

# **‘DISEÑO, IMPLEMENTACION Y MONITOREO DE UN SISTEMA DIDACTICO BASADO EN EL CONTROL DE NIVEL DE UN TANQUE VIA RF, UTILIZANDO EL SCADA INTOUCH Y RSLOGIX500 CON EL PLC MICROLOGIX 1200 DE ALLEN BRADLEY’**

**JC.Ortega , B. Rivera ,Ing Alberto Manzur\***  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación.**  
**Escuela Superior Politécnica del Litoral**  
**Campos Gustavo Galindo Km 30.5 Vía la Perimetral**  
**Apartado 09-01-5863, Guayaquil-Ecuador**  
**[cortega@fiec.espol.edu.ec](mailto:cortega@fiec.espol.edu.ec),[brivera@fiec.espol.edu](mailto:brivera@fiec.espol.edu)**

## **Resumen**

*El proyecto consiste en diseñar, implementar y monitorear un sistema de control de nivel; en nuestro caso vamos a controlar el nivel de agua. Para lo cual vamos a comenzar con el diseño de una primera estructura metálica en el cual va estar ubicado el tanque de cristal de 1 metro de altura en la parte superior, y el reservorio de 40cm de altura en la parte inferior .La bomba centrífuga va a estar sobre el reservorio, y el sensor ultrasónico, transmisor de RF y fuente 12Vdc sobre el tanque de cristal.*

*En la segunda estructura vamos a colocar un panel de control el cual va a tener un PLC Micro logix 1200 de Allen-Bradley, Expansor Analógico IF2OF2, Variador Power Flex 4 de Allen-Bradley, Guarda motor, modulo de RF( receptor) ,transformador de control, fuente 12 y 5 Vdc, pulsadores, luz piloto, selector 3 posiciones , seccionadores, borneras.*

*El control de nivel de nuestro sistema didáctico lo vamos a controlar utilizando un PID programado en el PLC de tal forma que al ingresar la señal del sensor ultrasónico (4 a 20mA equivalente de 0 a 80 cm ) proveniente del tanque de cristal, esta señal será comparada con el setpoint ya establecido por el usuario De esta manera generara una señal de salida (0 a 10Vdc ), que estará conectada en la entrada analógica del variador ya que de esta manera controlaremos el caudal variando la frecuencia.*

*Todo este proceso lo vamos a monitorear mediante un sistema scada ,en nuestro caso utilizaremos intouch ,en el cual controlaremos el nivel del liquido, variando su setpoint.*

**Palabra Clave:** Control de Nivel vía RF

## **Abstract**

*The project is to design, implement and monitor a level control system in our case we will control the water level.To this end we begin with the design of a first metal structure which will be located at the glass tank 1 m eter in height at the top, and the reservoir of 40cm in height at the botto m. The centrifugal pump will be on the reservoir, and the ultrasonic sensor, RF transmitter and 12Vdc source on the glass tank .*

*In the second structure will place a control panel which will have a MicroLogix 1200 PLC Allen-Bradley, Analog Expander IF2OF2, Variable Power Flex 4 Allen-Bradley,protect motor,RF module (receiver), control transformer, source 12 and 5 Vdc, pushbuttons, pilot light, 3 position selector, switches, terminal blocks .*

*The control level of our educational system we will be controlled using a PID programmed into the PLC so as to enter the ultrasonic sensor signal (4 to 20mA equivalent of 0 to 80 cm) from the tank glass, this signal will be compared with the setpoint and set by the user. In this way generate an output signal (0 to 10Vdc), to be connected to drive the analog input since this way they controlled the flow by varying the frequenc y.*

*All this process we will monitor through a SCADA system, in our case we use intouch, which will control the liquid level, varying its setpoint.*

*KeyWord: RF Level Control via*

## **1.-Introducción**

Hoy en la actualidad con el avance de la tecnología la Ingeniería se ha visto en la necesidad de ayudarse de la existencia de nuevos dispositivos de control como son PLC, Variadores de Frecuencia, Transmisores, Sensores, Actuadores neumáticos, electro neumáticos etc. utilizados para la automatización de procesos industriales de tal forma que su secuencia productiva sea más eficiente.

La mayoría de las industrias al implementar nuevos proyectos toman en cuenta como principal factor la economía; para lo cual se estudia la forma de economizar mas, esto nos a llevado a la investigación completa para un sistema di dático en el control de nivel de un liquido cualquiera que sea.

El control de nivel de un tanque puede ser discreto o proporcional; siendo el proporcional más exacto y a la vez el más caro al momento de ser implementado, ya que está diseñado de tal forma que la cantidad de dispositivos a utilizar son más, ocasionando más costos.

El sistema didáctico en el control de nivel que nosotros hemos diseñado está basado en un tanque de cristal ,el cual va a tener un orificio en la tapa superior donde se va a colocar el sensor ultrasónico el cual va a transmitir la señal analógica de corriente (4-20mA) a un emisor; ya que esta transmisión no va a contar con cables sino mediante transmisión RF .

