Universitat Oberta de Catalunya

Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación

Trabajo Fin de Grado

Diseño y desarrollo de un simulador de comunicaciones RS-232 y RS-422 basado en Microcontrolador.

Alumno: Carlos I. Ayllón Fernández

Consultor: Aleix López Antón

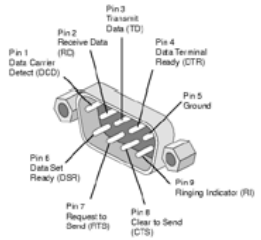
Junio de 2023

Contenido

1. Introducción y objetivos
2. Estado del Arte
3. Arquitectura del Sistema
4. Diseño y desarrollo Hardware
5. Diseño y desarrollo Software
6. Verificación del Sistema
7. Resultados y Conclusiones

Introducción y objetivos

➢ Los estándares RS-232 y RS-422 son antiguos (60 años de historia), pero no están obsoletos, se siguen utilizando, diseñando y fabricando equipos que usan estos protocolos a cada vez mas velocidad de bits.



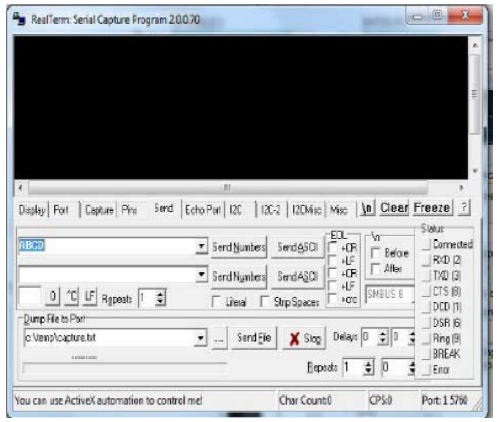
➢ Los PC´s y herramientas disponibles no han seguido esta línea:
Los puertos serie físicos han desaparecido de los PC's, abundan los adaptadores USB que adolecen de latencias, o *jitter* y son poco deterministas.

Desarrollar un prototipo funcional capaz de simular los estándares RS232 y RS422

- Con requerimientos técnicos específicos,
- Que funcione de manera autónoma y portátil,
- Totalmente configurable, preciso y determinista,
- Generando mensajes largos, en bucle repetitivo, a alta velocidad, con contador, etc.
- Aplicando todos los conocimientos adquiridos durante el grado

Estado del Arte

- Hardware: Convertidores USB a Serie
  - Basados en varios chips
  - Con conversores integrados que no suelen superar los 256Kbps
  - Buffers pequeños



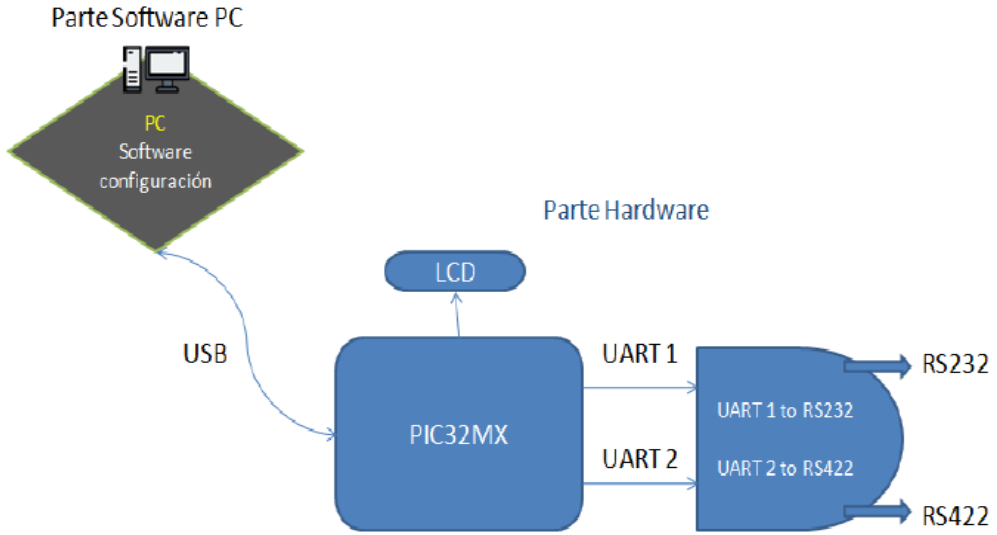
- Software: Programas de terminal
  - Mas o menos evolucionados
  - Poca capacidad para generar retardos o bucles
- Abunda el software de análisis o captura (*sniffers*)
  - **No transmiten**, solo reciben, por lo que no son solución

