadas.

### ***Montaje e Interconexión de los Módulos***

El diseño simple permite que el S7-300 sea flexible y fácil de utilizar.

**Rieles de montaje DIN:** Los módulos son enganchados de la parte superior del riel, ajustándola hasta el tope y luego atornillando arriba y abajo.

En cuanto a la interconexión de módulos se refiere, éstos llevan incorporados el bus posterior (de fondo de panel), lo que significa que no hay mas que enchufar los conectores de bus suministrados en la parte posterior de la carcasa y así, todos los módulos quedarán correctamente interconectados.

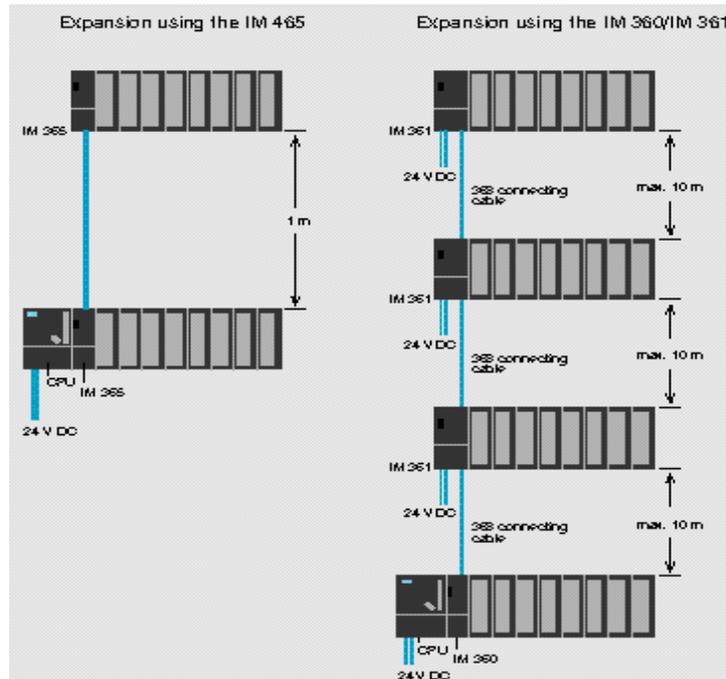


Además, si queremos montar una CPU o cambiar solamente un módulo, oprimiendo un pulsador se suelta el conector frontal, quedando a la vista el esquema de conexiones del módulo; por su parte, los conectores frontales están codificados por lo que resulta imposible enchufarlos accidentalmente en un módulo equivocado (además, el plano de conexiones está situado en la parte interior de la tapa frontal, por lo que siempre estará disponible) y, en posición de montaje, se interrumpe la conexión eléctrica.

Otra ventaja que tiene el S7-300 es el sistema de pre-cableado (llamado SITOP) que se compone solamente de elementos pasivos, tales como conectores frontales, cables planos en vaina redonda, bloques de bornes y además el cableado ya viene preparado. Este sistema permite establecer conexiones a 1, 2 ó 3 hilos con toda facilidad y evitar errores en el cableado.

Es especialmente útil cuando los módulos E/S y los sensores y actuadores conectados se encuentran a una distancia de 30 m. como máximo.

## Prestaciones



Si hablamos de las prestaciones, diremos que la CPU permite montar 256 entradas/salidas digitales en un sólo perfil y, si bien es cierto que en la fila central sólo caben 8 módulos de E/S además de la CPU, pueden emplearse otras cuatro filas de éste tipo: por ejemplo, la CPU 314 permite incorporar hasta 32 módulos, repartidos en cuatro filas.

Para enlazar las distintas filas basta usar los módulos de interconexión, también llamados interfaces (IM).

Estos se encargan por sí solos de comunicar las demás filas, incluso salvando las distancias de hasta 10 m.

Los módulos de interconexión son dos: IM360 e IM361. El IM360 se monta en la fila central y por cada fila adicional se coloca un IM361, respectivamente. Si solo necesita una fila adicional, la pareja de módulos IM365 es la más económica (el primero de ellos se coloca en al fila central y el segundo, en la fila adicional).

- **Pueden ser instalados 32 módulos en 4 racks:** un total de 3 racks de expansión pueden ser conectados al rack central. Ocho módulos pueden ser conectados en cada rack.

- **Módulos de conexión vía interfaces:** cada rack tiene su propio módulo de interfaces. Este es siempre conectado en la ranura adyacente al CPU.
- **Instalación separada:** los racks individuales pueden ser instalados también en forma separada. La distancia máxima entre racks es de 10 metros
- **Distribución versátil:** los racks pueden ser instalados horizontalmente o verticalmente, de manera de obtener la distribución óptima en el espacio del que se dispone.

### ***Tipos de Módulos Disponibles***

Tanto si son analógicas o digitales como si son entradas o salidas, éste autómata trata las señales a medida que se van presentando.

- **Módulos de entradas digitales**

Los módulos de entradas digitales convierten las señales digitales externas del proceso al nivel interno del autómata.

Por ejemplo, si se va a utilizar detectores de proximidad o finales de carreras con una tensión de 24 VDC, se debe elegir el modulo de entrada de 24 V., que le ofrece 16/32 entradas y conecta los sensores con separación galvánica y en grupos de 8 entradas con contacto común.

Para señales de corriente alterna de 120 ó 230 V., existe un módulo de 8 canales que se encarga de traducir las señales para que las pueda leer el autómata.

- **Módulos de salidas digitales**

Los módulos de salidas digitales convierten las señales internas del S7-300 en señales externas adaptadas al proceso.

Por ejemplo, si desea conectar electroválvulas, contactores, pequeños motores, lámparas, etc., entonces necesitará un módulo de éste tipo. En lo que respecta a los actuadores de 24 VDC, como por ejemplo contactores y válvulas, el autómata ofrece varias alternativas como ser: desde módulos de 16/32 canales y 0,5 A. Con separación galvánica hasta módulos de relé de 8 a 16 canales.

- **Módulos de entradas analógicas**

Este convierte las señales analógicas en señales digitales que autómata procesa internamente. Se puede conectar sensores y emisores de señal de tipo tensión o intensidad, resistencia, así como termopares y termo-resistencias y se puede elegir entre módulos que van de los 2 a 8 canales.

- **Módulos de salidas analógicas**

Este módulo convierte las señales digitales del S7-300 en señales analógicas para el proceso. Es una herramienta indispensable para convertidores de frecuencias, regulaciones, etc. Además dispone de 2 ó 4 canales y tiene una resolución de 4 bits, con posibilidad de configuración para señales tipo tensión o corriente.

- **Módulos económicos**

Este módulo es especial cuando el factor económico es fundamental. Tiene una resolución de 8 bits, convierte señales analógicas en digitales y viceversa, y está dotado de 4 entradas y 2 salidas.

- **Módulos de función para tareas especiales**

Son módulos de contaje rápido que superan el ámbito de los 100 KHz y son idóneos para medir frecuencias, procesar los valores medidos, medir revoluciones o longitudes, así como para realizar tareas de posicionamiento.

Se ofrecen diversos módulos de posicionamiento para controlar tareas de posicionamiento, motores paso a paso, así como para simular controladores de levas y accionamiento de 2 marchas (lenta/rápida).

- **Módulo de simulación**

Este módulo se utiliza para comprobar el programa de aplicación antes de poner el sistema en marcha, o durante su funcionamiento. Este módulo permite simular señales de sensores mediante interruptores y averiguar los estados de señal de las salidas por medio de indicadores LED. Se monta en lugar de un módulo de E/S digitales.

- **Módulo de suministro de energía**

Este módulo es la fuente de alimentación del autómeta que transforma la tensión externa de suministro en la tensión operativa interna. Las tensiones de alimentación posibles para el S7-300 son: 24 VCC, 115 VCA o 230 VCA.

- **Módulos de interconexión o interface**

Estos módulos permiten la comunicación entre los distintos racks. Se encuentran IM360, IM361, IM 365.

### ***Prestaciones Especiales del P.L.C.***

El PLC ofrece otras prestaciones de hardware y software que aumentan su flexibilidad.

A continuación se describen algunas de estas prestaciones:

- **Contadores de alta velocidad**: Diseñados para contar a mayor velocidad que el autómeta programable, son capaces de detectar eventos, pudiendo contar tres trenes de impulsos simultáneamente y cambiar el sentido de cómputo.
- **Protección con contraseña**: Permitiendo el usuario definir su propia contraseña se puede prevenir el acceso no autorizado a las funciones y a la memoria del autómeta programable.
- **Función de forzado**: Forzar entradas y salidas aunque no estén presentes en el programa; puede utilizarse en modo RUN o STOP.
- **Modo Freeport**: El usuario puede definir desde el esquema de contactos los parámetros para las interfaces de comunicación, lo que permite ampliar las posibilidades de conexión con otras unidades inteligentes, tales como impresoras, lectores de códigos de barras, balanzas, etc.
- **Marcas especiales**: Se trata de bits de datos internos que ejecutan funciones de estado y control entre el sistema y el programa.

- Direccionamiento simbólico: Permite utilizar en el programa un nombre simbólico asignado a un punto de E/S como operando.
- Libre mantenimiento: El condensador de alto rendimiento hace superfluo el uso de pilas para respaldar los datos en la memoria.

### **APLICACIONES DEL S7-300**

Las áreas de aplicación del SIMATIC S7-300 incluyen:

- Sistemas de transporte: Gracias a su sencillez, permite programar y monitorear rápidamente aplicaciones como por ejemplo cintas transportadoras. La programación basada en "arrastrar y soltar" ayuda a configurar lógica de marcha/paro para motores con mando por pulsador y permite asimismo seleccionar contadores para supervisar el número de piezas producidas.
- Controles de entrada y salida: Gracias a su diseño compacto, permite además una integración fácil en dispositivos de espacio reducido, como por ejemplo en barreras de aparcamientos o entradas. Como por ejemplo se puede detectar un vehículo tanto a la entrada como a la salida, abriendo o cerrando la barrera automáticamente. La cantidad de vehículos estacionados resulta fácil de comprobar programando simplemente un contador.
- Sistemas de elevación: El potente juego de instrucciones de un PLC, permite que controle una gran variedad de sistemas de elevación de material. La vigilancia de secuencias de control (arriba/abajo) así como la capacidad de tomar decisiones eficientes en cuanto a tareas de control complejas son algunas de las tareas asistidas por todas las instrucciones residentes en el PLC.
- Otras aplicaciones: Además de los ejemplos representado arriba, cabe considerar algunas de tantas otras tareas de automatización, para las que este PLC constituye la solución ideal:
  - Líneas de ensamblaje
  - Sistemas de embalaje
  - Máquinas expendedoras
  - Controles de bombas
  - Mezclador
  - Equipos de tratamiento y manipulación de material

- Maquinaria para trabajar madera
- Paletizadoras
- Máquinas textiles
- Máquinas herramientas

## **COMUNICACIÓN**

El SIMATIC S7-300 tiene diferentes interfaces de comunicación:

- Procesadores de comunicación CP 343-5, CP 343-1 y CP 343 TCP para conexión al PROFIBUS y sistemas bus de Ethernet Industrial.
- Procesador de comunicaciones CP 340 para conexión a sistemas punto a punto.
- La interface multipunto (MPI) está integrada al CPU; para conexión simultánea de los mandos de programación, PC, sistemas MMI y sistemas de automatización SIMATIC S7, M7 o C7.

## **MECANISMOS DE COMUNICACIÓN**

El SIMATIC S7-300 tiene varios mecanismos de comunicación:

- Intercambio cíclico del conjunto de datos entre redes de CPU mediante la comunicación global de datos
- Comunicación de resultados transmitidos por las redes utilizando bloques de comunicación.

Mediante el servicio de comunicación global de datos, las redes de CPU pueden intercambiar datos cíclicamente con cada una de las otras unidades centrales de procesamiento. Esto permite a uno CPU acceder a la memoria de datos de otra CPU. La comunicación global de datos solo puede ser enviada vía interfaces multipunto (MPI).

## **FUNCIONES DE COMUNICACIÓN**

El PLC, al ser un elemento destinado a la Automatización y Control y teniendo como objetivos principales el aumento de la Productividad o Cadencia y la disminución

de los Tiempos Ciclos, no puede o mejor dicho no es un simple ejecutador de datos almacenados en su memoria para transmitir directivas a sus dispositivos que controla.

Es decir, debe ser un elemento que en cualquier momento sea capaz de cambiar la tarea que realiza con simples cambios en su programación, ésta tarea sería imposible sin la ayuda de otros dispositivos tales como PCs, programadoras o paneles de control, dispositivos de campo, PLCs, etc.

Por lo tanto necesitamos COMUNICAR al PLC. Estos conceptos no son otros en los que se basa la Fabricación Flexible, y una comunicación eficiente depende esencialmente de la red en la que se encuentra trabajando el PLC. No solamente el PLC sino también los computadores industriales, unidades de programación, etc., que una vez conectados todos a la red, desde cualquier punto es posible acceder a cada uno de los componentes.

En particular el S7-300 de Siemens viene dotado con 3 interfaces para trabajar en equipo o red, ellos son:

- **El M.P.I. (Interface Multi-Punto)**
- **El P.P.I. (Interface Punto por Punto)**
- **El Profibus-DP**

Existen además a nivel industrial otras redes tales como la Profibus-FMS, Industrial Ethernet, etc., pero no intervendrán en nuestro trabajo a pesar de que también puede ser conectado a cualquiera de ellas.

### ***INTERFACE PUNTO POR PUNTO (P.P.I)***

Esta interface permite la comunicación de nuestro dispositivo con otros tales como módems, scanners, impresoras, etc., situados a una cierta distancia del PLC. En la parte frontal del módulo de la CPU posee fichas DB 9 o DB 25 para la comunicación serial vía RS 232 y RS 485.

La conexión Punto a Punto puede ser establecida económicamente y convenientemente por medio del procesador de comunicaciones CP 340. Hay varios protocolos disponibles por debajo de las tres interfaces de conexión:

- 20 mA (TTY)
- RS 232 C/V.24
- RS 422 / RS485

Los siguientes dispositivos pueden ser conectados:

- Controladores programables SIMATIC S7 y SIMATIC S5
- Impresoras
- Robots controladores
- Módems
- Scanners, lectores de códigos de barras, etc.

### ***INTERFACE MULTIPUNTO (M.P.I.)***

Todas las CPU (312, 313, 314, 315 y 315 -2DP) lo incorporan desde fábrica. Con éste puerto se puede comunicar fácilmente a distancias reducidas sin requerir módulos adicionales, por ejemplo hacia equipos de M+V (manejo + visualización), unidades de programación y otros autómatas S7-300 o S7- 400 para probar programas o consultar valores de estado.

Se pueden enviar datos a 4 distintos aparatos al mismo tiempo y utilizando siempre el mismo puerto a una velocidad de 187,5 Kbits/s ó 187,5 Kbaudios. Para pequeñas redes de comunicación o pequeños volúmenes de datos la CPU ofrece el servicio de Datos Globales, que permite intercambiar cíclicamente cantidades de datos en paquetes de hasta 22 bytes como máximo.

Distancia máxima entre dos estaciones o nudos de red de MPI adyacentes: 50 metros (sin repetidores); 1100 metros (con dos repetidores); 9100 metros (con más de 10 repetidores en serie); por encima de los 500 Km. (cable de fibra óptica, con módulos de conexión ópticas)

Capacidad de expansión: los componentes comprobadores de campo son usados para configurar la comunicación de interface multipunto: cables LAN, conectores LAN y repetidores RS485, desde el PROFIBUS y la línea de productos de entradas/salidas distribuidas.

Estos componentes permiten una óptima utilización de la configuración.

## **PROFIBUS DP**

Esta interface de comunicación es usada para gran capacidad de transmisión de datos, llamada Simatic Net o Sinec L2 de Siemens. El S7 300 mantiene una relación muy estrecha con él. Un módulo de comunicación permite conectarlo al Sinec L2 para comunicarse con otros autómatas Simatic y dispositivos de campo. La CPU 315-2DP ya la trae integrada. De éste modo, el autómata se adapta armoniosamente en arquitecturas descentralizadas que integran componentes de automatización y dispositivos de campo. El PLC puede desenvolverse aquí como maestro – esclavo, además también se dispone de los prácticos servicios de comunicación llamados Datos Globales.

