

# ENRUTADOR Y ENSAMBLADOR DE PAQUETES PARA RED RS-485

Ing. Francisco Nicolai Candelo Parra ([ncandelo@netscape.net](mailto:ncandelo@netscape.net))  
Ing. Christian Camargo Pedraza ([ccamargopedraza@usa.net](mailto:ccamargopedraza@usa.net))  
Ing. Giovanni Albeiro Ramirez ([giovanni\\_ramirez@hotmail.com](mailto:giovanni_ramirez@hotmail.com))

Pontificia Universidad Javeriana

Director del proyecto: Jorge Enrique Ramirez Neira

## Resumen

El objetivo de este proyecto fue el diseñar y construir un equipo de comunicaciones que permitiera la conexión de puertos seriales a través de un solo medio de transmisión utilizando el concepto de subredes y siendo de fácil manejo y administración. Actualmente el proyecto sirve como soporte en el transporte de datos a varios trabajos de grado en el departamento de electrónica de la facultad de ingeniería.

## Introducción

Los enrutadores y ensambladores de paquetes para red RS-485 son equipos de comunicaciones destinados al transporte de información de diversas aplicaciones que utilizan sus puertos seriales a través de un solo medio de transmisión (cable). La topología física utilizada es de tipo bus (figura 1) y la topología lógica que se utiliza para la comunicación entre los enrutadores es de tipo anillo (figura 2). La asociación lógica de puertos de enrutadores a una aplicación se hace a través de una subred (figura 3). Cada subred creada posee propiedades como la velocidad de transmisión, el número de bits de datos, la paridad, los bits de parada y el control de flujo; además es completamente independiente de otras subredes existentes.

El número máximo de enrutadores es 96, de puertos es 768 y de subredes 252. La máxima distancia entre enrutadores es 50 metros, por lo que se podría, en conjunto con un par de repetidores RS-485<sup>1</sup> tener una distancia máxima de 4750 mts. Adicionalmente, la conexión puede ser punto – punto o multipunto (varios puertos asociados a la subred), lo que permite “extender” las características normales del estándar RS-232.

---

<sup>1</sup> Actualmente se está llevando a cabo un estudio para el diseño y construcción de los repetidores por parte de un grupo de estudiantes de trabajo de grado