- Soluciones completas Hardware/Software
  - Sistemas modulares: CompactRIO
    - Requiere al menos 2 módulos: RS232 y RS422
    - Coste elevado: Solo al alcance de profesionales
    - Requiere desarrollo LabView a medida
    - Poco portable

Sistema CompactRIO de National Instruments

Arquitectura del sistema

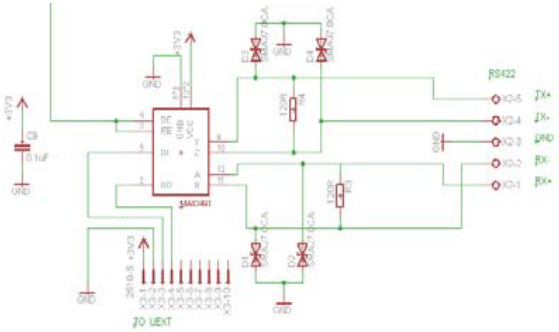
- Hardware que genera las señales
  - PIC32MX
  - LCD con status y configuración
  - Conversión TTL a RS232 o 422
- Software que configura el Hardware con las opciones deseadas

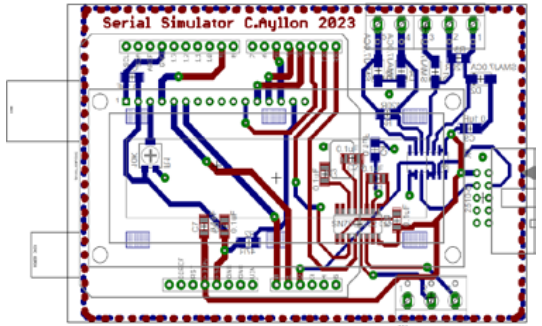


Parte Hardware ➡ Electrónica y PCB

Desarrollo

- Diseño de la electrónica-esquema
  - Selección de componentes
  - Cálculos
  - Conversiones TTL a Serie y Pantalla LCD
- Diseño de la PCB estilo *shield*
  - Reglas de diseño y electromagnéticas (EMI)
  - Ruteado de pistas a doble cara

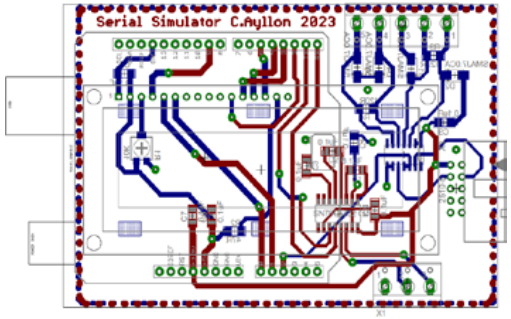


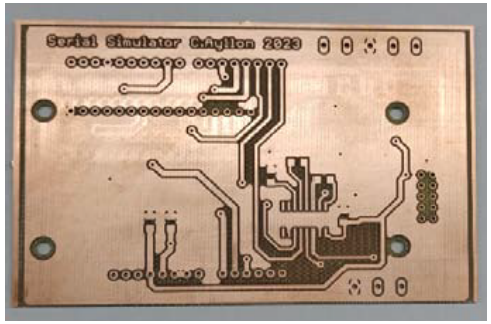


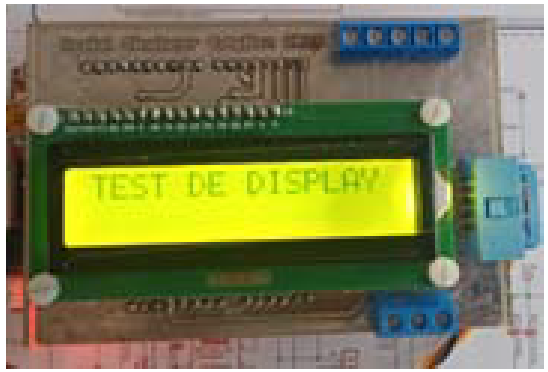
Parte Hardware ➡ Electrónica y PCB

Fabricación:

- Reproducción de la PCB en cobre FR4
  - Vías y taladros
  - Montaje y soldadura de componentes
  - Test y comprobaciones preliminares

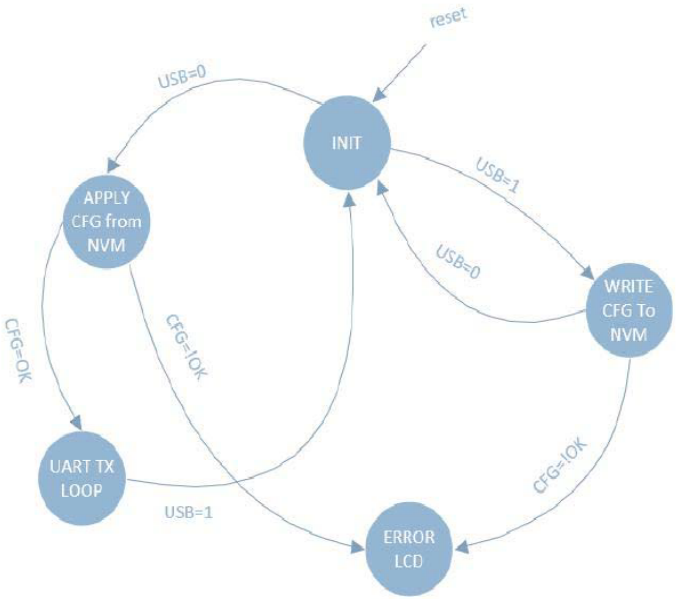


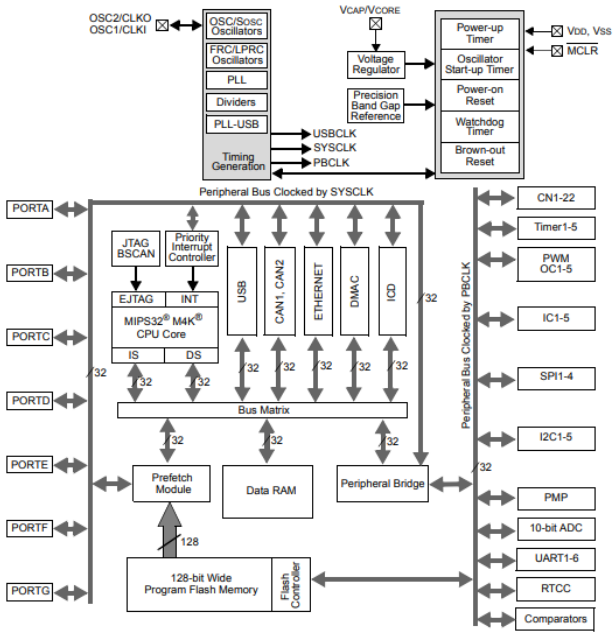




Parte Hardware ⟹ Placa PIC32MX y Firmware

- Diseño y programación del Firmware
  - Diagrama de estados → Programa en lenguaje C
  - Estudio de datasheet y registros del microcontrolador
  - Cálculos de osciladores, timers y demás

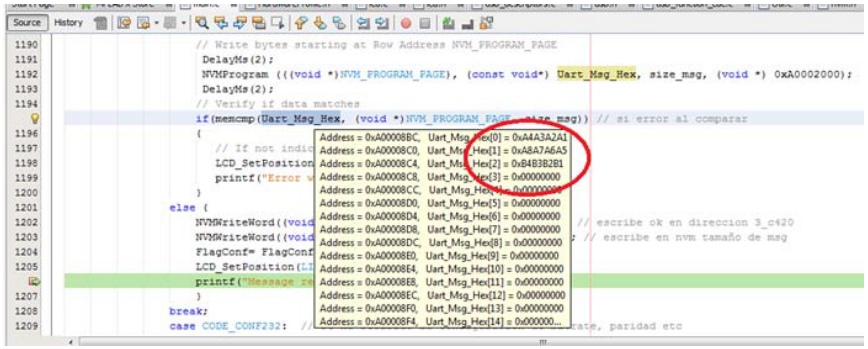




- Diseño y desarrollo Hardware

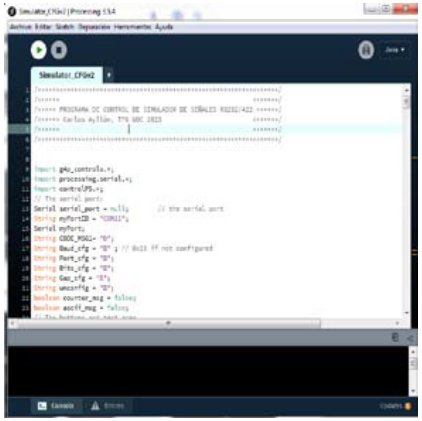
Parte Hardware ⟹ Placa PIC32MX y Firmware

