

# Proyecto ISPEL: Protocolo de comunicación entre equipo-interfaz y PC

Versión 1 Beta, julio de 2024.

## Resumen

En este documento desarrollamos el protocolo de comunicación entre la PC (o equipo equivalente) y la interfaz electrónica como parte del proyecto ISPEL. En esta primera etapa, se propone un protocolo simple en formato de texto para facilitar su implementación y prueba.

## Índice

Introducción.....	2
Formato general.....	2
Comandos principales.....	2
Subcomandos.....	3
Atributos.....	5
Ejemplo.....	6
Requerimientos cumplidos y pendientes.....	6

## Introducción

La innovación del proyecto ISPEL (Interfaz de señales para prácticas educativas de laboratorio) es resolver con diseño abierto una solución que abarque una variedad de prácticas, y no solo algunas experiencias puntuales. Esto destaca la importancia de definir con precisión el protocolo de comunicación entre la PC, utilizada por el estudiante o docente para operar el equipo, y el equipo en sí, que reúne la capturadora de señal y el generador.

A nivel de hardware, se utiliza la conexión serial USB, comunicándose con formato de texto ASCII. La simpleza del protocolo tiene como desventaja cierta ineficiencia en la velocidad de comunicación, especialmente para recibir los datos de las señales capturadas. La simpleza del protocolo tiene como otro objetivo facilitar su ampliación, sin perder compatibilidad con versiones anteriores.

## Formato general

Como criterio, se ha establecido que los mensajes de entrada y salida del sistema embebido tengan el mismo formato. El formato puede describirse así:

- **Comandos:** Deben empezar con una letra. Mayúsculas y minúsculas es indistinto. Desde el segundo carácter, pueden ir números y caracteres especiales como '\_'. Luego del comando debe ir un separador o LF (nueva línea o *line feed*). El comando puede identificar un objeto o un procedimiento.
- **Subcomandos:** Luego del comando puede ir un subcomando, que posee el mismo formato que el comando. Luego del subcomando puede ir otro subcomando, según lo apropiado al comando y subcomando en cuestión.
- **Separador:** espacio ' ', tabulación o coma. Los dobles espacios se interpretan como espacio simple.
- **Parámetros:** Pueden ser datos o atributos, expresados como números o como asignaciones del tipo: `FM=100000`. En este último caso, no debe haber espacio entre el símbolo '=' y los términos conexos. Algunos comandos pueden tener parámetros sin formato, que incluirá desde el separador de cierre del comando o subcomando hasta LF.

## Comandos principales

La lista completa de comandos se encuentra en el encabezado `apli_interpretador.h`. Como comandos principales se pueden utilizar:

**Tabla N° 1. Comandos principales**

Mensaje desde PC	Respuesta de equipo	Descripción
HOLA HOLA 123	HOLA, SOY ISPEL HOLA, SOY ISPEL: 123	<i>Procedimiento</i> para prueba de conectividad. Se le puede agregar un parámetro cualquiera para

Mensaje desde PC	Respuesta de equipo	Descripción
		identificar la respuesta.
CAPTU INICIAR	Captura realizada.	CAPTU hace referencia al <i>objeto</i> Capturadora. Con su subcomando INICIAR, comienza una nueva captura con las entradas que estén encendidas. Devuelve todas las muestras tomadas.
GEN OBTENER S1	Configuración actual de la Salida 1.	GEN hace referencia al <i>objeto</i> Generador. El subcomando OBTENER devuelve la configuración de la salida indicada.
MSJ NADA	No responde.	<i>Procedimiento</i> que indica que lo que sigue son comentarios o información.
//	No responde.	Igual que MSJ. Único comando que no cumple con el formato general.
ESPERAR	No responde.	<i>Procedimiento</i> que espera 5 segundos antes de evaluar otro comando.
TEST	Realiza un testeo.	<i>Procedimiento</i> para verificar de entradas y salidas del equipo. Modifica las configuraciones. El detalle del testeo debe buscarse en Test_Testear() de Test_RTOS.h.

Los comandos HOLA, MSJ y // pueden tener parámetros sin formato. Los comandos ESPERAR y TEST no llevan parámetros. CAPTU y GEN deben llevar algún subcomando. En cualquier caso, se va interpretando todo lo posible del comando. El comando ESPERAR 20 segundos hace lo mismo que ESPERAR (y que no espera 20 segundos sino 5). Se devuelve un mensaje de comando no reconocido cuando el inicio de la línea no sea alguno de los comandos de la Tabla N° 1.

## Subcomandos

Luego de un comando puede ir otro subcomando o comando secundario. En esta versión, los únicos comandos con subcomandos son CAPTU y GEN. Cada comando o subcomando debe identificar a un *objeto* o *procedimiento*. Como regla general, primero se enumeran los objetos padre e hijo, y luego el procedimiento. Finalmente pueden seguir los atributos, que

en los casos CAPTU y GEN deben tener el formato especificado. En la Tabla N° 2 enumeramos los subcomandos.