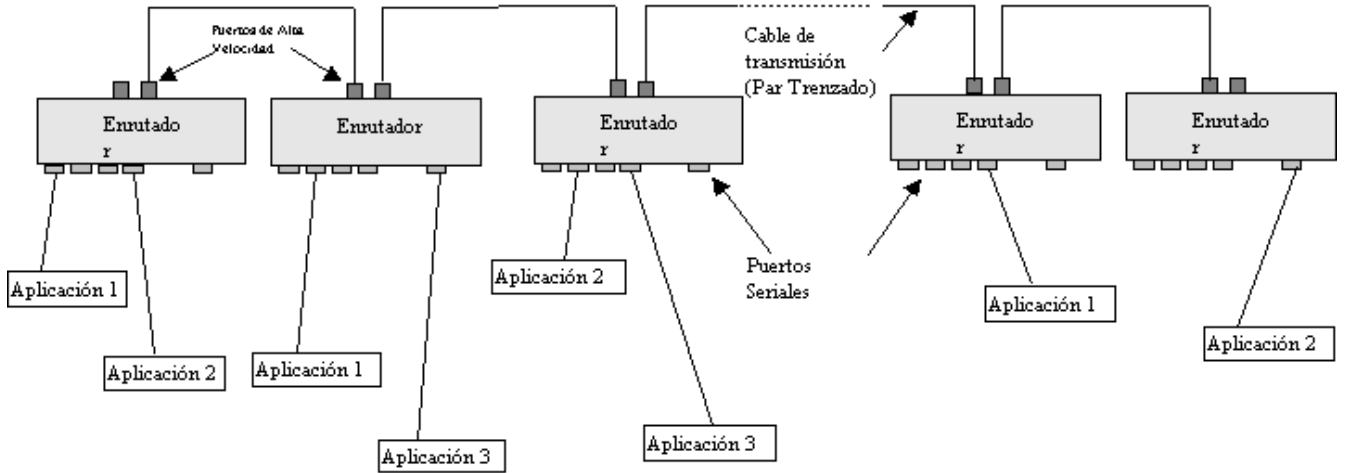


Figura 1. Topología Física de la red de Enrutadores

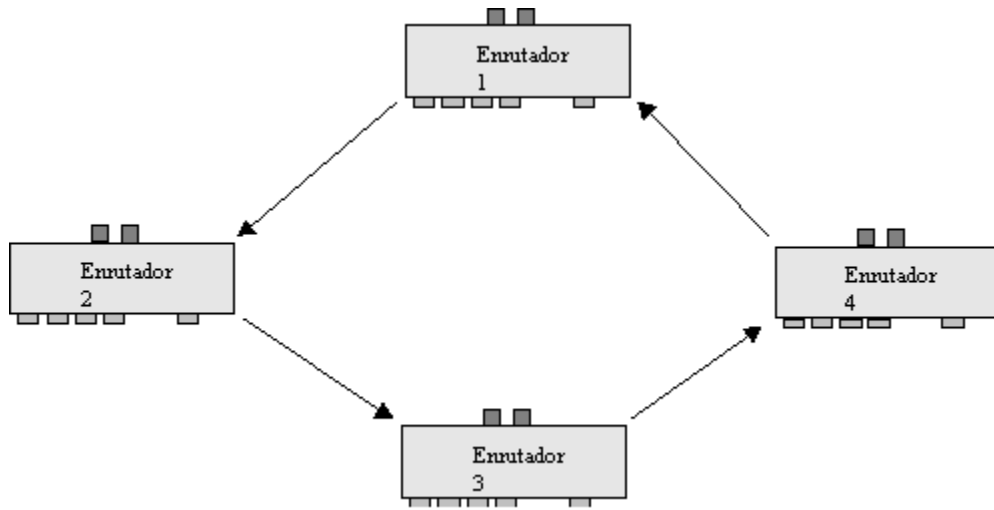


Figura 2. Topología lógica de la red de Enrutadores

### Arquitectura

Los ENENPA 485 operan alrededor de un microcontrolador (Motorola HC12B32), una memoria SRAM externa de 32KB, un transceiver RS-485 y desde 1 hasta 4 DUARTS (Dual UART). El microcontrolador, las DUART y la memoria comparten un bus de datos, la memoria y las DUART tienen buses de control separados (Ver figura 4).