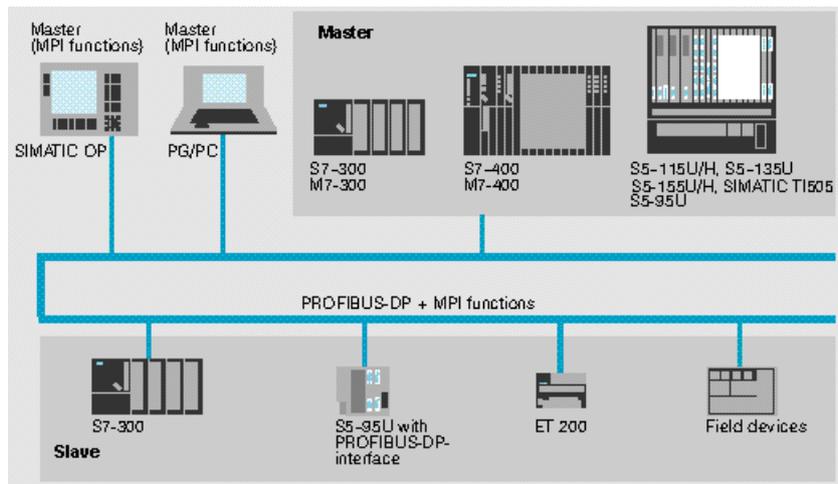
Para entablar comunicación se utilizan cables LAN, conectores LAN, repetidores, etc.

Digamos entonces que es una red suplementaria que ofrece un gran rendimiento, arquitectura abierta o descentralizada y gran robustez o confiabilidad.

Existe además la gran ventaja del Manejo + Visualización (paneles de operador, llamados Coros) que permite tanto en ésta interface como en las otras de la búsqueda de errores a partir de cualquier dispositivo y así por ejemplo generar una base de datos con los errores (hora y tipo) que puedan existir.

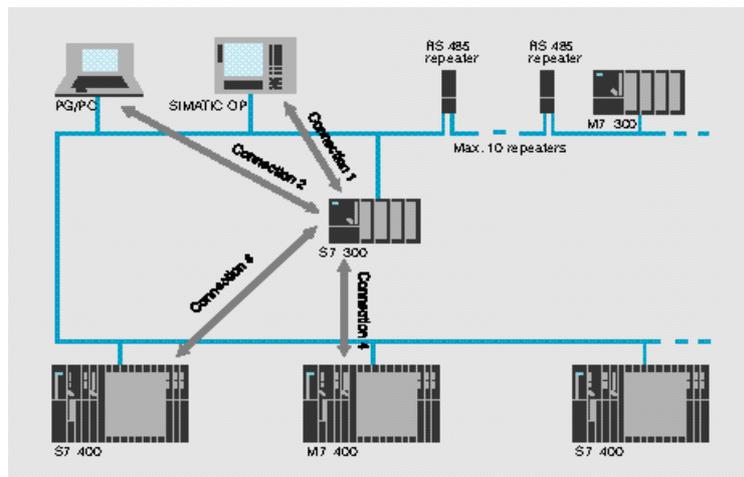
Los siguientes dispositivos pueden ser conectados como maestros:

- SIMATIC S7-300 (vía CPU 315-2DP o CP 342-5DP)
- SIMATIC S7-400 (vía CPU 41-2)
- SIMATIC S5-115U-H, S5-135U, S5-155UH, S5 95U con interface de PROFIBUS, SIMATIC TI505
- Dispositivos programables y PCs con STEP7 (solo con CPU 41-2 y CPU 315-2)
- Paneles del operador (OP).



Los siguientes dispositivos pueden conectarse como esclavo:

- ET 200U/B/C/L/M con dispositivos de entrada y salida distribuida.
- S7-300 vía CP342-5
- CPI 315-2 DP



## PROTOCOLO MODBUS

El protocolo MODBUS define una estructura de mensajes que puede ser reconocida por diferentes dispositivos independientemente del tipo de red de comunicaciones utilizada. El protocolo describe el proceso para acceder a información de un dispositivo, cómo debe responder éste, y como se notifican las situaciones de error. El protocolo MODBUS define una red digital de comunicaciones con un solo *master* y uno o más dispositivos *slave*.

### MODO DE TRANSMISIÓN

El modo de transmisión es la estructura de las unidades de información contenidas en un mensaje. El protocolo MODBUS define dos modos de transmisión: ASCII (American Standard Code for Information Interchange) y RTU (Remote Terminal Unit). En una red de dispositivos conectados mediante el protocolo MODBUS **NO** se pueden compartir dispositivos utilizando diferentes modos de transmisión.

### ESTRUCTURA DEL MENSAJE

Un mensaje consiste en una secuencia de caracteres que puedan ser interpretados por el receptor. Esta secuencia de caracteres define la trama.

Para sincronizar la trama, los dispositivos receptores monitorizan el intervalo de tiempo transcurrido entre caracteres recibidos. Si se detecta un intervalo mayor que tres veces y medio el tiempo necesario para transmitir un carácter, el dispositivo receptor ignora la trama y asume que el siguiente carácter que recibirá será una dirección.

<b>3,5T</b>	<b>DIRECCIÓN</b>	<b>FUNCIÓN</b>	<b>DATOS</b>	<b>CRC</b>	<b>3,5T</b>
3,5 bytes	1 byte	1 byte	N bytes	2 bytes	3,5 Bytes

#### ***Dirección***

El campo dirección es el primero de la trama después del tiempo de sincronización. Indica el dispositivo al que va dirigido el mensaje.

Cada dispositivo de la red debe tener asignada una dirección única, diferente de cero. Igualmente, cuando un dispositivo responde a un mensaje, debe enviar en primer lugar su dirección para que el master reconozca la procedencia del mensaje.

MODBUS permite enviar mensajes a todos los dispositivos a la vez utilizando para ello la dirección cero.

### ***Función***

El campo función indica al dispositivo direccionado qué tipo de función ha de realizar.

Algunas de las funciones más importantes son las siguientes:

FUNCION	DIRECC. BASE	ESPACIO	DESCRIPCION	OBSERV.
01	1 a 256	1 byte	Lectura registro salidas digitales	
02	10001 ....	1 byte	Lectura ENTRADAS DIGITALES	DI
03	40001....	2 byte	Lectura registro Mantenimiento	
04	30001....	2 byte	Lectura registro ANALOGICOS	AI
05	1 A 256	1 byte	Escritura SALIDAS DIGITALES	DO
06	40001...	2 byte	Escritura Registro ANALOGICO	AO

### ***Datos***

El campo datos contiene la información necesaria para que los dispositivos puedan ejecutar las funciones solicitadas, o la información enviada por los dispositivos al master como respuesta a una función.

### ***Chequeo de Redundancia Cíclica CRC***

El campo CRC es el último de la trama y permite al master y a los dispositivos detectar errores de transmisión. Ocasionalmente, debido a ruido eléctrico o a interferencias de otra naturaleza, se puede producir alguna modificación en el mensaje mientras se está transmitiendo. El control de errores por medio de CRC asegura que los dispositivos receptores o el master no efectuaran acciones incorrectas debido a una modificación accidental del mensaje.

Para el cálculo de CRC no se consideran los bits de stop ni de paridad. Sólo los de datos. La secuencia para el cálculo de CRC se describe a continuación:

1. Cargar un registro de 16 bits a 1's.
2. Efectuar un OR exclusivo de los primeros 8 bits recibidos con el byte alto del registro, guardando el resultado en el registro.
3. Desplazar el registro un bit a la derecha.
4. a) Si el bit desplazado es un 1, efectuar un OR exclusivo del valor 1010 0000 0000 0001 con el contenido del registro y guardarlo en el registro.  
b) Si el bit desplazado es un 0, volver al paso 3.
5. Repetir los pasos 3 y 4 hasta haber efectuado 8 desplazamientos de bit.
6. Efectuar un OR exclusivo del siguiente byte de la trama con el registro de 16 bits.
7. Repetir los pasos 3 al 6 hasta que se hayan procesado todos los bytes de la trama.
8. El contenido del registro de 16 bits es el CRC, que se añade al mensaje con el bit más significativo primero.

## DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES

### **Leer N bits**

Esta función permite al usuario obtener los valores lógicos (ON/OFF) de los bits del dispositivo direccionado. Los datos de respuesta van empaquetados en bytes de manera que el primer bit solicitado ocupa el bit de menos peso del primer byte de datos. Los siguientes van a continuación de manera que si no son un número múltiplo de 8, el último byte se completa con ceros.

Trama master-dispositivo:

Dirección del dispositivo	Código de Función (01 o 02)	Dirección del primer bit		Número de bits a leer ( máx 255)		CRC	
1 byte	1 byte	MSB	LSB	MSB	LSB	MSB	LSB

Trama dispositivo-master:

Dirección del dispositivo	Código de Función	Número de bytes leídos	Primer byte de datos	.....	Último byte de datos	CRC	
1 byte	1 byte	1 byte	1 byte	.....	1 byte	MSB	LSB

## Leer N Registros

Esta función permite al usuario obtener los valores de los registros del dispositivo direccionado. Estos registros almacenan los valores numéricos de los parámetros y variables del indicador. El tamaño del campo de datos para cada registro puede ser 2 o 4 bytes según el valor máximo que pueda tomar el parámetro solicitado. Los datos correspondientes a direcciones de registros no accesibles se asignan a un valor de 2 bytes a 0 (00 00).

Trama master-dispositivo:

Dirección del dispositivo	Código de Función (03 o 04)	Dirección del primer registro		Número de registros a leer (máx 51)		CRC	
1 byte	1 byte	MSB	LSB	MSB	LSB	MSB	LSB

Trama dispositivo-master:

Dirección del dispositivo	Código de Función	Número de bytes leídos	Valor del primer word del registro		Valor del segundo word del registro (si es de 2 words)		...	Valor de último registro		CRC	
1 byte	1 byte	1 byte	MSB	LSB	MSB	LSB	...	MSB	LSB	MSB	LSB

## Asignar un bit

Esta función permite al usuario asignar los valores lógicos (ON/OFF) de los bits del dispositivo direccionado. Para desactivar el bit se debe enviar 00h, y para activarlo se debe enviar 01h o FFh. Éste valor se debe escribir en el **byte más significativo**.

Trama master-dispositivo:

Dirección del dispositivo	Código de Función (05)	Dirección del bit		Valor del bit		CRC	
1 byte	1 byte	MSB	LSB	MSB	LSB	MSB	LSB

Trama dispositivo-master:

Dirección del dispositivo	Código de Función (05)	Dirección del bit		Valor del bit		CRC	
1 byte	1 byte	MSB	LSB	MSB	LSB	MSB	LSB

### **Asignar un registro**

Esta función permite al usuario modificar el contenido de los parámetros del dispositivo direccionado.

Trama master-dispositivo:

Dirección del dispositivo	Código de Función (06)	Dirección del registro		Valor del registro		CRC	
1 byte	1 byte	MSB	LSB	MSB	LSB	MSB	LSB

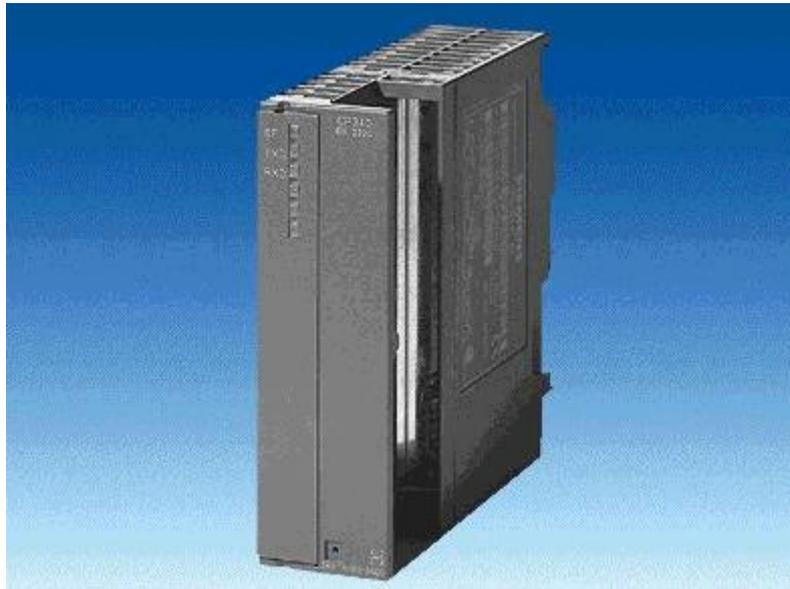
Trama dispositivo-master:

Dirección del dispositivo	Código de Función (06)	Dirección del registro		Valor del registro		CRC	
1 byte	1 byte	MSB	LSB	MSB	LSB	MSB	LSB

### **CÓDIGOS DE ERROR**

Comúnmente, los errores que aparecen durante las operaciones de acceso y programación de dispositivos tienen relación con datos no válidos en la trama. Cuando un dispositivo detecta un error de esta naturaleza, la respuesta al master consiste en la dirección del dispositivo, el código de la función, el código de error y el CRC. Para indicar que la respuesta es una notificación de error, el bit de más peso del código de la función está activado a 1.

**CP 341**  
**ACOPLAMIENTO PUNTO A PUNTO**  
**CONFIGURACIÓN Y PARAMETRIZACIÓN**



**APLICACIONES DEL CP 341**

El procesador de comunicaciones CP 341 permite el intercambio de datos entre sus autómatas o PC y otros mediante un acoplamiento punto a punto.

**Funcionalidad del CP 341**

El procesador de comunicaciones CP 341 realiza las siguientes funciones:

- Velocidad de transmisión hasta 76,8 Kbaudios semidúplex
- Integración de los principales protocolos de transmisión en el firmware de los módulos:
  - Procedimiento 3964(R)
  - Protocolo para mainframe RK 512
  - Driver ASCII
- Carga posterior de nuevos drivers (protocolos de transmisión) con la interfaz de parametrización CP 341: Parametrizar acoplamiento punto a punto
- Adaptación de los protocolos de transmisión mediante parametrización con la interfaz de parametrización CP 341: Parametrizar acoplamiento punto a punto
- Interfaz serie integrada:

Se dispone de tres variantes de módulo, con diferente interfaz, para adaptarse a la física del interlocutor (Tabla 1-1).

Tabla 1. Módulos posibles del CP 341

Módulo	Referencia	Interfaz integrada
CP 341-RS 232C	6ES7 341-1AH01-0AE0	Interfaz RS 232C
CP 341-20mA TTY	6ES7 341-1BH01-0AE0	Interfaz 20-mA-TTY
CP 341-RS 422/485	6ES7 341-1CH01-0AE0	Interfaz X27 (RS 422/485)

### Funciones de las distintas variantes de módulo

Dependiendo de la variante de módulo utilizada del CP 341 pueden emplearse diferentes funciones de los drivers:

Tabla 2. Funciones de las variantes de módulos del CP 341

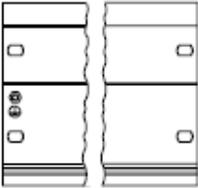
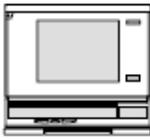
Función	CP 341- RS 232C	CP 341- 20mA TTY	CP 341-RS 422/485	
			RS 422*	RS 485*
<b>Drivers ASCII:</b>	sí	sí	sí	sí
• Uso de las señales cualificadoras del RS 232C	sí	no	no	no
• Control/lectura de las señales cualificadoras del RS 232C con módulos de función (FBs)	sí	no	no	no
• Control de flujo con RTS/CTS	sí	no	no	no
• Control de flujo con XON/XOFF	sí	sí	sí	no
Procedimiento 3964(R)	sí	sí	sí	no
Protocolo para mainframe RK 512	sí	sí	sí	no

\* La diferenciación entre RS 422 y RS 485 se consigue mediante parametrización.