La señal analógica de corriente que sale del tanque de cristal enviado por el emisor llega al receptor vía RF ,el cual está ubicado en el panel de control ;donde va a ingresar a un modulo de expansión analógico configurado para señal de corriente .Este expansor esta comunicado con el PLC ,generando una señal de salida analógica de voltaje (0-10 Vdc) mediante el expansor la cual va a transmitir a un variador de frecuencia, cambiando así la velocidad del motor que esta acoplado a la bomba.

De esta manera podremos controlar la velocidad de la bomba y por lo tanto el caudal evitando que sobrepase el nivel seleccionado por el operador (setpoint) ,finalizando el lazo de control.

La perturbación no puede ser olvidada en un lazo de control, que en este caso sería el consumo ; y está ubicada en la parte inferior del tanque de cristal, la cual está conectada a un reservorio de cristal a travez de una válvula manual.

Este reservorio de cristal nos sirve de almacenador de líquido y a la vez de abastecedor para la bomba, generando una recirculación de proceso.

Este proceso lo vamos a controlar de dos puntos como son el modo manual a travez del panel de control y el automático a travez del PLC conectado a un SCADA INTOUCH a travez del cual se puede monitorear el proceso.

En nuestro panel de control contaremos con pulsadores, selector, variador de frecuencia, PLC, guardamotor, modulo de recepción de se ñal vía RF, transformador de control, fusibles, borneras.

En el sistema manual contaremos con un pulsador marcha para encender la bomba; en el cual necesitaremos arrancar el variador de frecuencia .Se utilizara un relec de 8 pines para el enclavamiento.

También se utilizara un pulsador paro para detener la bomba en caso de que llegue a su nivel máximo. En este sistema el PLC queda aislado de la parte de control, quedando de esta manera listo para mantenimiento si el caso lo requiriera.

En el sistema automático nuestro PLC va estar encargado de controlar el nivel deseado; por medio de un bloque de programación como es el bloque PID. Este bloque va a tomar la señal de corriente proveniente del sensor ultrasónico: ya hecho el escalamiento respectivo, para luego ser analizada

por el bloque PID; generando una señal que contrarresta su cambio.

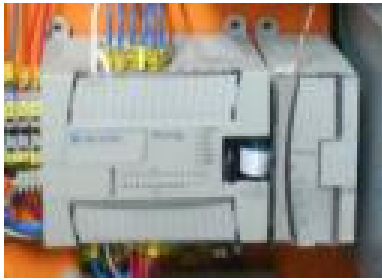
Nuestro sistema didáctico va ser parametrizado de tal forma que cuando la columna de líquido llegue a su setpoint la salida de corriente análoga (4-20mA) del expansor analógico proveniente del PLC va a cambiar su frecuencia; de tal forma que va a disminuir su caudal controlando de esta manera el nivel deseado.

## 2.- Selección del PLC y Unidades de Periferia

Se utilizo un PLC MicroLogix 1200 de Allen Bradley con 1 módulo analógico

1769-IF2OF2 Módulo de entrada analógica de corriente/voltaje de 2 canales y salida analógica de corriente /voltaje de 2 canales.

- **Características del Micrologix 1200**

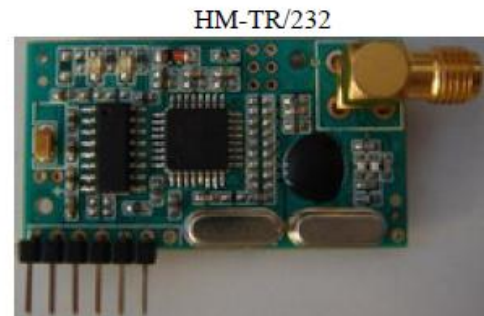


- El controlador MicroLogix 1200 cuenta con 6 K de memoria. La memoria puede usarse para archivos de programa y archivos de datos. El máximo uso de memoria de datos es 2 K palabras, tal como se muestra a continuación.
- Matemática de enteros con signo de 32 bits
- E/S incorporadas, las cuales proporcionan entradas y salidas de alta velocidad optimizadas
- Tres opciones base, incluyendo la configuraciones eléctricas con:
  - entradas de CA o CC
  - alimentación de CA o CC
  - salidas de relé o de estado sólido
- Dos potenciómetros de ajuste analógico incorporados en el controlador. Un giro de 3/4 de vuelta ajusta un entero entre 0 y 250

- Capacidades PID incorporadas
- Dos salidas de alta velocidad que se pueden configurar como PTO (salidas de tren de pulsos) de 20 kHz o como salidas PWM (anchura de pulso modulado) con perfiles de aceleración/ desaceleración
- Puerto de comunicación RS-232 adicional, el cual permite acceso de programación al controlador, mientras está conectado a otros dispositivos o redes