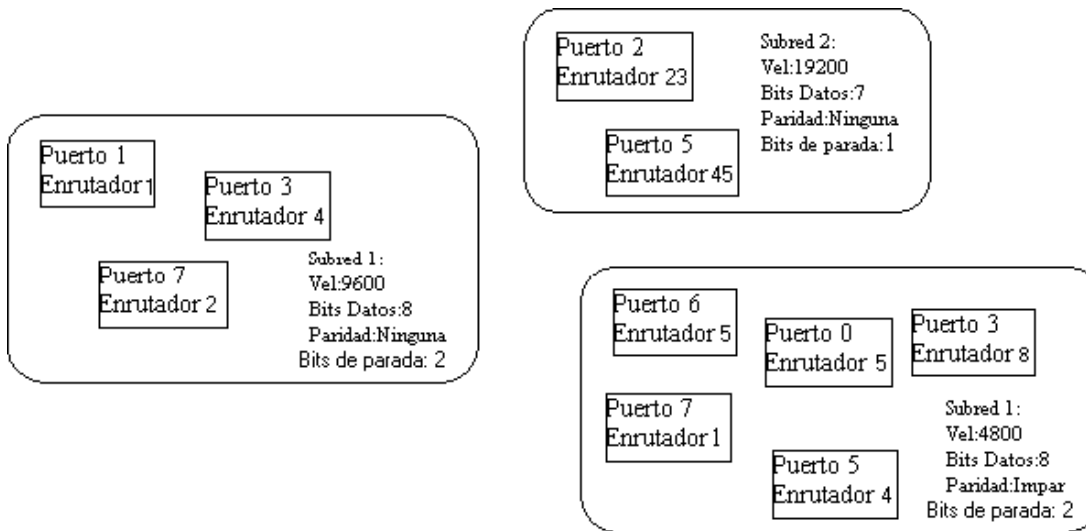


Figura 3. Estructura de las subredes

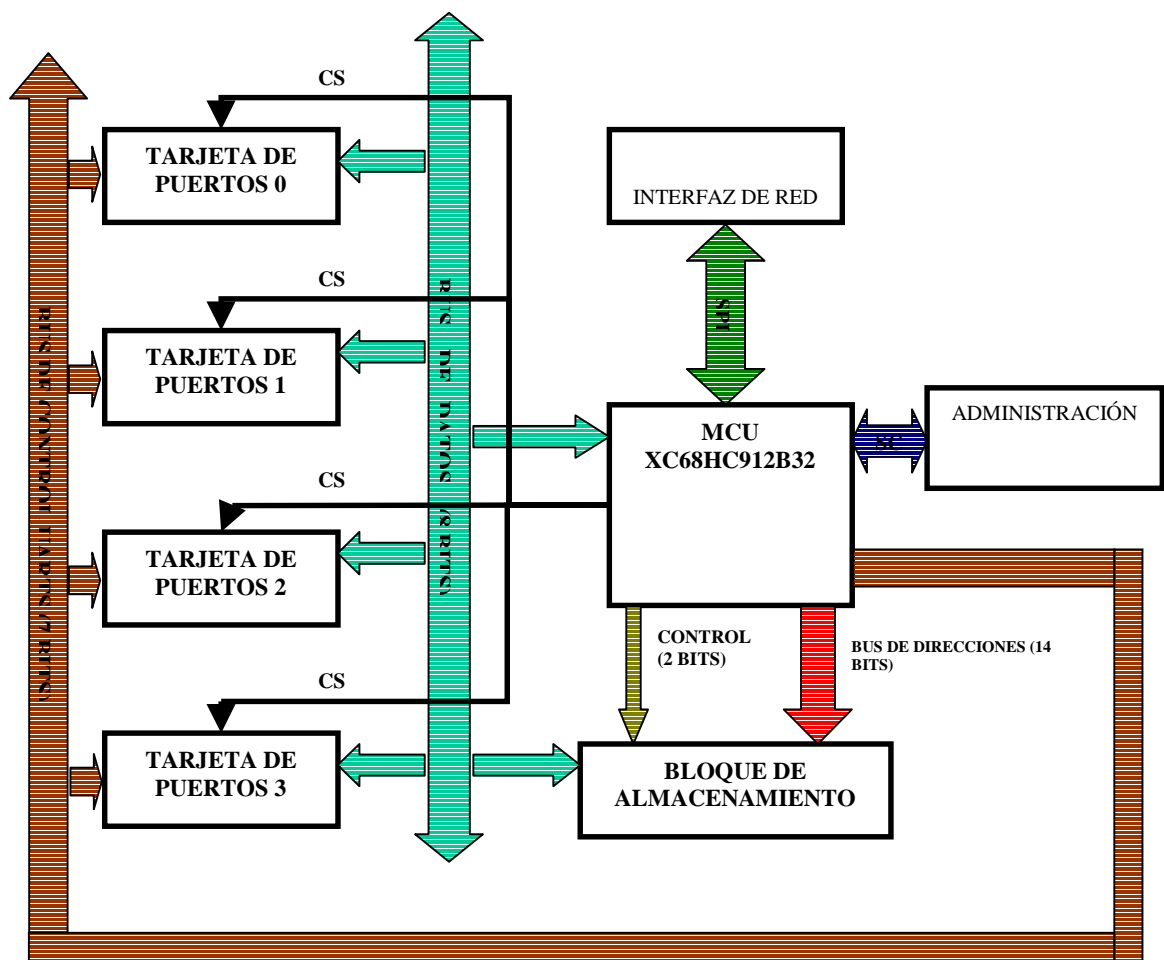


Figura 4. Arquitectura del ENENPA 485

## Modo de operación

Los enrutadores tienen tres modos básicos de funcionamiento: Inicio de la red, Maestro y esclavo.

Inicio de la red: Esta es la fase en la que se inician todas las variables del sistema, se definen estados iniciales para ciertos dispositivos y se determina el enrutador que tendrá el token en el arranque de la red. Todos los enrutadores inician en modo esclavo (o modo escucha) utilizando un temporizador al final del cual pasará a modo maestro (Figura 5).