### COMPONENTES PARA UN ACOPLAMIENTO PUNTO A PUNTO CON EL CP 341

Para establecer un acoplamiento punto a punto entre un procesador de comunicaciones CP 341 y un interlocutor se requieren determinados componentes de hardware y software.

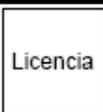
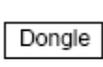
Tabla 3. Componentes de hardware para un acoplamiento punto a punto con el CP 341

Componente	Función	Representación
Bastidor	... establece las conexiones mecánicas y eléctricas de S7-300.	
Fuente de alimentación (PS)	... convierte la tensión de red (120/230 V AC) en la tensión de servicio de 24 V CC necesaria para la alimentación del S7-300.	
Módulo central (CPU) Accesorios: Memory Card Pila tampón	... ejecuta el programa de usuario; se comunica con otros CPUs o con una unidad de programación a través de la interfaz MPI.	
Procesador de comunicaciones CP 341	... se comunica a través de la interfaz con un interlocutor.	
Cable de conexión estándar	... conecta el procesador de comunicaciones CP 341 con el interlocutor.	
Cable PG	... conecta una CPU con un PG/PC.	
Unidad de programación (PG) o PC	... se comunica con la CPU de S7-300.	

## Componentes de software

En la siguiente tabla encontrará los componentes de software necesarios para un acoplamiento punto a punto con el CP 341.

Tabla 4. Componentes de software para un acoplamiento punto a punto con el CP 341

Componente	Función	Representación
Paquete de software STEP 7	... configura, parametriza, programa y realiza la comprobación de los S7-300.	 + 
Interfaz de parametrización CP 341: <i>Parametrizar acoplamiento punto a punto</i>	... parametriza la interfaz del CP 341.	
Bloques de función (FB) con ejemplo de programación	... controlan la comunicación entre la CPU y el CP 341.	
Drivers cargables	... con protocolos de transmisión que pueden cargarse en el firmware de los módulos del CP 341 además de los protocolos estándar.	 + 

## CONFIGURACIÓN DEL CP 341

### Disposición de los elementos del módulo

La figura 1 muestra la disposición de los elementos del módulo situados en el panel frontal del procesador de comunicaciones CP 341.

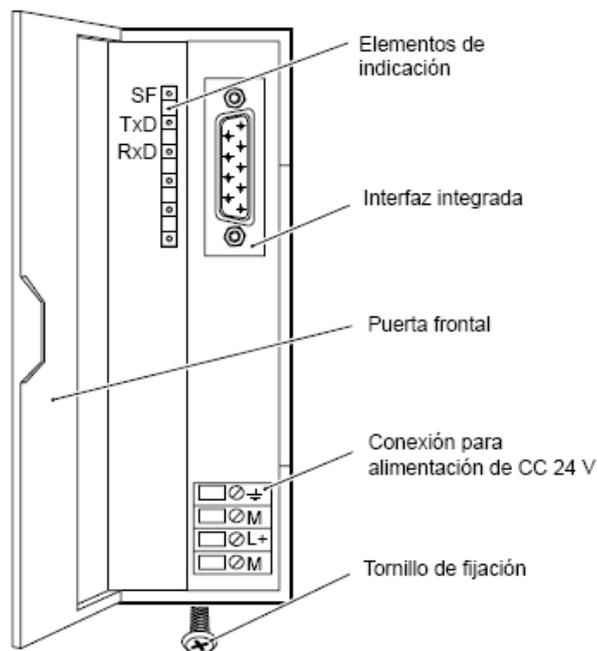


Figura 1. Disposición de los elementos del módulo en el procesador de comunicaciones CP 341

## LEDs de señalización

En el panel frontal del CP 341 están integrados los siguientes LEDs de señalización:

- **SF** (rojo)      LED de fallo
- **TxD** (verde)    Interfaz enviando
- **RxD** (verde)    Interfaz recibiendo

## Interfaz integrada

Existen tres versiones de CP 341 con diferente interfaz:

- RS 232C
- X27 (RS 422/485)
- 20-mA-TTY

## Conector de bus de fondo para S7

El CP 341 se suministra con un conector de bus. Al efectuar el montaje, el conector de bus se enchufa en el conector de fondo del CP 341. El bus de fondo del S7-300 se conduce a través del conector de bus.

El bus de fondo S7-300 es el bus de datos serie a través del cual el CP 341 se comunica con los módulos del autómata.



Figura 2. Conector de bus

## PROPIEDADES DE LA INTERFAZ SERIE

### Interfaz X27 (RS 422/485) del CP 341-RS 422/485

#### Definición

La interfaz X27 (RS 422/485) es una interfaz diferencial cuya función es la transmisión serie de datos de acuerdo con la norma X27.

#### Características

La interfaz X27 (RS 422/485) responde a las siguientes características y cumple las siguientes exigencias:

- Tipo: interfaz diferencial
- Conector frontal: hembra sub D de 15 polos con fijación por tornillo
- Señales RS 422: TXD (A), RXD (A), TXD (B), RXD (B), GND; todas con aislamiento de potencial respecto a la alimentación interna de S7
- Señales RS 485: R/T (A), R/T (B), GND; todas con aislamiento de potencial respecto a la alimentación interna de S7 (bus de fondo S7-300) y a la alimentación externa de CC 24V
- Velocidad máx. de transmisión: 76,8 Kbaudios
- Longitud máx. de línea: 250 m a 76,8 Kbaudios, 500 m a 38,4 Kbaudios 1200 m a 9,2 Kbaudios
- Norma: DIN 66259 sección 1 y 3, EIA-RS 422/485, CCITT V.11

## PRINCIPIOS DE LA TRANSMISIÓN SERIE DE DATOS

### TRANSMISIÓN SERIE DE UN CARÁCTER

Existen varias posibilidades de interconexión en red para el intercambio de datos entre dos o más interlocutores. El acoplamiento punto a punto entre dos interlocutores es el método más sencillo de intercambio de información.

## **Acoplamiento punto a punto**

Dentro del acoplamiento punto a punto, el procesador de comunicaciones CP 341 es la interfaz entre un autómata programable y un interlocutor. En el acoplamiento punto a punto la transmisión de los datos se produce serialmente con el CP 341.

## **Transmisión serie de datos**

En la transmisión serie de datos, cada uno de los bits que componen cada byte de la información a transmitir se envía uno tras otro en un orden determinado.

## **Drivers para intercambio de datos bidireccional**

El CP 341 se encarga de la gestión automática de la transmisión de datos con el interlocutor a través del puerto serie. Para ello, el CP 341 cuenta con tres drivers diferentes.

### **Intercambio de datos bidireccional:**

- Driver ASCII
- Procedimiento 3964(R)
- Protocolo para mainframe RK 512

El CP 341 desarrolla la transmisión de datos a través del puerto serie en función de la interfaz y de los drivers seleccionados.

### **Intercambio de datos bidireccional - Modos de operación**

En el intercambio de datos bidireccional en el CP 341 se distinguen dos modos de operación:

- **Modo semidúplex** (procedimiento 3964(R), driver ASCII, RK 512)

Los datos se transmiten alternativamente en ambos sentidos entre los interlocutores.

Modo semidúplex significa que en cada momento sólo se puede o bien transmitir o bien enviar. La excepción pueden ser determinados caracteres de control

del flujo de datos (p. ej. XON/XOFF), que también pueden ser recibidos/enviados tanto durante el modo de transmisión como durante la recepción.

- **Modo dúplex** (driver ASCII)

Los datos se intercambian simultáneamente entre los interlocutores, por lo que es posible transmitir y recibir al mismo tiempo. Cada uno de los interlocutores debe ser capaz de controlar simultáneamente una dirección de envío y otra de recepción.

En el submódulo interfaz X27 (RS 422/485) con la parametrización RS 485 (2 hilos) sólo es posible trabajar en modo semidúplex.

### **Transmisión asíncrona de datos**

En el CP 341 la transmisión serie de datos es asíncrona. La llamada sincronización con el modelo temporal (modelo temporal fijo para la transmisión de una secuencia de caracteres determinada) sólo se cumple durante la transmisión de un carácter. Cada uno de los caracteres que debe transmitirse va precedido de un impulso de sincronización, también llamado bit de arranque. El final de la transferencia de datos está determinado por el bit de parada.

### **Convenciones**

Además de los bits de arranque y de parada, para el proceso de transmisión serie de datos son necesarias otras convenciones entre ambos interlocutores, a saber:

- la velocidad de transmisión
- el tiempo de retardo de caracteres y de acuse
- la paridad
- el número de bits de datos y
- el número de bits de parada

### **Trama de caracteres**

Los datos que se intercambian entre el CP 341 y un interlocutor a través de la interfaz serie se transmiten en forma de una trama de caracteres. Cada trama de caracteres puede tener tres formatos de datos. Puede configurar el formato deseado

para la transmisión de los datos con la interfaz de parametrización CP341:  
*Parametrizar acoplamiento punto a punto.*

En la figura siguiente se muestran a título de ejemplo los tres formatos de datos de la trama de caracteres de 10 bits.

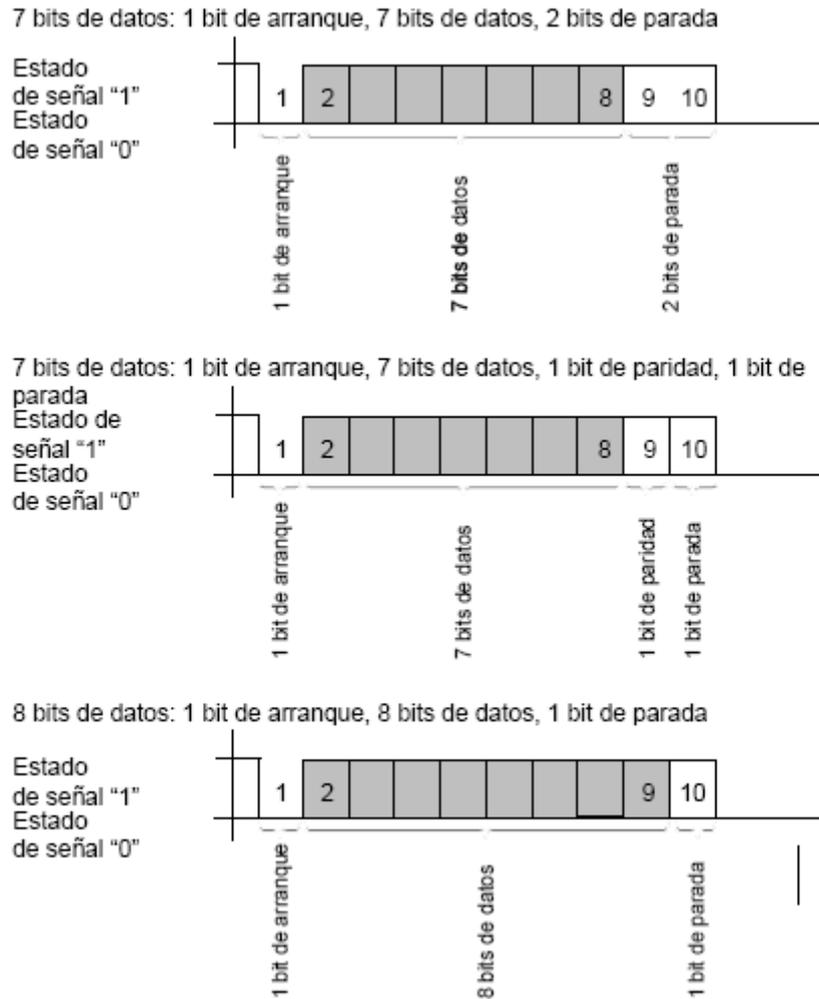


Figura 3. Trama de caracteres de 10 bits

### Tiempo de retardo de caracteres

En la siguiente figura se representa el intervalo máximo de tiempo entre dos caracteres recibidos dentro de un telegrama = tiempo de retardo de caracter.

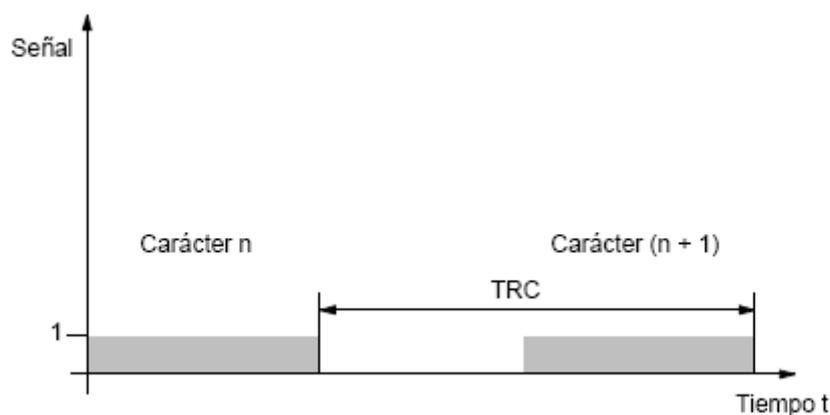


Figura 4. Tiempo de retardo de caracteres

## PROCESO DE TRANSMISIÓN EN EL ACOPLAMIENTO PUNTO A PUNTO

En el proceso de transmisión de datos es necesario que todos los interlocutores se atengan a determinadas normas para la gestión y ejecución del intercambio de datos. ISO ha fijado un modelo de 7 niveles que está reconocido como la base de una normativa mundial de protocolos de transmisión.

## MODELO DE REFERENCIA ISO DE 7 NIVELES PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS PROTOCOLO

Todos los interlocutores implicados en el proceso de transmisión de datos deben atenerse a determinadas normas para la gestión y ejecución del intercambio de datos. Dichas normas se conocen por el nombre de protocolos. Cada protocolo determina:

- **El modo de operación**

Modo semidúplex, modo dúplex

- **La iniciativa**

Convenciones sobre qué interlocutor y en qué condiciones puede tomar la iniciativa de la transmisión de datos.

- **Caracteres de control**

Definición de los caracteres de control utilizados en la transmisión de datos

- **Trama de caracteres**

Fijación de la trama de caracteres que se utiliza para la transmisión de datos.

- **Protección de los datos**

Definición del procedimiento de protección de datos

- **Tiempo de retardo de caracteres**

Definición del tiempo en el que debe llegar un carácter que se recibe.

- **Velocidad de transmisión**

Definición de la velocidad de transferencia en bit/s

## **Procedimiento**

El proceso que tiene lugar durante una transmisión de datos se denomina procedimiento.

## **Modelo de referencia ISO de 7 niveles**

El modelo de referencia define el comportamiento externo de los interlocutores. Cada nivel del protocolo se empaqueta en el siguiente nivel inferior, con la excepción del nivel inferior.

Cada uno de los niveles están definidos de la siguiente manera:

### **1. Nivel de transmisión de bits**

- Requisitos físicos para la transmisión de datos, como p. ej. medio de transmisión, velocidad de transferencia

### **2. Nivel de seguridad**

- Procedimiento para proteger la transmisión de datos
- Procedimiento de acceso

### **3. Nivel de comunicación**

- Definición de las vías de comunicación
- y direccionamiento para la transmisión de datos entre dos interlocutores

### **4. Nivel de transporte**

- Procedimiento de detección de fallos
- Medidas de corrección
- Procedimiento handshake

### **5. Nivel de control de la comunicación**

- Establecimiento de la transmisión de datos
- Ejecución
- Fin de la transmisión de datos

## **6. Nivel de representación**

- Conversión del modo de representación normalizado del sistema de comunicación a una forma específica para la unidad (normas de interpretación de los datos)

## **7. Nivel de procesamiento**

- Definición de las tareas de comunicación y de las funciones necesarias para su ejecución

## **Procesamiento de los protocolos**

El interlocutor emisor recorre los protocolos desde el nivel superior (nº 7, orientado a la aplicación) hasta el inferior (nº 1 determinación física), mientras que el interlocutor receptor procesa los protocolos en orden ascendente desde el nivel 1.