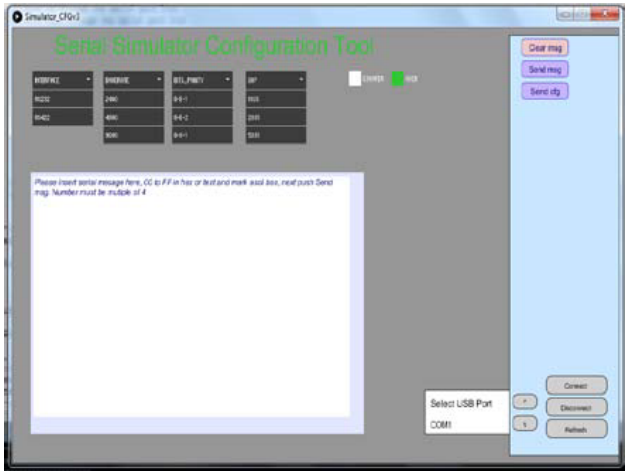
- Diseño y programación del Firmware
  - Programación MPLAB en lenguaje C
  - Registros y configuraciones del Microcontrolador
  - Conexión USB con PC, Mensajes en LCD
  - Non-Volatile Memory, UARTS, Timers , GPIO's
  - Control de errores
  - Depuración y pruebas preliminares



Parte Software → Aplicación de PC para configurar el HW

- Flujo de la aplicación → *Processing*
- Interacción con el PIC32 por USB
- Envío de mensajes y parámetros
- Control de errores
- Pruebas preliminares

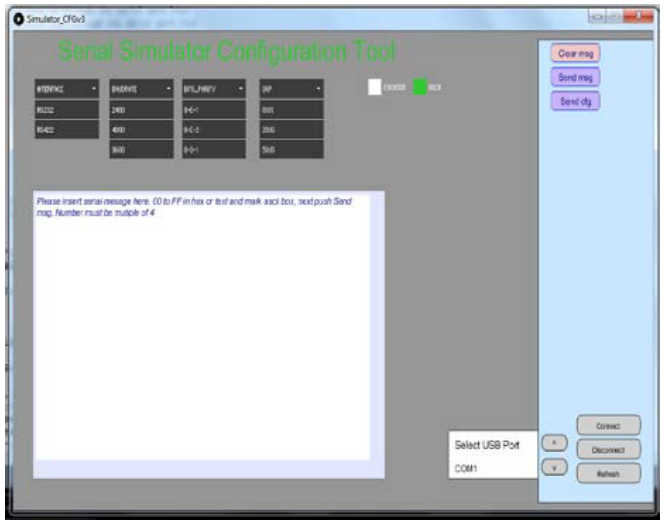




Verificaciones del Sistema

Pruebas de comunicación SW/HW

- Interacción Software de PC → Prototipo HW
- Comunicación con el PIC32 por USB
- Envío de mensajes y parámetros
- Control de errores
- Pruebas preliminares