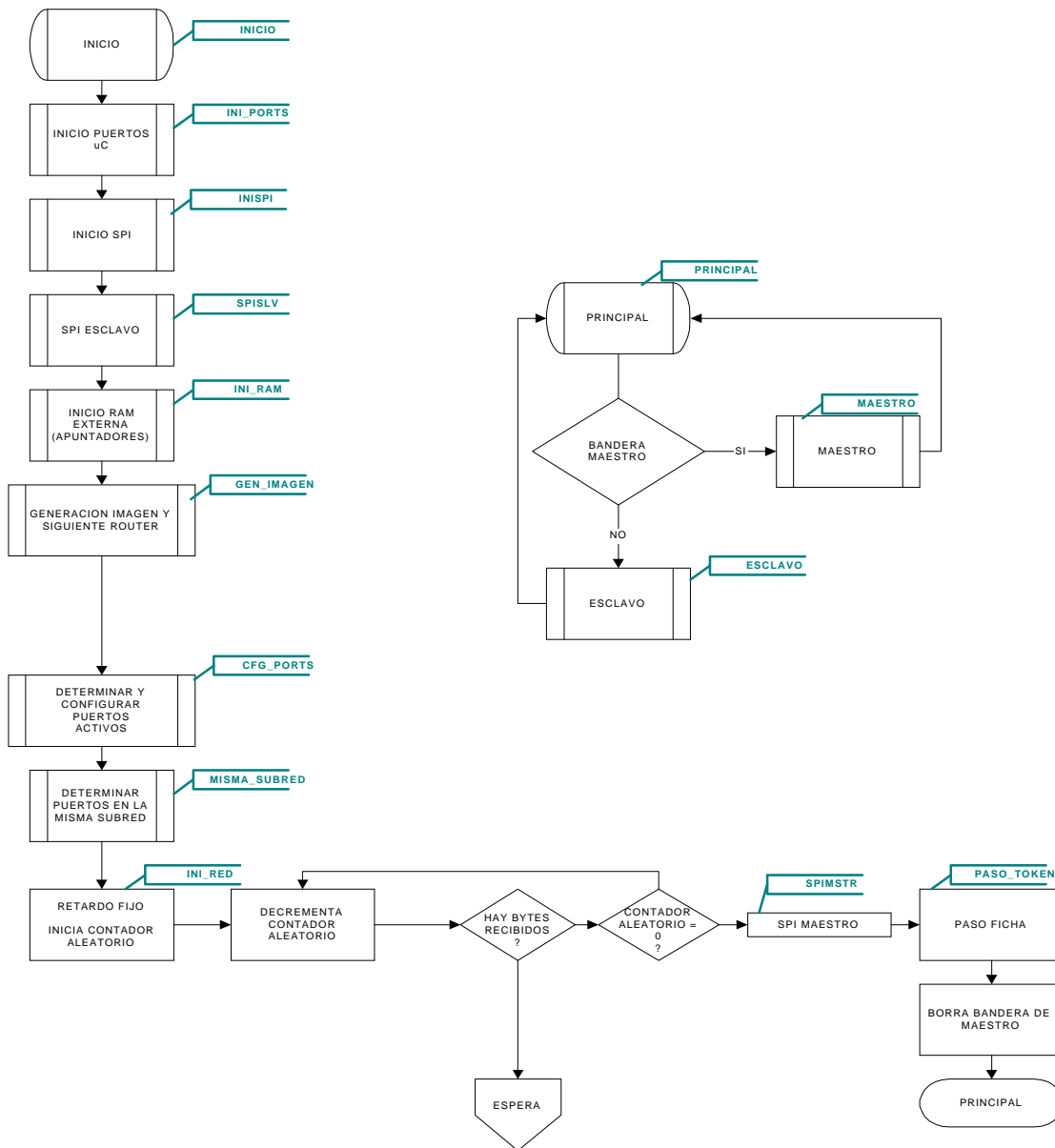


Figura 5. Inicio de la red

**Modo esclavo:** En este modo, el enrutador “escucha” el medio de transmisión detectando cualquier paquete que este dirigido ya sea hacia él o hacia alguna subred contenida en él; verifica su validez (se utiliza código de detección de errores CRC – 16) y realiza una acción dependiendo del tipo de trama (figura 6). Algunas de la tramas más relevantes son:

- Información: la información contenida en el campo de datos del protocolo se coloca en el buffer de recepción del puerto destino.
- Paso de ficha: el enrutador lógicamente anterior hace “entrega” de la ficha, por lo cual el que la recibe se pasa a modo maestro, previa revisión de su tabla de enrutamiento
- Control: La información proveniente del puerto de consola es analizada, armando la trama de respuesta correspondiente a la aplicación de control o a otro enrutador si la solicitud no es local.