No todos los protocolos deben considerar los 7 niveles. Si ambos interlocutores, emisor y receptor, hablan el mismo lenguaje, el nivel 6 desaparece.

## **Seguridad de transmisión**

La seguridad de transmisión es muy importante en el proceso de transferencia de datos y para la selección del procedimiento de transmisión. Por norma general puede decirse que cuantos más niveles del modelo de referencia se ejecuten, mayor será la seguridad de transmisión.

## **Clasificación de los protocolos existentes**

El CP 341 domina los siguientes protocolos:

- Procedimiento 3964(R)
- Protocolo para mainframe RK 512
- Driver ASCII

La clasificación de los protocolos existentes del CP 341 en el modelo de referencia puede consultarse en la siguiente figura:

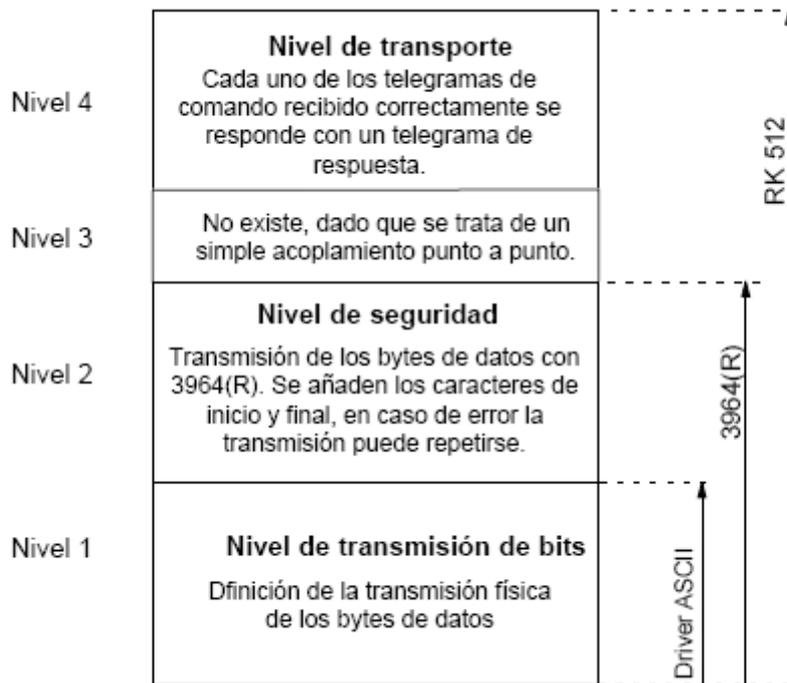


Figura 5. Clasificación de los protocolos existentes del CP 341 en el modelo de referencia

## TRANSMISIÓN DE DATOS CON EL PROTOCOLO PARA MAINFRAME RK 512

El protocolo para mainframe RK 512 controla la transmisión de datos en un acoplamiento punto a punto entre el CP 341 y un interlocutor.

El protocolo para mainframe RK 512 contiene además del nivel de transmisión de bits (nivel 1) y del nivel de seguridad (nivel 2) el nivel de transporte (nivel 4). El protocolo para mainframe RK 512 ofrece además una mayor protección de los datos y posibilidades de direccionamiento mejoradas.

### Telegrama de respuesta

El protocolo para mainframe RK 512 responde cada telegrama de comando recibido correctamente con un telegrama de respuesta a la CPU (nivel de transporte). De ese modo el remitente puede comprobar si sus datos han llegado correctamente a la CPU o bien si los datos solicitados están disponibles en la misma.

### Telegrama de comando

Los telegramas de comando pueden ser telegramas SEND o telegramas FETCH.

## **Telegrama SEND**

En un telegrama SEND el CP 341 envía un telegrama de comando con datos útiles, y el interlocutor responde con un telegrama de respuesta sin datos útiles.

## **Telegrama FETCH**

En un telegrama FETCH el CP 341 envía un telegrama de comando sin datos útiles, y el interlocutor responde con un telegrama de respuesta con datos útiles.

## **Telegrama de continuación**

Si la cantidad de datos sobrepasa 128 bytes, en el caso de telegramas SEND y FETCH se envían automáticamente telegramas de continuación.

## **Encabezado de telegrama**

Cada telegrama del RK 512 comienza con un encabezado. Éste puede contener datos identificadores del telegrama, información sobre el destino y el origen de los datos y un número de error.

## **Estructura del encabezado de telegrama**

En la siguiente tabla puede verse la estructura del encabezado del telegrama de comando.

Tabla 5. Estructura del encabezado del telegrama de comando (RK 512)

byte	Significado
1	El identificador de telegrama en telegramas de comando (00H), en telegramas de comando de continuación (FFH)
2	Identificador de telegrama (00H)
3	'A' (41H) para petición SEND con DB de destino o 'O' (4FH) para petición SEND con DX de destino o 'E' (45H) para petición FETCH
4	los datos a transmitir están formados por (en caso de envío sólo es posible 'D'): 'D' (44H) =bloque de datos 'X' (58H)=bloque de datos ampliado 'E' (45H) =bytes de entrada 'A' (41H) = bytes de salida 'M' (4DH) =bytes de marca 'T' (54H) = células de tiempo 'Z' (5AH) =células de temporizador
5	Destino de datos con petición SEND, o Fuente de datos con petición FETCH, p. ej. byte 5 = nº DB, byte 6 = nº DW. <sup>1</sup>
6	
7	Longitud High-Byte longitud de los datos a transmitir según el tipo en bytes o bien
8	Longitud Low-Byte palabras
9	Número de bytes de la señal de acoplamiento; si no ha indicado ninguna señal de acoplamiento, aquí aparece FFH.
10	Bit 0 a 3: número de bits de la señal de acoplamiento , si ha indicado una señal de acoplamiento, el protocolo indicará FH. Bit 4 a 7: Número de CPU (de 1 a 4); si no ha indicado ningún número de CPU (número 0) pero sí ha indicado una señal de acoplamiento, aquí aparece 0H; si no ha indicado ningún número de CPU ni ninguna señal de acoplamiento, aquí aparece FH.

<sup>1</sup> El direccionamiento de RK 512 describe el origen y el destino de los datos con límites de palabra. El cálculo de las direcciones de bytes en SIMATIC S7 se produce automáticamente.

### Telegrama de respuesta

Una vez que se ha transmitido el telegrama de comando, el RK 512 espera la recepción de un telegrama de respuesta del interlocutor dentro del tiempo de vigilancia. La duración del tiempo de control depende de la velocidad de transmisión.

- 300 a 76800 baudios 10 s

### Estructura y contenido del telegrama de respuesta

El telegrama de respuesta se compone de 4 bytes y contiene información sobre el de la petición.

byte	Significado
1	Identificador de telegrama en telegramas de respuesta (00H), En telegramas de respuesta de continuación (FFH)
2	Identificador de telegrama (00H)
3	Ocupado con 00H
4	Número de error del interlocutor (véase el capítulo 8.4) en el telegrama de respuesta.* 00H si la transmisión ha transcurrido sin problemas > 00H número de error

\* El número de error del telegrama de respuesta provoca automáticamente un número de evento en la salida STATUS de los bloques de función

## Enviar datos

La petición SEND se desarrolla en el siguiente orden:

- **Interlocutor activo**

Envía un telegrama SEND. Éste contiene el encabezado y datos.

- **Interlocutor pasivo**

Recibe el telegrama, comprueba el encabezado así como los datos y confirma la recepción con un telegrama de respuesta tras la transmisión de los datos a la CPU.

- **Interlocutor activo**

Recibe el telegrama de respuesta.

Envía datos útiles.

Si la cantidad de datos útiles sobrepasa **128 bytes**, envía un telegrama SEND de continuación.

- **Interlocutor pasivo**

Recibe el telegrama SEND de continuación, comprueba el encabezado y los datos, y confirma la recepción con un telegrama de respuesta de continuación tras la transmisión de los datos a la CPU.

Si la CPU no ha recibido el telegrama SEND sin errores o si se ha producido un error en el encabezado del telegrama, el interlocutor inserta un número de error en el 4º byte del telegrama de respuesta. Si se trata de fallos de protocolo no se produce ninguna entrada en el telegrama de respuesta.

## Telegramas SEND de continuación

Cuando la cantidad de datos sobrepasa **128 bytes**, se genera un telegrama SEND de continuación. El proceso es equivalente al de un telegrama SEND.

Si se envían más de 128 bytes, éstos se transmiten automáticamente en uno o más telegramas de continuación.

## Recoger datos

La petición FETCH tiene lugar en el siguiente orden:

- **Interlocutor activo**

Envía un telegrama FETCH. Éste contiene el encabezado.

- **Interlocutor pasivo**

Recibe el telegrama, comprueba el encabezado, recoge los datos de la CPU y confirma la recepción con un telegrama de respuesta. Éste contiene los datos.

- **Interlocutor activo**

Recibe el telegrama de respuesta.

Si la cantidad de datos útiles sobrepasa **128 bytes**, envía un telegrama FETCH de continuación. Éste contiene los bytes 1 a 4 del encabezado.

- **Interlocutor pasivo**

Recibe el telegrama FETCH de continuación, comprueba el encabezado, recoge los datos de la CPU y confirma la recepción con un telegrama de respuesta de continuación con más datos.

Si el 4º byte lleva un número de error (no igual a 0), el telegrama de respuesta no contiene datos.

Si se solicitan más de 128 bytes, éstos se transmiten automáticamente en uno o más telegramas de continuación.

Si la CPU no ha recibido el telegrama FETCH sin errores o si se ha producido un error en el encabezado del telegrama, el interlocutor inserta un número de error en el 4º byte del telegrama de respuesta. Si se trata de fallos de protocolo no se produce ninguna entrada en el telegrama de respuesta.

## Modo casi dúplex

Casi dúplex significa: los interlocutores pueden enviar telegramas de comando y de respuesta en cualquier momento, menos cuando el otro interlocutor está enviando. La profundidad de anidado máximo de los telegramas de comando y de recepción es "1". Por ello, sólo es posible procesar un nuevo telegrama de comando cuando el primero ha sido contestado con un telegrama de respuesta.

En algunos casos (cuando ambos interlocutores quieren enviar) puede enviarse un telegrama SEND del interlocutor antes del telegrama de respuesta. Por ejemplo, cuando en el búfer de salida del CP 341 se ha registrado un telegrama SEND del interlocutor antes del telegrama de respuesta.

En la figura siguiente el telegrama de respuesta de continuación para el primer telegrama SEND se envía después del **telegrama SEND del interlocutor**.

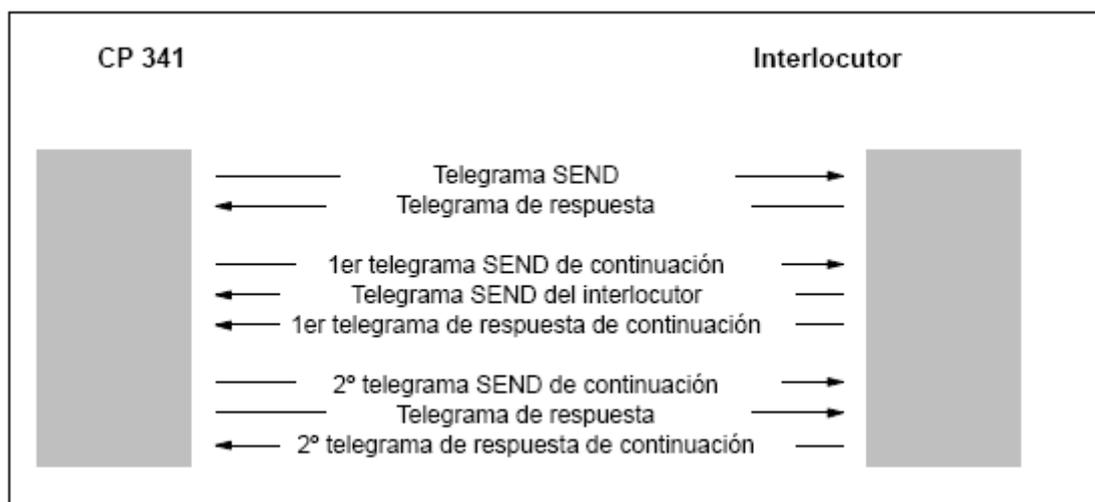


Figura 6. Modo casi dúplex

## DATOS DE PARAMETRIZACIÓN

La selección de los protocolos permite adaptar el procesador de comunicaciones CP 341 a un interlocutor.

## DATOS DE PARAMETRIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO MAINFRAME RK 512

El sistema ofrece la posibilidad de adaptar el CP 341 a un interlocutor con los datos de parametrización del procedimiento mainframe RK 512.

## Protocolo

La siguiente tabla describe el protocolo.

Tabla 6. Protocolo mainframe RK 512

Parámetros	Descripción	Valor por defecto
<b>3964 con valores estándar sin comprobación de bloque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los parámetros del protocolo están ocupados con valores por defecto.</li> <li>Cuando el CP 341 reconoce la secuencia de caracteres DLE ETX, finaliza la recepción y envía el carácter DLE al interlocutor si ha recibido un bloque con éxito (o NAK si se ha producido un error).</li> </ul>	<b>3964R con valores estándar con comprobación de bloque:</b> TRC = 220 ms TRA = 2000 ms Intentos de est. de conexión = 6 Intentos de transmisión = 6
<b>3964R con valores estándar con comprobación de bloque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los parámetros del protocolo están ocupados con valores por defecto.</li> <li>Cuando el CP 341 reconoce la secuencia de caracteres DLE ETX BCC, finaliza la recepción. El CP 341 compara el carácter de comprobación de bloques BCC con la paridad longitudinal calculada internamente. Si el carácter de comprobación de bloques es correcto y no se ha producido ningún otro error de recepción, el CP 341 envía el carácter DLE (en caso de error se envía el carácter NAK al interlocutor).</li> </ul>	
<b>3964 parametrizable sin comprobación de bloque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los parámetros de protocolo pueden parametrizarse libremente.</li> <li>Cuando el CP 341 reconoce la secuencia de caracteres DLE ETX, finaliza la recepción y envía el carácter DLE al interlocutor si ha recibido un bloque con éxito (o NAK si se ha producido un error).</li> </ul>	
<b>3964R parametrizable con comprobación de bloque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los parámetros de protocolo pueden parametrizarse libremente.</li> <li>Cuando el CP 341 reconoce la secuencia de caracteres DLE ETX BCC, finaliza la recepción. El CP 341 compara el carácter de comprobación de bloques BCC con la paridad longitudinal calculada internamente. Si el carácter de comprobación de bloques es correcto y no se ha producido ningún otro error de recepción, el CP 341 envía el carácter DLE (en caso de error se envía el carácter NAK al interlocutor).</li> </ul>	

### Parámetros de protocolo

Los parámetros de protocolo sólo pueden definirse si en el protocolo no se han ajustado los valores estándar.

Tabla 7. Parámetros de protocolo (procedimiento 3964(R))

Parámetros	Descripción	Rango	Valor por defecto
<b>Tiempo de retardo de caracteres (TRC)</b>	El tiempo de retardo de caracteres define el intervalo máximo de tiempo entre dos caracteres recibidos dentro de un telegrama.	20 ms hasta 655350 ms en pasos de 10 ms El TRC más pequeño depende de la velocidad de transferencia: 300 bit/s      60 ms 600 bit/s      40 ms 1200 bit/s     30 ms 2400 hasta 76800 bit/s    20 ms	220 ms
<b>Tiempo de retardo de acuse (TRA)</b>	El tiempo de retardo de acuse define el intervalo máximo de tiempo que transcurre hasta que el interlocutor acusa que se ha establecido la conexión (tiempo entre STX y confirmación DLE del interlocutor) o que ha terminado la conexión (tiempo entre DLE ETX y confirmación DLE del interlocutor).	20 ms hasta 655350 ms en pasos de 10 ms El TRA más pequeño depende de la velocidad de transferencia: 300 bit/s      60 ms 600 bit/s      40 ms 1200 bit/s     30 ms 2400 hasta 76800 bit/s    20 ms	2000 ms (550 ms en 3964 sin comprobación de bloque)
<b>Intentos de establecimiento de conexión</b>	Este parámetro define el número máximo de intentos que debe realizar el CP 341 para establecer una conexión.	1 a 255	6
<b>Intentos de transmisión</b>	Este parámetro define el número máximo de intentos para transmitir un telegrama (incluido el primer telegrama) en caso de error.	1 a 255	6

### Velocidad de transferencia/Trama de caracteres

La siguiente tabla describe la velocidad de transferencia/la trama de caracteres.

