



Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Proyecto

Diseño e implementación de Plataforma de Teleingeniería para prácticas en tiempo real de laboratorio a distancia de control de procesos industriales. Aplicación en Laboratorio de Electrónica de ITCA-FEPADE Sede Central.

Protocolo de Comunicación entre Controlador del Entrenador FPC y Servidor de Aplicaciones

Elaborador por:

Juan J. Guevara

juan.guevara@itca.edu.sv

Noviembre de 2021

Contenido

Tabla de transacciones de DATOS con el Servidor de Aplicaciones	3
Estructura de los bytes de estado del controlador	4
Comandos del servidor de aplicaciones	5
Comandos para leer el estado del controlador	5
Comandos para actualizar el estado del controlador.....	7

Tabla de transacciones de DATOS con el Servidor de Aplicaciones

ESTADO DE SENSORES DE ENTRADA					
NOMBRE	TIPO DE DATO	DESCRIPCION	RANGO DE VALORES	ENCAPSULAMIENTO	ACCION-DEFAULT
UPLS	BIT	Sensor capacitivo de nivel superior de H2O	1/0	Byte de estado	NA
DNLS	BIT	Sensor capacitivo de nivel inferior de H2O	1/0		
LEVEL	BIT	Entrenador en modo de ajuste de nivel	1/0		
FLOW	BIT	Entrenador en modo normal de operación	1/0		
START	BIT	Inicio de funcionamiento	1/0		
STOP	BIT	Detiene el funcionamiento	1/0		
RESET	BIT	Modo de operación del entrenador que establece las condiciones de inicio (es un RESET) o acción de control	1/0		
EMERGENCY	BIT	Detención forzada del entrenador, se deben detener todas las acciones sin aplicar un reinicio. Requiere acción humana en sitio	1/0		

ACTUADORES / SALIDAS					
NOMBRE	TIPO DE DATO	DESCRIPCION	DESCRIPCION	ENCAPSULAMIENTO	ACCION-DEFALUT
SOL VALVE 1	BIT	Válvula de paso inferior	1/0	Byte de estado	NA
SOL VALVE 2	BIT	Válvula de paso superior	1/0		
PUMP	BIT	Bomba de H2O	1/0		

PARAMETROS PARA EL CONTROLADOR					
NOMBRE	TIPO DE DATO	DESCRIPCION	DESCRIPCION	ENCAPSULAMIENTO	PERMISO-DEFAULT
TEMPERATURA (Variable de Proceso)	FLOAT	Temperatura actual en grados Celsius de H2O medida por el sensor PT100	0.00 a 100.00	Cadena	R-0.00
SETPOINT	FLOAT	Es la temperatura en grados Celsius a la cual se desea calentar el H2O	0.00 a 100.00	Cadena	RW-0.00
PROPORCIONAL	FLOAT	Valor de la ganancia proporcional del controlador PID, un P = 0.00 indica que está apagado	0.00 a 1000.00	Cadena	RW-0.00
INTEGRAL	FLOAT	Valor de la ganancia integral del controlador PID, un I = 0.000 indica que está apagado	0.000 a 1000.00	Cadena	RW-0.000
DERIVATIVO	FLOAT	Valor de la ganancia derivativa del controlador PID, un D = 0.000 indica que está apagado	0.000 a 1000.00	Cadena	RW-0.000
CICLO DE TRABAJO DEL CALENTADOR	FLOAT	Corresponde al porcentaje de energía que se está aplicando al calentador de agua del entrenador, es un valor float de entre 0.0 y 100.0	0.0 a 100.0	Cadena	R-0
REFRESCO	FLOAT	Tiempo estimado de actualización de parámetros (en segundos) entre controlador y servidor de aplicaciones	0.1 a 30	Cadena	RW-1.0

Estructura de los bytes de estado del controlador

LEYENDA			
R	W	-	0/1
Lectura	Escritura		Valor por defecto

*Si un bit es R, solo podrá ser leído por el servidor de aplicaciones

**Si un bit es RW, podrá ser leído y modificado por el servidor de aplicaciones

***El valor por defecto se establece al iniciar el controlador o cuando se produce un RESET

SENSORES DE ENTRADA

R-0	R-0	R-0	RW-0	RW-1	RW-0	R-0	R-0
EMERGENCY	RESET	STOP	START	FLOW	LEVEL	DNLS	UPLS
bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0

Ejemplo: si byte enviado es igual a:

0	0	0	1	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Se leería: el entrenador está funcionando (START = 1) en modo flujo (FLOW = 1)

ACTUADORES

					RW-0	RW-0	RW-0
NA	NA	NA	NA	NA	PUMP	SOLV2	SOLV1
bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0

Ejemplo: si byte enviado es igual a:

X	X	X	X	X	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Se leería: el entrenador está funcionando en modo 2, hay flujo de agua porque están abiertas las válvulas solenoides inferior y superior, así como la bomba

Comandos del servidor de aplicaciones

Estos son los comandos que el servidor de aplicaciones deberá enviar al controlador. El controlador implementa un servidor TCP Socket asíncrono y está codificado para leer cadenas que deben finalizar con un salto de línea \n.

El servidor de aplicaciones deberá realizar una función de cliente TCP por medio de sockets, se sugiere que estos sean asíncronos.