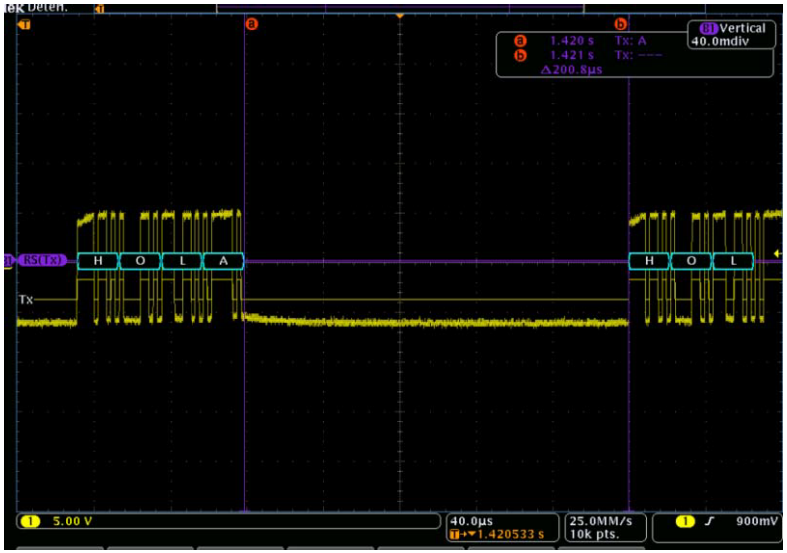


USB

- Verificación del sistema

Pruebas de transmisión **RS-232**

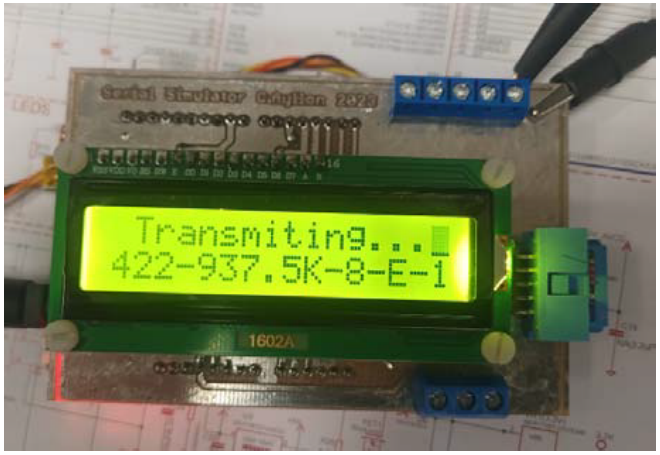
- Configuración y generación de señales
- Comprobación de niveles de tensión
- Medidas de tiempos con osciloscopio
- Verificación del mensaje transmitido

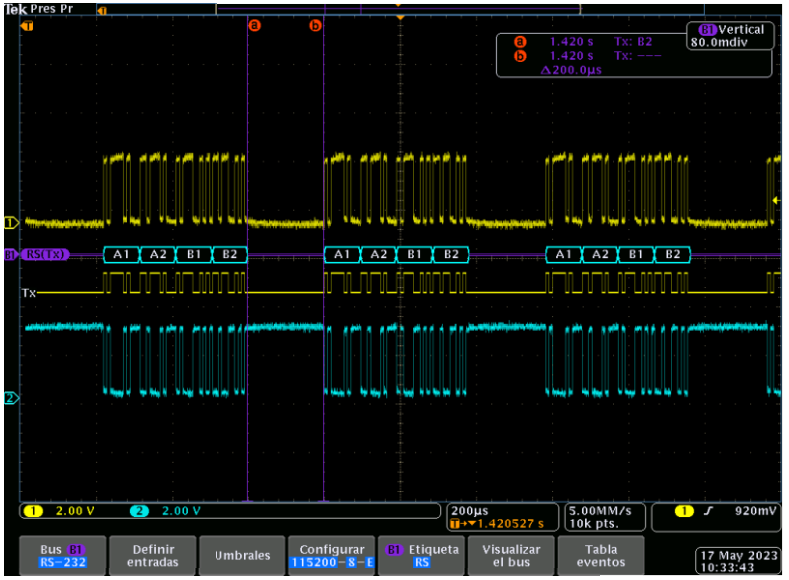


Comprobado con todas las combinaciones de velocidad y configuración

Pruebas de transmisión **RS-422**

- Configuración y generación de señales diferenciales
- Comprobación de niveles de tensión
- Medidas de tiempos con osciloscopio
- Verificación del mensaje transmitido





Comprobado con todas las combinaciones de velocidad y configuración

Resultados y Conclusiones

- Requisitos técnicos cumplidos y verificados en todo el rango de operación de velocidad y carga de pago.
- Prototipo plenamente funcional y utilizable.
- Diseño escalable y reutilizable
- Cumplimiento de la planificación prevista, presupuesto y ejecución del proyecto.
- Aplicando todos los conocimientos del grado y adquiriendo nuevas competencias

¡¡ GRACIAS !!

Carlos Ayllón Fernández
cayllon@uoc.edu