Tabla 8. Velocidad de transferencia/trama de caracteres (procedimiento 3964(R))

Parámetros	Descripción	Rango	Valor por defecto
Velocidad de transferencia	Velocidad de la transmisión de datos en bit/s (baudios) <b>Nota:</b> Para la interfaz 20-mA-TTY la velocidad máxima es 19200 baudios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 300</li> <li>• 600</li> <li>• 1200</li> <li>• 2400</li> <li>• 4800</li> <li>• 9600</li> <li>• 19200</li> <li>• 38400</li> <li>• 57600</li> <li>• 76800</li> </ul>	• 9600
Bit de arranque	El bit de arranque se antepone a todos los caracteres a transmitir.	• 1 (no parametrizable)	• 1
Bits de datos	Número de bits que representan un carácter.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7</li> <li>• 8</li> </ul>	• 8
Bits de parada	Los bits de parada se insertan después de cada carácter a transmitir e identifican el final del mismo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1</li> <li>• 2</li> </ul>	• 1
Paridad	Una secuencia de bits de información puede ampliarse con un bit adicional, el bit de paridad, que con su valor añadido ("0" ó "1") complementa el valor de todos los bits hasta un estado predefinido. De ese modo se aumenta la protección de los datos.  Paridad "ninguna" indica que no se transmite ningún bit de paridad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ninguna</li> <li>• impar</li> <li>• par</li> </ul>	• par
Prioridad	Un interlocutor tiene una mayor prioridad si su petición de envío es preferente a la del otro interlocutor. Un interlocutor tiene una menor prioridad si su petición de envío debe ejecutarse después de la del otro interlocutor. En el procedimiento 3964(R) <b>debe</b> asignar diferentes prioridades a los interlocutores, es decir, a uno de ellos se le asigna una prioridad mayor que al otro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• baja</li> <li>• alta</li> </ul>	• alta

## Interfaz X27 (RS 422)

La siguiente tabla describe los parámetros de la interfaz X27 (RS 422). El modo RS 485 no es posible con el procedimiento 3964(R).

Tabla 9. Interfaz X27 (RS 422) (procedimiento 3964(R))

Parámetros	Descripción	Rango	Valor por defecto
Valores predeterminados de la línea de recepción	Sin: este ajuste sólo tiene sentido para drivers especiales aptos para bus.  R(A)5V/R(B)0V: este ajuste permite la detección de una interrupción de la línea (break).  R(A)0V/R(B)5V: este ajuste no permite la detección de una interrupción de la línea (break).  (véase también la figura 2-25)	<p>ninguna</p> <p>R(A)5V/R(B)0V</p> <p>R(A)0V/R(B)5V</p>	R(A)5V / R(B)0V

## **CONFIGURAR Y PARAMETRIZAR EL CP 341**

### **CONFIGURAR EL CP 341**

En adelante, el término “configurar” hará referencia a la disposición del CP 341 en la tabla de configuración del software STEP 7. En la tabla de configuración debe indicar el bastidor, el slot y la referencia del CP 341. A continuación, STEP 7 asigna automáticamente una dirección al CP 341.

A partir de ese momento, la CPU es capaz de encontrar el CP 341 en el correspondiente slot del bastidor indicado a través de la dirección asignada.

### **PARAMETRIZAR LOS PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN**

Una vez que haya incluido el CP 341 en la tabla de configuración debe proporcionar los parámetros necesarios al procesador de comunicaciones CP 341 y a su interfaz serie.

#### **Parametrizar**

En adelante, “parametrizar” designará la definición de parámetros específicos de protocolos.

La parametrización se realiza con la interfaz de parametrización CP 341: Parametrizar acoplamiento punto a punto.

### **CARGAR DRIVERS (PROTOCOLOS DE TRANSMISIÓN)**

Para la ampliación de funciones y la adaptación del CP 341 a los interlocutores, además de los protocolos estándar del firmware del módulo (ASCII, 3964(R), RK 512), puede cargar otros protocolos de transmisión en el CP 341 (= drivers cargables).

### **CARGAR ACTUALIZACIONES DE FIRMWARE**

Para ampliar funciones y eliminar fallos pueden cargarse actualizaciones de firmware en la memoria del sistema operativo del CP 341.

La carga de actualizaciones de firmware se realiza a través de la interfaz de parametrización CP341: Parametrizar acoplamiento punto a punto.

## **COMUNICACIÓN MEDIANTE BLOQUES DE FUNCIÓN**

La comunicación entre CPU, CP 341 y un interlocutor se realiza mediante los bloques de función y los protocolos del CP 341.

### **Comunicación CPU y CP 341**

Los bloques de función constituyen la interfaz de software entre la CPU y el CP 341. Debe accederse a ellos cíclicamente desde el programa de usuario.

### **Comunicación entre el CP 341 y el interlocutor**

En el CP 341 se aplican los protocolos de transmisión. El protocolo es el elemento de adaptación de la interfaz del CP 341 a la interfaz del interlocutor.

Eso le permite acoplar un autómata S7 con todos los interlocutores que hoy en día soportan los protocolos estándar de SIMATIC S5 (driver ASCII, procedimiento 3964(R) o el protocolo para mainframe RK 512).

### **Comportamiento de interrupción**

No está permitido llamar a los bloques de función del CP 341 durante una alarma del proceso (OB 40) ni durante una alarma de diagnóstico (OB 82).

## **RESUMEN DE LOS BLOQUES DE FUNCIÓN**

El sistema de automatización S7-300 pone a su disposición una serie de módulos de función que inician y controlan la comunicación entre la CPU y el procesador de comunicaciones CP 341 en el programa de usuario.

### **Bloques de función/Funciones**

En la tabla siguiente encontrará los bloques de función / las funciones del CP 341 con su significado.

Tabla 10. Módulos de función/Funciones del CP 341

FB/FC	Significado	Protocolo
FC 5 V24_STAT (versión 2.0)	La función V24_STAT permite leer los estados de las señales en la interfaz RS 232C del 341-RS 232C.	Driver ASCII
FC 6 V24_SET (versión 2.0)	La función V24_SET permite activar/desactivar las salidas de la interfaz RS 232C del CP 341-RS 232C.	Driver ASCII
FB 7 P_RCV_RK	El bloque de función P_RCV_RK permite recibir datos de un interlocutor y depositarlos en un bloque de datos o poner los datos a disposición del interlocutor.	Procedimiento 3964(R), driver ASCII, protocolo para mainframe RK 512
FB 8 P_SND_RK	El bloque de función P_SND_RK permite enviar a un interlocutor todo el área o un área parcial de un bloque de datos o recuperar datos del interlocutor.	Procedimiento 3964(R), driver ASCII, protocolo para mainframe RK 512

## UTILIZACIÓN DE LOS BLOQUES DE FUNCIÓN

### Utilización de los bloques del sistema en el protocolo para mainframe RK 512

Para el acoplamiento con un interlocutor mediante el protocolo para mainframe RK 512 dispone de los siguientes bloques de función:

- FB 8 P\_SND\_RK para enviar datos o recoger datos
- FB 7 P\_RCV\_RK para recibir datos o para disponer datos

### Posibilidades de transmisión de datos

#### Peticiones activas:

Con el bloque de función FB 8 P\_SND\_RK puede enviar peticiones activas al CP 341 en el programa de usuario. Puede:

- enviar datos desde su autómatas a un interlocutor remoto
- recoger datos de un interlocutor remoto y depositarlos en un área de datos S7 de su sistema de automatización (véase apartado "Recoger datos con FB P\_SND\_RK")

#### Peticiones pasivas:

Con el bloque de función FB 7 P\_RCV\_RK puede coordinar, mediante peticiones pasivas, la lectura y la disposición de los datos en el CP 341. El interlocutor es activo. Puede:

- leer en un área de datos S7 de su sistema de automatización datos enviados por el interlocutor (véase apartado “Recibir datos con FB P\_RCV\_RK”)
- disponer en su sistema de automatización datos para un interlocutor remoto

### **Procesamiento paralelo de peticiones**

En el programa de usuario sólo está permitido programar una petición activa y una petición pasiva por cada CP 341 utilizado. Mientras el CP 341 está tramitando una petición activa puede ejecutar simultáneamente una petición pasiva.

Además, sólo está permitido utilizar:

- 1 bloque de datos de instancia para el FB P\_SND\_RK y
- 1 bloque de datos de instancia para el FB P\_RCV\_RK,

puesto que en el bloque de datos de instancia están depositados los estados necesarios para la ejecución interna del FB.

### **Coherencia de datos**

En la transmisión de datos entre la CPU y el CP 341, el tamaño del contingente limita a 32 bytes la coherencia de datos.

Para que la transmisión de datos de más de 32 bytes sea coherente, debe observar lo siguiente:

- En cuanto al emisor: No inicie un nuevo acceso al DB emisor hasta que los datos hayan sido enviados por completo (DONE = 1).
- Al recoger datos: No inicie un nuevo acceso al DB emisor hasta que los datos hayan sido enviados por completo (DONE = 1).
- En cuanto al receptor: Utilice la función de marca de acoplamiento. No recurra al DB de recepción hasta que se hayan recibido completamente los datos (evaluación de la marca de acoplamiento definida para dicha petición; la marca de acoplamiento espera en el FB durante un ciclo si NDR = 1). No ponga nuevamente a “0” la marca de acoplamiento hasta que haya procesado los datos a recoger.
- Al disponer datos: Utilice la función de marca de acoplamiento. No recurra a los datos dispuestos hasta que los datos hayan sido recogidos completamente

(evaluación de la marca de acoplamiento definida para dicha petición). La marca de acoplamiento espera en el FB durante un ciclo si  $NDR = 1$ ). No ponga nuevamente a "0" la marca de acoplamiento hasta que haya procesado los datos a recoger.

Si su interlocutor recoge los datos de las áreas E (Entradas), A (Salidas), M (Marcas), T (Temporizadores) o Z (Contadores), la coherencia de datos está limitada a 32 bytes siempre que no pueda impedirse a la marca de acoplamiento que en el programa de usuario pueda accederse a dichas áreas desde otros lugares durante la transmisión.

### **Enviar datos con FB P\_SND\_RK (petición activa)**

El bloque de función FB P\_SND\_RK puede transmitir datos desde un área de datos S7 a un CP 341 configurando el parámetro **SF = 'S'**.

Con un flanco positivo en la entrada REQ se inicia la transmisión de los datos. Dependiendo de la cantidad de datos (LEN), la transmisión puede desarrollarse en varias llamadas (ciclos del programa).

Con el parámetro LADDR se indica la dirección del CP 341 invocado.

La única fuente permitida para los datos a enviar es el área de los bloques de datos. La fuente está completamente especificada si se indica el número de bloque de datos (DB\_NO) y el offset (DBB\_NO) del primer byte de datos a enviar de dicho bloque de datos.

Los tipos de datos (R\_TYP) permitidos como áreas de destino son los bloques de datos (DB) y los bloques de datos ampliados (DX). El destino se halla completamente especificado por el número de CPU (R\_CPU\_NO, sólo relevante en comunicación multiprocesador), el tipo de datos (R\_TYP: DB o DX), el número de bloque de datos (R\_NO) y el offset (R\_OFFSET) en los que debe escribirse el primer byte.

Con R\_CF\_BYT y R\_CF\_BIT se define en la CPU del interlocutor el byte y el bit de la marca de acoplamiento.

Al bloque de función FB P\_SND\_RK puede accederse en el ciclo con el estado de señal "1" en la entrada de parametrización R. Se interrumpe la transmisión al CP 341, y el FB P\_SND\_RK pasa al estado predeterminado. Los datos que ya han sido recibidos por el CP 341 continúan enviándose al interlocutor. Si en la entrada R está activo el estado estático de señal "1", la transmisión está desconectada.

### **Indicación de error en el FB P\_SND\_RK**

La salida DONE indica "Fin de petición sin errores". ERROR indica que se ha producido un error. Si se produce un error, en STATUS se indica el correspondiente número de evento. Si no se produce ningún fallo, STATUS tiene el valor 0. DONE y ERROR/STATUS se indican también en caso de RESET del FB P\_SND\_RK. Si se ha producido un error, se desactiva el resultado binario RB. Si se termina el bloque sin errores, el estado del resultado binario es "1".

### **Particularidades al enviar datos**

Observe las siguientes particularidades al "Enviar datos":

- Con el protocolo RK 512 sólo es posible enviar un número par de datos. Por esta razón, si especifica una longitud (LEN) impar de datos, al final de los datos se transmite un byte de relleno adicional con el valor "0".

- Con el protocolo RK 512 sólo puede indicarse un offset par. Por esta razón, si se especifica un offset impar, se depositan los datos a partir del siguiente Offset par inmediatamente inferior del interlocutor.

**Ejemplo:** offset es 7; se depositan los datos a partir del byte 6.

### **Asignación en el área de datos**

El FB P\_SND\_RK opera conjuntamente con un DB de instancia I\_SND\_RK. El número de DB se indica con la llamada. El DB de instancia tiene 62 bytes de longitud. No está permitido acceder a los datos del DB de instancia.

### **Parámetros FB P\_SND\_RK**

En la tabla siguiente encontrará los parámetros del FB 8 P\_SND\_RK para la petición "Enviar datos".

Tabla 11. Parámetros FB 8 P\_SND\_RK para petición “Enviar datos”

Nombre	Clase	Tipo de datos	Comentario	Valores permitidos, observación
SF	INPUT	CHAR	Selección para Enviar datos o Recoger datos	SF = 'S' (Enviar) valor predeterminado: 'S'
REQ	INPUT	BOOL	Iniciar petición con flanco positivo	
R	INPUT	BOOL	Interrupción de la petición	Se interrumpe la petición en curso. Envío bloqueado. Valor por defecto: 0
LADDR	INPUT	INT	Dirección base del CP 341	La dirección base se toma de STEP 7.
DB_NO	INPUT	INT	Número del bloque de datos de la fuente	Nº de DB de envío: específico de la CPU, No está permitido el cero
DBB_NO	INPUT	INT	Número del byte de datos de la fuente	$0 \leq \text{DBB\_NO} \leq 8190$ datos de envío a partir del byte de datos
LEN	INPUT	INT	Longitud del telegrama a enviar	$1 \leq \text{LEN} \leq 1024$ , indicación en número de bytes, sólo tienen sentido valores pares
R_CPU_NO	INPUT	INT	Nº de la CPU del interlocutor	$0 \leq \text{R\_CPU\_NO} \leq 4$ , sólo en modo multiprocesador, valor predeterminado: 1
R_TYP	INPUT	CHAR	Tipo de dirección en la CPU del interlocutor	'D': bloque de datos 'X': bloque de datos ampliado
R_NO	INPUT	INT	Número del bloque de datos en la CPU del interlocutor	$0 \leq \text{R\_NO} \leq 255$
R_OFFSET	INPUT	INT	Número del byte de datos en la CPU del interlocutor	$0 \leq \text{R\_OFFSET} \leq 510$ , sólo valores impares
R_CF_BYT	INPUT	INT	Byte de marca de acoplamiento en la CPU del interlocutor	$0 \leq \text{R\_CF\_BYTE} \leq 255$ valor predeterminado: 255 (significa: sin marca de acoplamiento)
R_CF_BIT	INPUT	INT	Bit de marca de acoplamiento en la CPU del interlocutor	$0 \leq \text{R\_CF\_BIT} \leq 7$
DONE <sup>1</sup>	OUTPUT	BOOL	Petición terminada sin errores	Parámetro STATUS == 16#00;
ERROR <sup>1</sup>	OUTPUT	BOOL	Petición terminada con error	El parámetro STATUS contiene información sobre el error.
STATUS <sup>1</sup>	OUTPUT	WORD	Especificación del error	Si ERROR == 1, en el parámetro STATUS se incluye la información sobre el error.