Comandos para leer el estado del controlador

Sintaxis: Comando\n

Descripción: el servidor de aplicaciones solicita que el controlador le envíe los datos de estado solicitados. El comando debe finalizar con salto de línea \n.

Identificadores de los datos: estos se especifican detalladamente en la [Tabla de transacciones de datos](#).

- **20: byte de estado de actuadores**, el controlador enviará el byte de estado de los sensores. El servidor de aplicaciones deberá aplicar un enmascaramiento para separar los bits e interpretar el estado de acuerdo con la [estructura de los bytes de estado](#).
Ej. 20\n <comando>
 9 <byte respuesta>
- **21: Ciclo de trabajo del controlador**, el controlador enviará el valor actual del ciclo de trabajo del calentador que tiene en ese momento, se enviará una cadena que el servidor deberá convertir en su valor real float si fuese necesario. Esta cadena representa un valor porcentual entre 0.0 y 100.0
Ej. 21\n <comando>
 52.1 <valor respuesta>
- **22: Temperatura del agua**, el cliente solicita la temperatura actual del sensor PT100. Se envía una cadena con precisión de dos decimales que representa la temperatura en grados Celsius.
Ej. 22\n <comando>
 30.25 <valor respuesta>
- **23: SETPOINT**: el controlador enviará el valor actual del setpoint que tiene establecido, se enviará una cadena que el servidor deberá convertir en su valor real float si fuese necesario.
Ej. 23\n <comando>
 35.5 <valor respuesta>

- 24: **PROPORCIONAL**, el controlador enviará el valor actual de la variable proporcional que tiene establecida, se enviará una cadena que el servidor deberá convertir en su valor real float si fuese necesario.

Ej. 24\n <comando>
 10.0 <valor respuesta>

- 25: **INTEGRAL**, el controlador enviará el valor actual de la variable integral que se tiene establecida, se enviará una cadena que el servidor deberá convertir en su valor real float si fuese necesario.

Ej. 25\n <comando>
 0.01 <valor respuesta>

- 26: **DERIVATIVO**, el controlador enviará el valor actual de la variable derivativa que se tiene establecida, se enviará una cadena que el servidor deberá convertir en su valor real float si fuese necesario.

Ej. 26\n <comando>
 0.001 <valor respuesta>

Comandos para actualizar el estado del controlador

Sintaxis: Comando\n

Descripción: el servidor de aplicaciones está indicando que enviará un dato de actualización al controlador. El proceso de la transacción es el siguiente:

1. El servidor de aplicaciones envía el comando **<comando>\n**, en donde <comando> identifica lo que se va a actualizar, el carácter de fin de línea **\n** indica la finalización del comando.
2. El controlador recibirá el comando y evaluará si el **id** corresponde a un campo actualizable, en caso afirmativo enviará una respuesta de acuerdo con la naturaleza de la acción a realizar.
3. Los comandos relacionados con la actualización de variables para el controlador PID (Setpoint, Proporcional, Integral, Derivativo) requieren de dos transacciones TCP, la primera es para indicar que variable se va a actualizar y la segunda para especificar el nuevo valor de la variable.

Identificadores con permisos de escritura: son aquellos en los cuales el servidor de aplicaciones tiene permiso de escritura de acuerdo con la [Tabla de transacciones de datos](#) y [estructura de los bytes de estado](#).

- **10: Activar perturbación**, si la temperatura en el tanque 2 se ha establecido, se activarán las válvulas SV1, SV2 y la bomba.
Ej. 10\n <comando>
 OK <respuesta>
- **11: Desactivar perturbación**, se desactivarán las válvulas SV1, SV2 y la bomba.
Ej. 11\n <comando>
 OK <repuesta>
- **12: Inicio (START)**, Si la variable P es superior a 0, entonces se activará el controlador PID y se activará el módulo PWM del controlador.
Ej. 12\n <comando>
 OK <respuesta>
- **13: Detención (STOP)**, se desactiva el controlador PID y el módulo PWM.
Ej. 13\n <comando>
 OK <respuesta>
- **14: Inicialización (RESET)**, se desactiva el controlador PID, el módulo PWM y se limpian las variables: SP, P, I, D y Temperatura en Tanque 2.
Ej. 14\n <comando>
 OK <respuesta>
- **50: SETPOINT**, actualización del valor del set point del controlador PID. Al recibir este comando el controlador esperará un segundo dato desde el servidor de aplicaciones que corresponde al valor del set point.

Ej. 50\n <comando>
 35.5\n <valor>

- 51: **PROPORCIONAL**, actualización del valor de la variable del control proporcional del controlador PID. Al recibir este comando el controlador esperará un segundo dato desde el servidor de aplicaciones que corresponde al valor proporcional.

Ej. 51\n <comando>
 2.0\n <valor>

- 52: **INTEGRAL**, actualización del valor de la variable del control integral del controlador PID. Al recibir este comando el controlador esperará un segundo dato desde el servidor de aplicaciones que corresponde al valor proporcional.

Ej. 52\n <comando>
 0.015\n <valor>

- 53: **DERIVATIVO**, actualización del valor de la variable del control derivativo del controlador PID. Al recibir este comando el controlador esperará un segundo dato desde el servidor de aplicaciones que corresponde al valor derivativo.

Ej. 53\n <comando>
 0.001\n <valor>