Adicionalmente al análisis de información procedente de los enrutadores, se elabora una encuesta periódica a las DUARTS; extrayendo la información residente en su buffer interno y pasándola directamente a memoria.

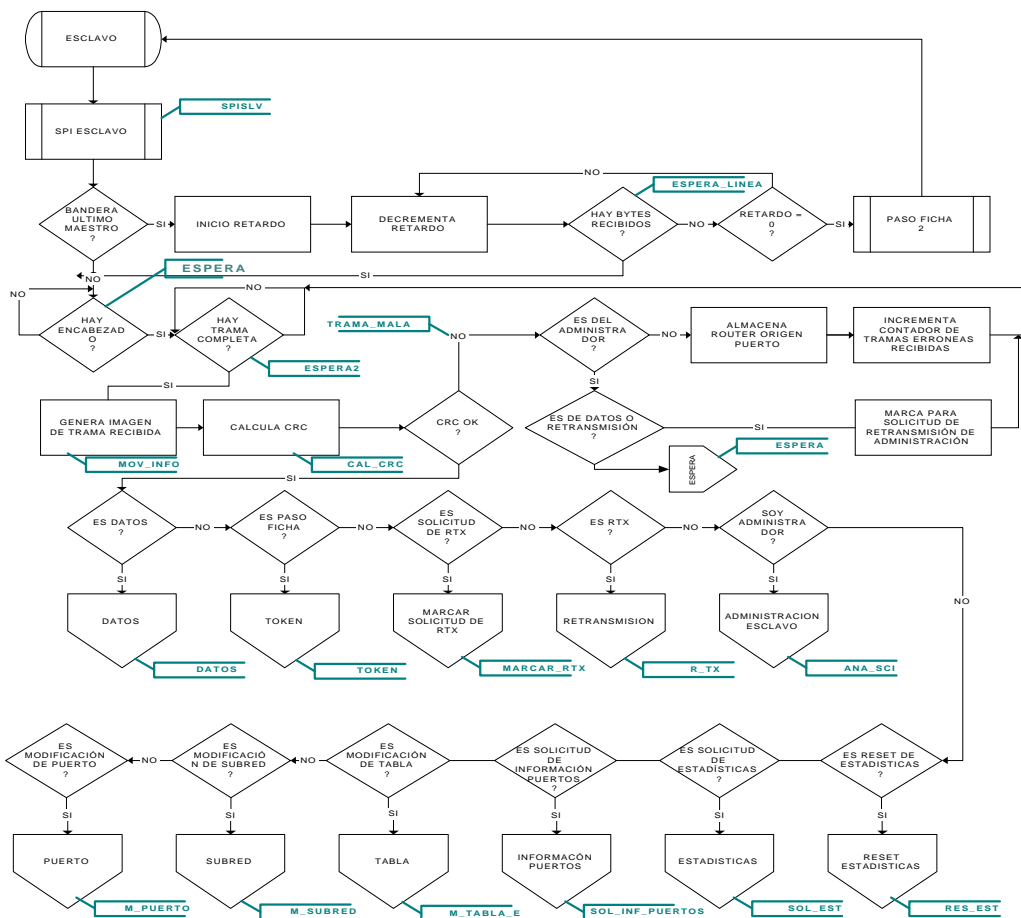


Figura 6. Estado esclavo

Modo maestro: En este modo el enrutador empieza a revisar cada uno de los espacios de memoria asignados a cada puerto y a armar los paquetes teniendo en cuenta la tabla de enrutamiento, la cual le informa al enrutador hacia que subred se debe dirigir el paquete.