### Recibir datos con FB P\_RCV\_RK (petición pasiva)

El FB P\_RCV\_RK transmite datos del CP 341 a un área de datos S7. Para la transmisión de datos se accede al FB P\_RCV\_RK cíclicamente, o bien estáticamente (sin condiciones) en un programa controlado por tiempo.

Con el estado (estático) de señal “1” en el parámetro EN\_R se habilita la comprobación de si pueden leerse datos del CP 341. Una transmisión en curso puede interrumpirse con el estado de señal “0” en el parámetro EN\_R. La petición de recepción interrumpida finaliza con un mensaje de error (salida STATUS). La recepción está desconectada mientras exista el estado de señal “0” en el parámetro

EN\_R. Dependiendo de la cantidad de datos, la transmisión puede desarrollarse en varias llamadas (ciclos del programa).

Con el parámetro LADDR se indica la dirección del CP 341 invocado.

Si el interlocutor indica como **destino de datos "DB"**, los datos se depositan en el área de datos especificada en el encabezado del telegrama RK 512. Con ayuda de los parámetros (L\_...) se indica al usuario el tipo del área de destino (L\_TYP), el número del bloque de datos de destino (L\_NO, sólo relevante si L\_TYP = DB), el offset del área de destino (L\_OFFSET) y la longitud (LEN) de los datos transmitidos. Si el interlocutor indica el **destino de datos "DX"**, los datos se depositan en el bloque de datos (DB) especificado por los parámetros DB\_NO y DBB\_NO.

Si el bloque de función reconoce el estado de señal "1" en el parámetro R, se interrumpe la petición instantánea de transmisión y el FB P\_RCV\_RK pasa al estado predeterminado. La recepción está desconectada mientras exista el estado de señal "1" en el parámetro R.

La salida NDR indica "Petición terminada sin error/Datos aceptados" (leídos todos los datos). A continuación, en los parámetros L\_TYP, L\_NO y L\_OFFSET se indica dónde se van a depositar los datos dentro de un mismo ciclo. Además, para un mismo ciclo se indican los parámetros L\_CF\_BYT y L\_CF\_BIT y la longitud LEN de la petición correspondiente.

### **Indicación de error en el FB P\_RCV\_RK**

ERROR indica que se ha producido un error. Si se produce un error, en STATUS se indica el correspondiente número de evento. Si no se produce ningún fallo, STATUS tiene el valor 0. NDR y ERROR/STATUS también se indican en caso de RESET del FB P\_RCV\_RK (parámetro LEN == 16#00). Si se ha producido un error, se desactiva el resultado binario RB. Si se termina el bloque sin errores, el resultado binario es "1".

### **Utilización de las marcas de acoplamiento**

Antes de recibir los datos se comprueban las marcas de acoplamiento indicadas en el encabezado del telegrama RK 512. Los datos sólo se envían si la

marca de acoplamiento tiene el valor "0". Una vez concluido el proceso de transmisión, el bloque de función pone la marca de acoplamiento al valor "1", y en el bloque de función se indica la marca de acoplamiento para un ciclo (NDR).

Evaluando la marca de acoplamiento en el programa de usuario puede reconocerse que los datos transmitidos pueden procesarse. En cuanto han sido procesados los datos, el usuario debe poner nuevamente a "0" la marca de acoplamiento. Es posible una nueva petición SEND del interlocutor.

### **Asignación en el área de datos**

El FB P\_RCV\_RK opera conjuntamente con un DB de instancia I\_RCV\_RK. El número de DB se indica con la llamada. El DB de instancia tiene 60 bytes de longitud. No está permitido acceder a los datos en el DB de instancia.

### **Parámetros FB P\_RCV\_RK**

En la tabla siguiente encontrará los parámetros del FB 7 P\_SND\_RK para la petición "Recibir datos".

Tabla 12. Parámetro FB 7 P\_RCV\_RK para petición "Recibir datos"

Nombre	Clase	Tipo de datos	Comentario	Valores permitidos, observación
EN_R	INPUT	BOOL	Habilitar recepción de datos	
R	INPUT	BOOL	Interrupción de la petición	Se interrumpe la petición en curso. Bloqueo de recepción. Valor por defecto: 0
LADDR	INPUT	INT	Dirección base del CP 341	La dirección base se toma de STEP 7.
DB_NO	INPUT	INT	Número del bloque de datos de los datos de recepción (destino)	Nº del DB de recepción: específico de la CPU, no está permitido el cero (sólo relevante si el destino de datos es DX)
DBB_NO	INPUT	INT	Número del byte de datos de los datos de recepción (destino)	$0 \leq \text{DBB\_NO} \leq 8190$ datos de recepción a partir del byte de datos (sólo relevante si destino de datos es DX)
L_TYP <sup>1</sup>	OUTPUT	CHAR	Tipo del área en la CPU local (destino)	'D': Bloque de datos
L_NO <sup>1</sup>	OUTPUT	INT	Número del bloque de datos en la CPU local (destino)	$0 \leq \text{L\_NO} \leq 255$
L_OFFSET <sup>1</sup>	OUTPUT	INT	Número del byte de datos en la CPU local (destino)	$0 \leq \text{L\_OFFSET} \leq 510$
L_CF_BYT <sup>1</sup>	OUTPUT	INT	Byte de la marca de acoplamiento en la CPU local	$0 \leq \text{L\_CF\_BYTE} \leq 255$ 255 significa: sin marca de acoplamiento
L_CF_BIT <sup>1</sup>	OUTPUT	INT	Bit de la marca de acoplamiento en la CPU local	$0 \leq \text{L\_CF\_BIT} \leq 7$
NDR <sup>1</sup>	OUTPUT	BOOL	Petición terminada sin errores, datos aceptados	Parámetro STATUS == 16#00;
ERROR <sup>1</sup>	OUTPUT	BOOL	Petición terminada con error	El parámetro STATUS contiene la información sobre el error.

Nombre	Clase	Tipo de datos	Comentario	Valores permitidos, observación
LEN <sup>1</sup>	OUTPUT	INT	Longitud del telegrama recibido	$0 \leq \text{LEN} \leq 1024$ , indicación en número de bytes
STATUS <sup>1</sup>	OUTPUT	WORD	Especificación del error	SI ERROR == 1, en el parámetro STATUS se incluye la información sobre el error.

## PARAMETRIZACIÓN DE LOS BLOQUES DE FUNCIÓN

### GENERALIDADES SOBRE LA ASIGNACIÓN DE BLOQUES DE DATOS

#### Direccionamiento

En STEP 7 los operandos de datos se direccionan en bloques de datos mediante bytes (en contraposición a STEP 5, donde el direccionamiento se realiza por

palabras). Por esta razón debe convertir correspondientemente las direcciones de los operandos de datos.



Figura 7. Comparación del direccionamiento de datos en STEP 5 y en STEP 7

La dirección de una palabra de datos en STEP 7 está duplicada respecto a STEP 5. No existe la división en un byte de datos derecho y un byte de datos izquierdo. En ambos casos la numeración de los bits va de 0 a 7.

## Ejemplos

De los operandos de datos en STEP 5 (en la parte izquierda de la tabla) se deducen los operandos de datos en STEP 7 (en la parte derecha de la tabla).

STEP 5	STEP 7
DW 10	DBW 20
DL 10	DBB 20
DR 10	DBB 21
D 10.0	DBX 21.0
D 10.8	DBX 20.0
D 255.7	DBX 511.7

## ASIGNACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE BLOQUE

### Directa/indirecta Parametrización

En los bloques de STEP 7 no es posible una parametrización indirecta (transferencia de los parámetros en el bloque de datos actualmente abierto) como en STEP 5.

En todos los parámetros de bloque pueden establecerse tanto constantes como variables, de modo que en STEP 7 ya no es necesario diferenciar entre parametrización directa e indirecta.

### Parametrización de palabras de datos

No está permitido indicar palabras de datos (indicación parcial), ya que (en función del operando actual) en la función estándar no puede determinarse el bloque de datos actualmente abierto. Si como parámetro actual se indica un operando de datos, debe utilizarse siempre la indicación completa.

La dirección completa se puede indicar de manera absoluta o simbólica. En el caso de operandos de datos con dirección completa, el compilador rechaza un direccionamiento mixto.

### Ejemplo

El nombre simbólico del bloque de datos se registra en la tabla de símbolos; el nombre simbólico para del operando de datos se declara en el correspondiente bloque de datos.

AWL	Explicación
DB 10.DEW 0	Direccionamiento absoluto completo
CP_DB.SEND_DWNR	Direccionamiento simbólico completo

### Mecanismo EN/ENO

Los parámetros EN y ENO sólo aparecen en la representación gráfica (con KOP o FUP). Para poder procesar estos parámetros, el compilador utiliza el resultado binario RB.

El resultado binario RB se aplica al estado de señal "1" si el bloque se ha finalizado sin errores. Si hay un error, el resultado binario RB pasa a "0".

## GENERALIDADES SOBRE LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA

### Comportamiento de arranque del sistema de automatización CP 341

Los datos de parametrización se crean con ayuda del interfaz de parametrización CP341: Parametrizar acoplamiento punto a punto y transferidos a la CPU con el software STEP 7.

En cada arranque de la CPU se asignan al CP 341 los parámetros actuales mediante los servicios del sistema de la CPU.

### Comportamiento de arranque FB-CP 341

Una vez establecido el enlace CPU-CP 341 debe inicializarse el CP 341.

Para cada bloque de función, P\_SND\_RK, P\_RCV\_RK, existe la correspondiente coordinación del arranque. Antes de poder ejecutar activamente las peticiones debe haber concluido el correspondiente mecanismo de arranque.

### Direccionamiento del módulo

La dirección lógica base se define mediante STEP 7 y debe ser indicada por el usuario en el parámetro de bloque LADDR.

## DATOS TÉCNICOS DE LOS BLOQUES DE FUNCIÓN

### Espacio de memoria necesario

La tabla siguiente indica el espacio de memoria necesario de los bloques de función y las funciones del CP 341.

Tabla 13. Espacio de memoria necesario para los bloques de función / las funciones (en bytes)

Bloque	Nombre	Versión	Memoria de carga	Memoria de trabajo	Datos locales
FC 5	V24_STAT	2.0	188	72	2
FC 6	V24_SET	2.0	156	48	2
FB 7	P_RCV_RK	2.1	3584	2982	106
FB 8	P_SND_RK	2.3	3036	2490	32

## Tiempos de ejecución

La tabla siguiente indica los tiempos de ejecución de los bloques de función y las funciones del CP 341.

Tabla 14. Tiempos de ejecución de los bloques de función / las funciones, en  $\mu$ s

Bloque	Nombre	Versión	Función	CPU 313/ CPU 314	CPU 315/ CPU 315DP	CPU 318-2 DP	CPU 614
FC 5	V24_STAT	2.0	Leer señales cualificadoras RS 232C	140	120	29	120
FC 6	V24_SET	2.0	Activar señales cualificadoras RS 232C	160	130	37	130
FB 7	P_RCV_RK	2.1	En vacío	510	450	65	400
			Recibir*	1800	1800	140	1500
			Disponer*	1800	1800	140	1500
FB 8	P_SND_RK	2.3	En vacío	410	360	65	350
			Enviar*	2300	2200	140	1800
			Recoger*	2300	2200	140	1800

\* Los tiempos de ejecución se refieren a un contingente de datos de 1 hasta 32 bytes

## Número mínimo de ciclos de la CPU

La tabla siguiente describe el número mínimo de ciclos de la CPU (llamadas a FB/FC), para procesar una "petición mínima" (32 bytes SEND/RECEIVE para el contingente de datos útiles transportados por cada ciclo de programa). Esta consideración sólo se aplica en modo centralizado.

Tabla 15. Número mínimo de ciclos de CPU

	Número de ciclos de CPU al ejecutar ...		
	Fin sin error	Fin con error	RESET/ARRANQUE
P_RCV_RK	$\geq 3$	$\geq 3$	$\geq 4$
P_SND_RK	$\geq 3$	$\geq 3$	$\geq 4$
V24_STAT	1	-	-
V24_SET	2	$\gg 2$	-

## **COMPORTAMIENTO DE ARRANQUE Y CAMBIOS DE ESTADO OPERATIVO DEL CP 341**

### **ESTADOS OPERATIVOS DEL CP 341**

El CP 341 distingue los estados operativos STOP, reparametrización y RUN.

#### **STOP**

Cuando el CP 341 está en estado STOP no hay ningún driver de protocolo activo, y la CPU da confirmación negativa de todas las peticiones de envío y recepción.

Hasta que no se subsane la causa del STOP (p. ej. Break, parámetros falsos) no se sale del estado STOP.

#### **Reparametrización**

Con la reparametrización se inicializa el driver de protocolo. Durante la reparametrización está encendido el LED SF.

Si no son posibles el modo de transmisión ni de recepción, el re arranque del driver provoca la pérdida de los telegramas de envío y recepción guardados en el CP 341. La comunicación CP-CPU arranca de nuevo (los telegramas en curso se interrumpen).

Al terminar la reparametrización, el CP 341 está listo para enviar y recibir.

#### **RUN**

El CP 341 ejecuta las peticiones de la CPU. La CPU pone a disposición los telegramas recibidos por el interlocutor.

### **COMPORTAMIENTO DE ARRANQUE DEL CP 341**

El arranque del CP 341 se divide en las siguientes fases:

- Inicialización (POWER ON del CP 341)
- Parametrización

## **Inicialización**

En el momento en que se aplica tensión al CP 341 recibe tensión, todos los componentes de la tarjeta pasan al estado básico y son inicializados.

## **Parametrización**

Durante la parametrización, el CP 341 recibe los parámetros asignados al slot actual con la interfaz de parametrización CP 341: Parametrizar acoplamiento punto a punto. Se realiza una reparametrización. El CP 341 ya está preparado para entrar en funcionamiento.

## **COMPORTAMIENTO DEL CP 341 AL CAMBIAR EL ESTADO OPERATIVO DE LA CPU**

Después del arranque del CP 341 todos los datos se intercambian entre la CPU y el CP 341 a través de bloques de función.

### **CPU STOP**

Cuando CPU está en STOP no es posible el intercambio de datos a través del bus de fondo S7. Se interrumpen la transmisión de datos CP-CPU en curso y la petición de envío o de recepción, y se inicia un re arranque completo del enlace.

### **ARRANQUE de la CPU**

Durante el arranque, la CPU envía los parámetros establecidos en la interfaz de parametrización CP 341: Parametrizar acoplamiento punto a punto. El CP 341 sólo efectúa una reparametrización si se han modificado parámetros.

### **CPU RUN**

Con la CPU en estado RUN son posibles, sin restricciones, los modos de envío y recepción.

Las primeras veces que se ejecutan los FB después del rearranque completo de la CPU se sincronizan el CP 341 y los FBs correspondientes. Después se ejecuta un nuevo FB o una nueva FC.

### **Particularidades al enviar telegramas**

Básicamente sólo es posible enviar telegramas en el estado RUN de la CPU.

Si durante la transmisión de datos CPU > CP la CPU pasa a estado STOP, después del rearranque el FB P\_SND\_RK registra el error “Programa en curso interrumpido, Interrupción de petición por BREAK/Rearranque/Reset”.

### **Nota**

El CP 341 no envía datos al interlocutor hasta después de haber recibido todos los datos de la CPU.