**Tabla N° 2. Subcomandos**

Subcomando	Comando previo	Descripción
S1 S2 SX	GEN	Identifica los <i>objetos</i> Salida 1, Salida 2 o todas; hijas del objeto Generador.
E1 E2 EX	CAPTU	Identifica los <i>objetos</i> Entrada 1, Entrada 2 o todas; hijas del objeto Capturadora.
OBTENER	CAPTU GEN	Devuelve la configuración del objeto padre y de sus hijas.
CONFIG	CAPTU E1 E2 EX S1 S2 SX	<i>Procedimiento</i> que configura el objeto precedente.
INICIAR	CAPTU	<i>Procedimiento</i> que inicia una captura de señal/es.
PARAR	CAPTU	<i>Procedimiento</i> que cancela una captura de señal/es.
ENCENDER	S1 S2 SX E1 E2 EX	Enciende el objeto especificado por comando previo.
APAGAR	S1 S2 SX E1 E2 EX	Apaga el objeto especificado por comando previo.

El subcomando CONFIG requiere parámetros para especificar los atributos, según el formato definido anteriormente. Los atributos dependen del objeto en cuestión.

## Atributos

En la Tabla N° 3 enumeramos los atributos, que pueden asignarse a determinados objetos en cuestión.

**Tabla N° 3.** Atributos del procedimiento de configuración

Atributo	Objetos	Descripción
TIPO	S1, S2, SX	Para GEN puede ser SENOIDAL, SENO, TRIANGULAR o CUADRADA.
FREC_SENIAL	S1, S2, SX	Frecuencia en hertzios (Hz) de la señal de la salida especificada. De ser necesario, será corregida a los límites permitidos.
FASE_SENIAL	S1, S2, SX	Fase en grados (°) de la señal de la salida especificada. De ser necesario, será acotada entre 0° y 360°.
VMAX_SENIAL	S1, S2, SX	Tensión máxima en voltios (V) de la señal de la salida especificada. De ser necesario, será corregida a los límites permitidos.
VMIN_SENIAL	S1, S2, SX	Tensión mínima en voltios (V) de la señal de la salida especificada. De ser necesario, será corregida a los límites permitidos.
SIM_SENIAL	S1, S2, SX	Simetría de la señal de la salida especificada. De ser necesario, será acotada entre 0 y 1. El valor 0,5 indica que la señal es simétrica: misma pendiente de subida y bajada en el caso de señal triangular; mismo tiempo arriba y abajo en el caso de señal cuadrada. No aplica a senoidal.
ACOPLE_SENIAL	S1, S2, SX	Puede ser DC y CERO.
ESCALA	E1, E2, EX, CAPTU	Se refiere a la escala vertical de entradas o escala horizontal de la capturadora. La escala vertical de una entrada se configura con el valor de tensión máxima esperable, en voltios (V). El equipo selecciona la mínima escala que incluya ese valor. La escala horizontal para CAPTU indica el intervalo de tiempo que se desea muestrear, especificado en segundos (s).
ORIGEN	CAPTU	Especifica el origen del disparo de captura. Puede ser: E1, E2.
PROMEDIO	CAPTU	Indica la cantidad de muestras a promediar. Puede ser

Atributo	Objetos	Descripción
		1, 4, 16. Si es otro número, se intentará asignar el mayor número posible.
NIVEL	E1, E2, EX	Nivel de la entrada especificada tomado para el disparo. En voltios (V).
FLANCO	E1, E2, EX	Flanco de la entrada especificada tomado para el disparo. Puede ser: SUBIDA o BAJADA.

Además, existen otros atributos que son devueltos con el subcomando `OBTENER`, pero que no son configurables. Por ejemplo: `FM=2400000` indica que la frecuencia de muestreo de la capturadora es de 2,4 Msps (millones de muestras por segundo).

## Ejemplo

La siguiente secuencia es un conjunto de comandos posibles para operar el equipo-interfaz:

```
PC> hola 123
ISPEL> HOLA Aqui ISPEL: 123
PC> captu config escala=0.001
ISPEL> MSJ CAPTU CONFIG
PC> captu iniciar
```

En colores se indica desde dónde se envía el mensaje. La primera línea `hola 123` simplemente solicita una respuesta para probar la conexión. La segunda línea de PC configura un parámetro de la capturadora. La tercera línea inicia la captura.

## Requerimientos cumplidos y pendientes

En la presente versión de la API, se han completado los siguientes requerimientos:

- Configuración de cada entrada y salida.
- Configuración de la capturadora.
- Encendido y apagado de cada entrada y salida.
- Envío de datos capturados desde entrada/s a PC.
- Prueba simple de conexión.
- Latido desde equipo-interfaz.

Respecto de los requerimientos especificados inicialmente, queda pendiente:

- Identificación de equipos y versión de software (en ambos sentidos).
- Identificación de cantidad y tipos de fuentes/generadores de señales en la Interfaz electrónica (salidas).
- Identificación de cantidad de DAC (entradas).
- Identificación de puertos digitales bidireccionales (RS232, I2C, Can, etc.)
- Identificación de características de cada entrada y salida.