Por último se envían las tramas de reenvío que se solicitaron mientras el enrutador se encontraba en modo esclavo. También se envían las tramas dedicadas a administración ya sea al puerto de consola local o al enrutador que tenga conectado el sistema de administración (ver figura 7).

### **Protocolo utilizado**

Para toda la comunicación del sistema se diseñó un protocolo de transmisión de datos exclusivo, teniendo en cuenta las características más relevantes de protocolos estándar como son Frame Relay, ATM o Token Ring, entre otros.

Es un protocolo de longitud variable orientado a byte y a conexión, cuenta con campos de subred o enrutador de origen y/o destino, campo de control, campo de datos y campo de CRC tanto la comunicación de alta velocidad como la comunicación con la aplicación de administración utilizan este protocolo (figura 8).

### **Conclusiones**

Se construyeron 4 enrutadores y 7 tarjetas de puertos completamente funcionales (Figura 9, 10) con las siguientes características:

- Fuente de alimentación 120 Vac.
- Consumo de potencia: máximo 2 W.
- Capacidad de uno hasta ocho puertos seriales EIA/TIA 574 (DB-9) configurables en número de bits de datos (5 bits, 6 bits, 7bits y 8 bits), tipos de paridad (habilitada o deshabilitada), bits de parada (1, 1 1/2 y 2), velocidad (600,1200, 1800, 2400, 3600, 4800,9600, 14400 y 19200 bps) y control de flujo (hardware, Xon/Xoff o ninguno).
- Panel frontal con indicadores de encendido del equipo, voltaje de programación y actividad de los puertos.
- Sistema de administración local o remoto.

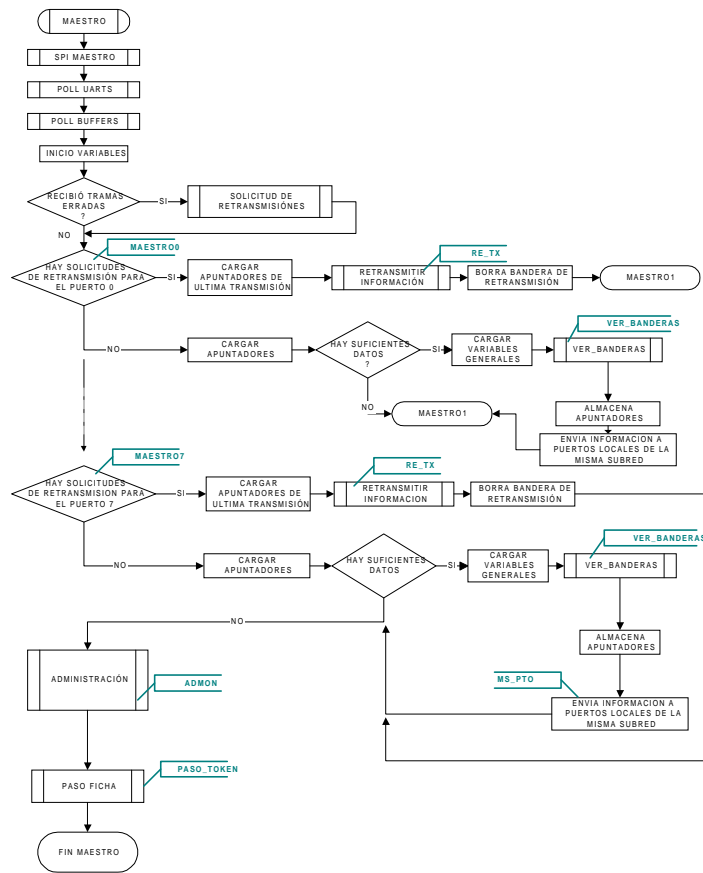


Figura 7. Modo Maestro

	7	6	5	4	3	2	1	0
0	BANDERA							
1	DIRECCIÓN DE DESTINO							
2	DIRECCIÓN DE ORIGEN							
3	PUERTO			TIPO DE TRAMA				
4	R	R	NÚMERO DE BYTES DE DATOS					
0 - 64	INFORMACIÓN							
	CRC LSB							
	CRC MSB							

Figura 8. Protocolo de comunicaciones



Figura 9. Vista interior ENENPA 485



Figura 10. ENENPA 485 (Vista exterior)