## **DIAGNÓSTICO DEL CP 341**

### **FUNCIONES DE DIAGNÓSTICO DEL CP 341**

Las funciones de diagnóstico del CP 341 facilitan la rápida localización de los errores que puedan producirse. Dispone de las siguientes posibilidades de diagnóstico:

- Diagnóstico mediante los indicadores del CP 341
- Diagnóstico mediante la salida STATUS de los bloques de función
- Diagnóstico mediante el búfer de diagnóstico del CP 341
- Diagnóstico mediante la alarma de diagnóstico

### **DIAGNÓSTICO MEDIANTE LOS INDICADORES DEL CP 341**

Los indicadores proporcionan información sobre el estado operativo o los posibles estados de error del CP 341. Los indicadores facilitan una primera visión de los errores internos y externos que se han producido, así como de los fallos específicos de cada interfaz.

Se distinguen las siguientes funciones de indicación:

- **Indicador de avería colectiva**

- SF (rojo) Se ha producido un error o se está ejecutando una reparametrización.

- **Indicadores especiales**

- TXD (verde) Enviando; se enciende cuando el CP 341 envía datos útiles a través de la interfaz

- RXD (verde) Recibiendo; se enciende cuando el CP 341 recibe datos útiles a través de la interfaz

## **MENSAJES DE DIAGNÓSTICO DE LOS BLOQUES DE FUNCIÓN**

Para el diagnóstico de errores, cada bloque de función dispone de un parámetro STATUS.

Cada uno de los números de mensaje STATUS tiene el mismo significado independientemente del bloque de función utilizado.

## **DIAGNÓSTICO MEDIANTE BÚFER DE DIAGNÓSTICO DEL CP 341**

### **Búfer de diagnóstico del CP 341**

El CP 341 tiene un búfer de diagnóstico propio en el que se registran todos los eventos de diagnóstico del CP 341 en el orden en que aparecen.

En el búfer de diagnóstico del CP 341 se indican:

- Error de hardware/firmware en el CP 341
- Error en la inicialización y parametrización
- Error al ejecutar una petición de CPU
- Error en la transmisión de datos (error de envío y recepción)

El búfer de diagnóstico permite evaluar las causas de los errores ocurridos en el acoplamiento punto a punto incluso después de su aparición, p.ej. para determinar

las causas de una parada (STOP) del CP 341 o para realizar un seguimiento de cada uno de los eventos de diagnóstico.

### **Nota**

El búfer de diagnóstico es un búfer en anillo que acepta un máximo de 9 entradas de diagnóstico. Si el búfer de diagnóstico está lleno, al realizarse una nueva entrada se borra la entrada más antigua.

De este modo, la entrada más reciente se encuentra siempre en primera posición. En caso de un fallo de la red de alimentación o de reparametrización del CP 341 se pierde el contenido del búfer de diagnóstico.

### **ALARMA DE DIAGNÓSTICO**

El CP 341 puede activar una alarma de diagnóstico en la CPU asignada, indicando así una avería en el CP 341. Mediante parametrización puede predeterminar si el CP 341 debe o no disparar una alarma de diagnóstico en caso de que se produzcan errores graves.

#### **Alarma de diagnóstico**

Cuando se produce un error, el CP 341 proporciona datos de diagnóstico en el bus de fondo S7-300. La reacción de la CPU a una alarma de diagnóstico consiste en leer los datos de diagnóstico específicos del sistema y en registrarlos en su búfer de diagnóstico. Puede consultar el búfer de diagnóstico de la CPU mediante una unidad de programación conectada.

Cuando se produce un evento de alarma de diagnóstico se enciende el LED SF (rojo).

# PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

## 1er. REPORTE DE RESIDENCIA PROFESIONAL

El estar llevando a cabo una residencia profesional en una central hidroeléctrica, implica estar inmerso en el campo de la ciencia y la tecnología, y por ende la actualización e implementación de nuevos equipos e instrumentos hace que la central sea una empresa líder en su género.

El proyecto que se me asignó para realizarlo durante mi residencia profesional lleva por nombre "Implementación del enlace de comunicación entre un PLC de control de la Unidad No. 3 y el equipo incorporado para mediciones eléctricas del generador de la C. H. Chicoasén", el cual surgió al necesitar implementar nuevos equipos de PLC's para obtener un mejor rendimiento en el funcionamiento de la unidad generadora de energía eléctrica No. 3 y su comunicación con los equipos de mediciones eléctricas, ya que después de mucho tiempo de uso, la unidad comenzó a presentar disparos o fallas que orilló a que dicha unidad se parará para llevarle a cabo un mantenimiento correctivo y a la vez preventivo para futuras fallas que pudiesen suscitarse.

Para dar solución al problema planteado, se requiere cumplir con una serie de conocimientos de los equipos a utilizar y del protocolo de comunicación a emplear para establecer el enlace entre ellos.

Por lo tanto, dentro del marco de referencia que se estuvo estudiando, encontramos a los manuales de los equipos a utilizar, así como el del protocolo MODBUS, el cual nos permitirá establecer la comunicación entre los equipos.

Se analizaron los componentes de hardware y software requeridos para la conexión punto a punto con el CP 341, y se observó que el dispositivo de programación o PC conocido como PG necesitaba de una actualización en cuanto al software STEP 7, el cual fue solicitado a soporte técnico de Siemens.

Posteriormente, se estudió los principios básicos para una transmisión de datos serial, entre los que destaca los modos de operación para intercambio de datos bidireccional, los tres formatos de datos de la trama de caracteres de 10 bits, tiempo de retardo de caracteres, modelos de referencia ISO de 7 niveles para la transmisión de datos, el procedimiento que se lleva a cabo para establecer la transmisión y recepción de los paquetes de datos, los posibles errores y mensajes que se pudiesen generar durante el enlace, así como los datos de parametrización necesarios para ajustar el CP 341 a las propiedades del equipo incorporado.

Después, se procedió a montar el CP 341 en el rack de montaje, incluyendo la fuente de alimentación, el CPU, los módulos de entrada y salida.

A continuación se configuró el equipo, entendiéndose que dicha configuración se lleva a cabo en la tabla de configuración del programa STEP 7. En la tabla de configuración se introdujo el rack, el número de parte de cada tarjeta o modulo, y posteriormente, STEP 7 automáticamente les asigna una dirección, pero antes se creó un proyecto con STEP 7.

Por ultimo, se continuó con la lectura total de los manuales en donde se mencionan la comunicación vía Bloques de Funciones, como diagnosticar errores durante la conexión entre el PLC y el equipo incorporado, así como algunos ejemplos de programación estándar usando bloques de funciones.

## **2do. REPORTE DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

En este segundo periodo, se comenzó a desarrollar el proyecto de manera física, donde se aplicaron los fundamentos teóricos, normas técnicas e información obtenida de los fabricantes para implementar el enlace de comunicación con protocolo MODBUS entre un PLC y un equipo incorporado.

Se conectaron cada una de las tarjetas o módulos que conforman el PLC, entre ellos el CPU, la tarjeta MODBUS (CP341), una tarjeta de entrada analógica y una digital, un modulo de salida, así como una fuente de alimentación.

Posteriormente, se configuró el hardware con el programador (PG), de tal manera que a la hora de establecer la comunicación, todos los dispositivos conectados fueran detectados para evitar errores durante dicho proceso.

Una vez realizado lo anterior, se realizó una pequeña prueba de comunicación entre el PG y el PLC, dicha prueba se detalla a continuación:

En los siguientes párrafos, se muestra un programa sencillo con cuatro pasos de puesta en servicio, hasta una aplicación de funcionamiento real que permitió enviar datos a través de la interfaz serie, conocer y supervisar las funciones básicas del CP 341 por cuanto respecta a hardware y a software.

### **Requisitos**

- Contar con un equipo S7-300, formado por una fuente de alimentación, una CPU, una tarjeta de entrada y salida digital.
- En la PG tener instalado correctamente STEP 7 (V5.0).
- Haber creado un proyecto para el equipo S7-300.
- La PG debe estar conectada a la CPU.
- Disponer de un módulo CP 341, el software de configuración correspondiente y del cable necesario.
- Haber preparado al interlocutor para la transmisión serie de datos.

## Montar el CP 341 y conectarlo con el interlocutor

Enchufe el elemento de ampliación de bus suministrado con el CP 341 en el conector de bus de la CPU. Enganche el CP 341 en el perfil soporte, abátalo hacia abajo y atorníllelo.

Conecte los terminales L+ y M de su fuente de alimentación a las conexiones correspondientes del CP.

Con el cable de conexión, establezca la conexión entre el CP 341 y su interlocutor.

**Prueba:** *Conecte la tensión en la fuente de alimentación.  
Después de la fase de inicialización se encenderá el LED SF del CP 341.*

## Parametrizar el CP 341

Abra su proyecto previamente elaborado en el Administrador SIMATIC.

Dentro del proyecto, abra la tabla de configuración de HW Config.

En el catálogo de hardware seleccione el CP 341 con la referencia correcta (MLFB) y arrástrelo a la ranura prevista.

Haciendo doble clic sobre el CP 341 se abre la pantalla "Propiedades CP 341".

Anote bajo "Adress" (Dirección) la dirección del módulo (en el ejemplo 256 →□100 Hex).

Necesitará este valor para la integración en su programa de usuario.

Haga clic en el botón [Parámetros](#) y seleccione el protocolo "ASCII". Haga doble clic en el [Sobre](#).

Haciendo clic en el botón [Aceptar](#), acepte las pantallas de parametrización con el siguiente ajuste predeterminado: 9600 bit/s, 8 bits de datos, 1 bit de paridad.

Guarde la parametrización con [Archivo](#) → [Guardar](#) y salga de la pantalla de parametrización con [Archivo](#) → [Salir](#). Dentro de la pantalla “Propiedades CP 341”, haga clic en el botón [Aceptar](#).

Guarde en su proyecto la configuración que ha creado pulsando [Equipo](#) → [Guardar y compilar](#).

Estando la CPU en STOP, transfiera la configuración con los comandos [Sistema de destino](#) → [Cargar en módulo](#).

Los datos se transfieren directamente a la CPU y al CP 341. Si la carga se efectúa sin errores se apaga el LED SF.

Cierre HW Config pulsando [Equipo](#) → [Salir](#).

### **Integración en el programa de usuario**

Copie en su proyecto, además de los datos del sistema, todos los bloques con [Equipo SIMATIC300](#) → [CPU3xx](#) → [Programa S7](#) → [Bloques](#).

- FC21            FC con SEND
- FC22            FC con RECEIVE
- DB21, DB22    DBs de instancia para los FBs estándar
- DB40, DB41    DBs de trabajo para los FBs estándar
- DB42            DB desde el que se envía
- DB43            DB en el que se depositan los datos recibidos
- OB1             OB cíclico
- OB100          Rearranque OB (de rearranque en caliente)
- VAT1            Tabla de variables
- FB7, FB8        FBs estándar para RECEIVE, SEND
- SFC 58, 59     SFCs para los FBs estándar

Abra la FC22 de su proyecto con un doble clic y cambie la dirección del módulo LADDR” “272” por “256” en la primera línea del segmento 1.

Guarde los bloques con los comandos [Archivo](#) → [Guardar](#).

Salga del editor de la FC con los comandos [Archivo](#)→[Salir](#).

En el Administrador SIMATIC, seleccione [Equipo SIMATIC 300](#) →[CPU3xx](#)  
→[Programa S7](#) →[Bloques](#).

Cargue en su CPU todos los bloques S7 existentes mediante [Sistema de destino](#) →[Cargar](#) (CPU en estado STOP).

Cambie la CPU a estado RUN. El CP 341 comienza a enviar datos cíclicamente a través de la interfaz serie (el LED “TxD” parpadea).

Si envía datos desde su interlocutor, el CP 341 los recibe en el DB 43. El destino estará registrado en los parámetros “DB\_NO”, “DBB\_NO” del FB7 (P\_RCV\_RK) en el FC22.

**Prueba:** Haciendo doble clic en la VAT1 de su proyecto, en el directorio “Bloques”, puede observar la transferencia de datos:

Cambie a Online con [Sistema de destino](#) →[Establecer enlace con](#)  
→[CPU configurada](#).

Cambie a Observar con [Variable](#) →[Observar](#).

Con ayuda del operando “DB42.DBW0” (contador de envíos) puede determinar el número de transferencias. En el “DB41.DBW18” (contador de recepciones) puede ver si ha recibido datos.

Si emplea su PG como interlocutor, puede recibir los datos y enviar datos al CP 341 con el programa “Hyper Terminal”. Haciendo doble clic en el archivo “Getting.ht” (en Siemens\STEP7\s7fptp\Terminal\....), “HyperTerminal” arranca con la configuración correcta. Se indican los datos enviados por el CP 341. Pulsando una tecla cualquiera del teclado se envía el carácter correspondiente al CP 341.

## **Diagnóstico**

Cualquier manejo erróneo, cableado incorrecto de la interfaz serie o parametrización incoherente puede producir errores.

## **Acoplamiento punto a punto**

En la figura 8 se muestra los cables de conexión para un acoplamiento punto a punto entre un CP 341 para modo RS 232 y un CP 341 para modo RS 485.

Para los cables de conexión se necesitan los siguientes conectores:

- Conector macho sub D de 15 polos con fijación por tornillo.
- Conector hembra sub D de 9 polos con fijación por tornillo.

Así como también, cable de par trenzado blindado CAT 5.

## **Convertidor RS-232 a RS-485**

En el sistema implementado el computador actúa como maestro ó como espía de la red Modbus. Para esto se deben acoplar las señales eléctricas que envía y recibe el computador por su puerto serial (COM1) que utiliza el estándar RS-232 con las señales eléctricas de la red Modbus, la cual utiliza para su comunicación el estándar RS-485.

En la figura siguiente se muestra un esquema del convertidor, sin tener en cuenta la alimentación del convertidor.

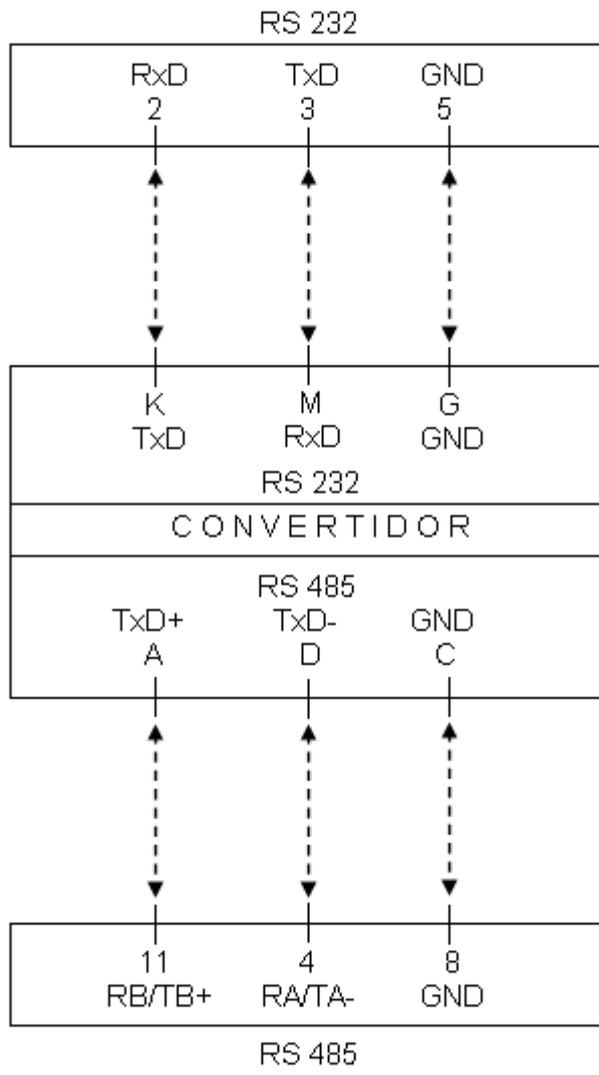


Figura 8. Cables de conexión RS 232 CP 341 – RS 485 CP 341

### **3er. REPORTE DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

En esta última etapa de la residencia profesional, se continuó durante una semana más con pruebas sobre el proyecto, ya que existía un pequeño problema a la hora de establecer la comunicación entre ambos equipos.

Una vez concluido con las pruebas y haber sido aprobado el funcionamiento del equipo piloto de pruebas por el asesor externo, se procedió a la realización del reporte escrito, mencionando dentro de éste los objetivos y la problemática que dio origen a la elaboración de este proyecto, las actividades realizadas durante la estadía en la Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres, también conocida como "Chicoasén", así como los resultados y conclusiones que se obtuvieron después de un periodo de laborar en dicha empresa.

## RESULTADOS, PLANOS, GRÁFICAS, PROTOTIPOS Y PROGRAMAS

En este apartado describiré los elementos utilizados para el desarrollo del programa, que consiste como ya se ha venido mencionando en párrafos anteriores, en programar el PLC S7 300 para establecer el enlace de comunicación con el equipo de mediciones utilizando el protocolo MODBUS Master RTU.

Cada uno de los pasos descritos relativos a la configuración y a la programación representa una parte del desarrollo total del proyecto, dado que aquí solo describo el procedimiento general.

### Configuración del equipo

Para iniciar el programa, se instalaron los siguientes equipos:



PG 740



Autómata S7-300



CP 341

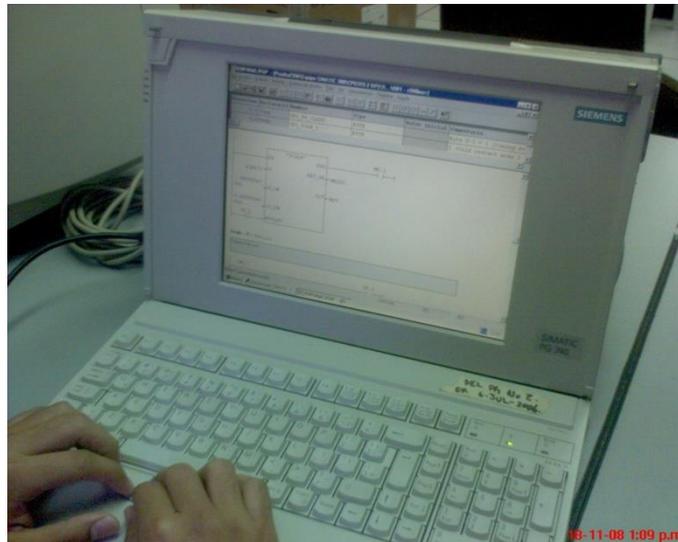


Para la configuración de un equipo S7-300, se colocaron los módulos en la tabla de configuración de acuerdo con su configuración de hardware personalizada.

- Fuente de Alimentación
- CPU
- CP 341
- Entradas Digitales
- Entradas Analógicas
- Salidas Digitales

### **Parametrizar el CP 341**

Una vez que se ordenaron los módulos en su bastidor, se selecciona el protocolo de transmisión y se ajustan los parámetros por defecto.



### **Configurar el enlace con el equipo incorporado**

Para configurar el enlace punto a punto entre el CP 341 y el equipo de mediciones se utilizó la aplicación "NETPRO". El enlace se configuró en dos pasos:

- 1.- Introduciendo el enlace en la tabla de enlaces.
- 2.- Definiendo las propiedades de objeto del enlace.

### **Programa CP 341 RK 512 Send/Recv**

En el bloque de organización OB 1 se accede cíclicamente a los bloques FC 21 para enviar (FB SEND) y FC 23 para recibir los datos (FB RCV).

Los bloques de función de sistema FB SEND y FB RCV funcionan con los bloques de datos DB 12 y DB 13 como DBs de instancia y DB 42 y DB 43 como DBs de envío y recepción.

La configuración de los bloques de función de sistema se produce en parte con constantes y en parte con operandos actuales direccionados simbólicamente.

Para SEND y el STATUS correspondiente, el ID del enlace especificado es 1000 (hexadecimal). Para RCV y el STATUS correspondiente, el ID del enlace especificado es 1001 (hexadecimal).

Para la transmisión de datos se utiliza el par de bloques SEND y RCV. Para ambos bloques se utiliza el mismo R\_ID.

Los valores de R\_ID se registran una única vez durante el arranque y ya no pueden modificarse.

Para garantizar que al principio se acceda una vez a los bloques de función de sistema SEND y STATUS con REQ = "0" (de ese modo se consigue un flanco de "0" a "1" en REQ), el parámetro REQ del OB 100 se pone a "0" una única vez tras el re arranque.

### **Bloques utilizados**

En la siguiente tabla se encuentran los bloques utilizados en el programa.

Bloque	Símbolo	Comentario
OB 1	CYCLE	Ejecución cíclica del programa
OB 100	RESTART	Ejecución de rearranque completo
DB 21	SEND IDB	DB de instancia para FB P_SND_RK
DB 22	RECV IDB	DB de instancia para FB P_RCV_RK
DB 40	SEND WORK DB	DB de trabajo para FB estándar 8
DB 41	RECV WORK DB	DB de trabajo para FB estándar 7
DB 42	SEND SRC DB	Bloque de datos emisor
DB 43	RECV DST DB	Bloque de datos receptor
FB 7	P_RCV_RK	FB estándar para recibir datos (RK 512)
FB 8	P_SND_RK	FB estándar para enviar datos (RK 512)
FC 5	V24_STAT	FC estándar para leer salidas de CP
FC 6	V24_SET	FC estándar para escribir salidas de CP
FC 14	V24_ZYK	Controlar señales cualificadoras RS 232C
FC 21	SEND	Enviar datos
FC 22	RECEIVE	Recibir datos

### Entradas y Salidas utilizadas

En la tabla siguiente se encuentran la asignación de entradas/salidas a bits de marcas.

Símbolo	Entrada/salida	Marcas	Comentario
ANW_RECH	E 0.0	M 0.0	"1" = Selección "Acoplamiento punto a punto"
ANW_DRUCK	E 0.1	M 0.1	Señal "0"
RESET_SP	E 0.2	M 0.2	Iniciar RESET-SEND
RESET_R	E 0.3	M 0.3	Iniciar RESET-RCV
	E 0.4	M 0.4	libre
	E 0.5	M 0.5	libre
REQ_SP	E 0.6	M 0.6	Iniciar petición SEND
EN_R_R	E 0.7	M 0.7	Habilitar recepción
AUFTR_1_SP	E 1.0	M 1.0	Selección de petición Enviar; "1" = petición 1
AUFTR_2_SP	E 1.1	M 1.1	Selección de petición Enviar; "1" = petición 2
AUFTR_1_R	E 1.2	M 1.2	Selección de petición Habilitar recepción; "1" = petición 1
AUFTR_2_R	E 1.3	M 1.3	Selección de petición Habilitar recepción; "1" = petición 2
	E 1.4	M 1.4	libre
	E 1.5	M 1.5	libre
	E 1,6	M 1.6	libre
	E 1.7	M 1.7	libre
			Indicación parámetros de FB
A_DONE_SP	A 4.0	M 8.0	SEND-DONE
A_ERROR_SP	A 4.1	M 8.1	SEND-ERROR
A_BIE_SP	A 4.2	M 8.2	Resultado binario SEND
	A 4.3	M 8.3	"0"
A_NDR_R	A 4.4	M 8.4	RCV-NDR
A_ERROR_R	A 4.5	M 8.5	RCV-ERROR
A_BIE_R	A 4.6	M 8.6	Resultado binario RCV
	A 4.7	M 8.7	"0"
	A 5.0	M 9.0	"0"
	A 5.1	M 9.1	"0"
	A 5.2	M 9.2	"0"
	A 5.3	M 9.3	"0"
	A 5.4	M 9.4	"0"
	A 5.5	M 9.5	"0"
	A 5,6	M 9,6	"0"
	A 5.7	M 9.7	"0"

### Parámetros de entrada/salida

La tabla siguiente muestra la representación de los parámetros de entrada/salida.

Símbolo	Dirección	Formato de datos	Comentario
SEND_DONE	M26.0	BOOL	SEND: Parámetro DONE
SEND_ERROR	M26.1	BOOL	SEND: Parámetro ERROR
SEND_BIE	M26.2	BOOL	SEND: Resultado binario
RCV_NDR	M29.0	BOOL	RCV: Parámetro NDR
RCV_ERROR	M29.1	BOOL	RCV: Parámetro ERROR
RCV_BIE	M29.2	BOOL	RCV: Resultado binario
BGADR	MW21	INT	Dirección lógica básica
SEND_STATUS	MW27	WORD	SEND: Parámetro STATUS
RCV_STATUS	MW30	WORD	RCV: Parámetro STATUS
SEND_DBNR	MW40	INT	SEND: Parámetro DB_NO
SEND_DWNR	MW42	INT	SEND: Parámetro DBB_NO
SEND_LAE	MW44	INT	SEND: Parámetro LEN
RCV_DBNR	MW50	INT	RCV: Parámetro DB_NO
RCV_DWNR	MW52	INT	RCV: Parámetro DBB_NO
RCV_LAE	MW54	INT	RCV: Parámetro LEN

## Cargar en la CPU

Una vez que el hardware está completamente montado y la unidad de programación esta conectada, se procede a cargar el programa al CPU.

Tras el borrado total de la CPU (estado operativo STOP), se transfiere el programa completo a la memoria de usuario. A continuación, se cambia el selector de modo STOP a modo RUN.



## Descripción "Acoplamiento punto a punto"

Para el "Acoplamiento punto a punto" es necesario que la entrada E 0.0 tenga la señal "1" y que la entrada E 0.1 tenga la señal "0". A través de las entradas E 1.0 y E 1.1 puede cambiarse entre dos peticiones SEND. La petición 1 envía los datos del DB 10, desde DBB 2 hasta DBB 11; la petición 2, las del DB 10, desde DBB 14 hasta DBB 113.

Los datos se envían al interlocutor cuando en la entrada E 0.6 (SEND-REQ) se produce un cambio de señal de "0" → "1".

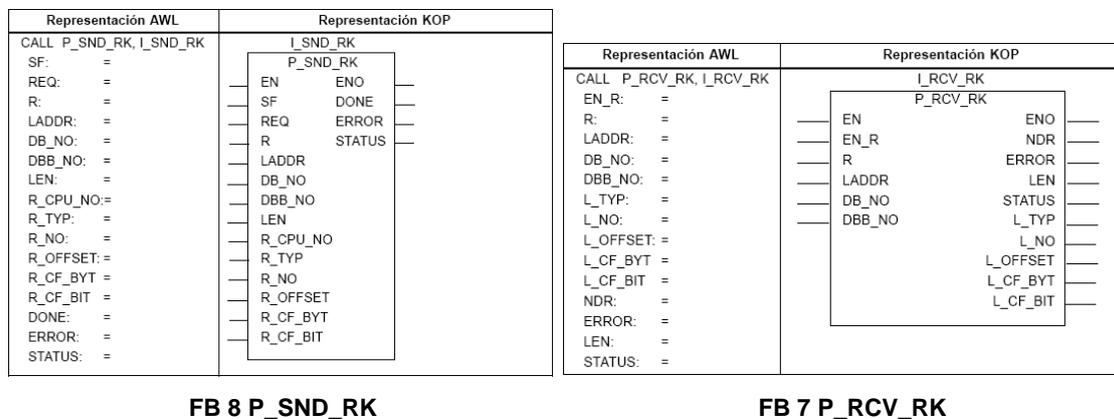
Para poder recibir datos, la habilitación de recepción (parámetro EN\_R en el bloque P\_RCV), entrada E 0.7, debe tener la señal "1".

Si se ha habilitado la recepción de la petición 1 (E 1.2 = señal "1"), sus datos se depositan en el DB 20 a partir del DBB 0. Si se ha habilitado la recepción de la petición 2 (E 1.3 = señal "1"), sus datos se depositan en el DB 20 a partir del DBB 50.

Con el estado de señal "1" en las entradas E 0.2 y E 0.3 puede transmitirse RESET-SEND o RESET-RCV al CP 341. Si está activo el estado de señal "1", el envío o la transmisión están desconectados.

### Funcionamiento de los principales bloques de función

Los bloques de función FB 7 P\_RCV\_RK y FB 8 P\_SND\_RK operan conjuntamente con las funciones FC 21 y FC 22, así como con los bloques de datos DB 21 y DB 22 como DBs de instancia y con DB 42 y DB 43 como DB emisor o receptor.



### Descripción de FC 21 (SEND)

Fragmento de programa "Generate edge P\_SND\_REQ":

P\_SND\_RK se recorre una vez al inicio con P\_SND\_RK REQ=0.

Después P\_SND\_RK REQ se pone a 1. Si en el parámetro de control P\_SND\_RK REQ se reconoce un cambio de estado de señal de 0 a 1, se inicia la petición P\_SND\_RK.

Con P\_SND\_RK DONE=1 o P\_SND\_RK ERROR=1, P\_SND\_RK REQ se pone de nuevo a 0.

Fragmento de programa "P\_SND\_RK DONE=1":

Si la transferencia ha terminado con éxito, en la salida del parámetro P\_SND\_RK, el parámetro P\_SND\_RK DONE se pone a 1.

Con el fin de diferenciar transferencias consecutivas, en la palabra de datos 0 del bloque fuente DB 42 se añade un contador de envíos P\_SND\_RK COUNTER\_OK.

Fragmento de programa "P\_SND\_RK ERROR=1":

Si se recorre P\_SND\_RK con P\_SND\_RK ERROR=1, en la palabra de datos 2 el contador de errores P\_SND\_RK COUNTER\_ERR se incrementa. Además, se hace una copia de P\_SND\_RK STATUS, ya que en el próximo acceso será sobrescrito con 0 y ya no podrá consultarse.

### **Descripción de FC 22 (RECEIVE)**

Fragmento de programa "Enable Receive Data":

Para poder recibir datos debe haberse puesto a 1 la habilitación de recepción P\_RCV\_RK EN\_R en el bloque P\_RCV\_RK.

Fragmento de programa "P\_RCV\_RK NDR=1":

Si P\_RCV\_RK NDR está activado, se han recibido nuevos datos y el contador de recepción P\_RCV\_RK COUNTER\_OK se incrementa.

Fragmento de programa "P\_RCV\_RK ERROR=1":

En caso de error durante el arranque, es decir, si el bit ERROR de la salida del P\_RCV\_RK está activado, el contador de errores P\_RCV\_RK COUNTER\_ERR incrementa. Además, se hace una copia de P\_RCV\_RK STATUS, ya que en el próximo acceso será sobrescrito con 0 y ya no podrá consultarse.

Todos los valores relevantes pueden consultarse en la tabla de variables con fines de comprobación.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El protocolo MODBUS RTU es un formato de transmisión en serie de datos utilizado extensamente en las comunicaciones con PLC's pero fácilmente adaptable a otros tipos de instrumentación gracias a su particular estructura de mensaje (no opera con variables concretas sino con direcciones de memoria).

Utilizar un estándar universal como el protocolo MODBUS permite que un instrumento se conecte en sistemas ya existentes sin necesidad de crear programas de comunicaciones específicos.

Además la cantidad y la variedad de datos procesables es muy alta, ya que no es necesario especificar el parámetro ó parámetros deseados sino sólo su dirección y la cantidad a transmitir.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

- [http://www.grupotar.net/tar/formatec/automatas/auto\\_tema01.pdf](http://www.grupotar.net/tar/formatec/automatas/auto_tema01.pdf)
- <http://html.rincondelvago.com/plc.html>
- [http://ingenieria.unitecnologica.edu.co/files/u1/ED3\\_6\\_2006020701.pdf](http://ingenieria.unitecnologica.edu.co/files/u1/ED3_6_2006020701.pdf)
- [http://fing.uncu.edu.ar/catedras/archivos/electronica/PRACTICO%20MODBUS\\_2008.pdf](http://fing.uncu.edu.ar/catedras/archivos/electronica/PRACTICO%20MODBUS_2008.pdf)
- [http://www.kurysoft.com/download/mbc\\_quickstart\\_es.pdf](http://www.kurysoft.com/download/mbc_quickstart_es.pdf)
- <http://support.automation.siemens.com>
- MODICON, Inc. Modbus Protocol Reference Guide PI-MBUS-300 Rev. J. Massachusetts. 1996.