## 3.-Módulos de transmisión RF

Este modulo de trasmisión inalámbrica HM-TR transmisor de datos wireless. Esta diseñado para aplicaciones que necesiten transmisión de datos a altas velocidades, de larga distancia, frecuencias programables, configurable el formato UART, como podemos ver en la siguiente Fig. 1.2.3



**Fig. 1.2.3**

- **Principales Características.**
  - 1.-FSK modulación, alta interface de inmunidad
  - 2.- 2 vías de comunicación half –duplex
  - 3.-Bandas 315/433/868/915 Mhz
  - 4.-Frecuencias Programadas
  - 5.-Envío de controlador RF a protocolo de traslación UART
  - 6.-Configuración de formato UART con velocidad de datos de 300- 19200 bps.

7.-Usando el pin ENABLE para control duty-cycle, satisfaciendo diferentes requerimientos en aplicaciones.

8.-Larga transmisión con un rango de 300m en área abierta.

9.-Interface estándar de UART con TTL 0 RS-232 nivel lógico.

10.-Tamaño compacto estándar 0.1'', conector SIP y antena SMA.

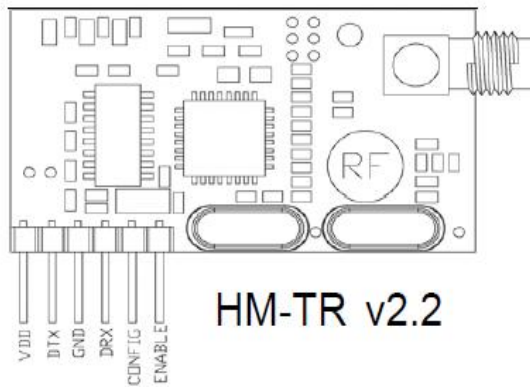


➤ **Configuración de pines**

Pin	name	note
1	VDD	Fuente de Alimentación
2	DTX	Datos de Salida de modulo
3	GND	Tierra
4	DRX	Datos de entrada de modulo
5	CONFIG	Si este pin es de alta alimentación, el modulo debena estar configurado en comunicaciones bajas
6	ENABLE	Si este pin es de bajo en modo normal, el modulo debena estar en reposo inmediatamente.

**Tabla 1.2.3**

Se puede ver detalladamente en la siguiente figura 1.2.3 b



**Fig. 1.2.3 b**

El Sensor ultrasónico marca sick modelo um30 13113, tiene un alcance de escaneo de 200 a 1300 mm con una frecuencia de 200Khz de transmisión y una resolución de 0.36mm con un tiempo de respuesta 110 ms

Su voltaje de alimentación Vs puede estar en el rango de 12 a 30 Vdc, es necesario saber que:

La señal analógica de salida de corriente (4 a 20 mA ) depende del voltaje de alimentación y una resistencia RI de carga

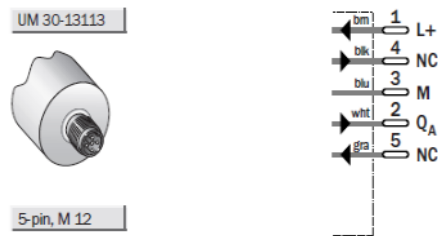
Si el Vs 20 V entonces RI 500

Si el Vs 12V entonces RI 100

La señal analógica de salida de voltaje (0 a 10 V) se da si:

Si el Vs 15V entonces RI 100K ..

La conexión de alimentación de 10 a 30 Vdc en el sensor ultrasónico se lo hace entre los pines 1 y 3, mientras que la salida analógica se lo hace a través del pin 2 y retorna en el pin 3 como se muestra en la siguiente figura 1.2.5.a



**Figura 1.2.5a**

**4.- Sensor Ultrasónico**

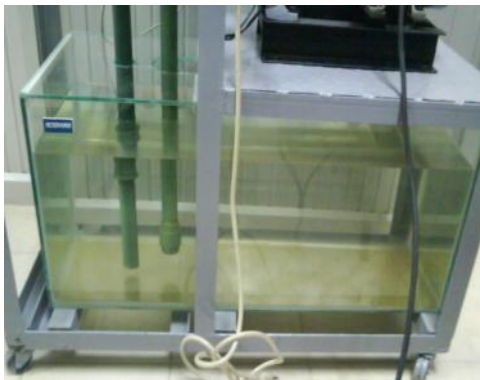
**5.- Tanque y Reservorio**

El tanque es de vidrio con dimensiones de 30x30x100 cm ,con un espesor de 6 líneas; las paredes con una base de 10 líneas para soportar 20 gls de presión como se indica en la figura 1.2.9



**Figura 1.2.9**

El reservorio también es de vidrio con dimensiones 30x36x80 cm con un espesor de 6 líneas todas las paredes para soportar la misma presión que el tanque como se indica en la figura 1.2.9 b

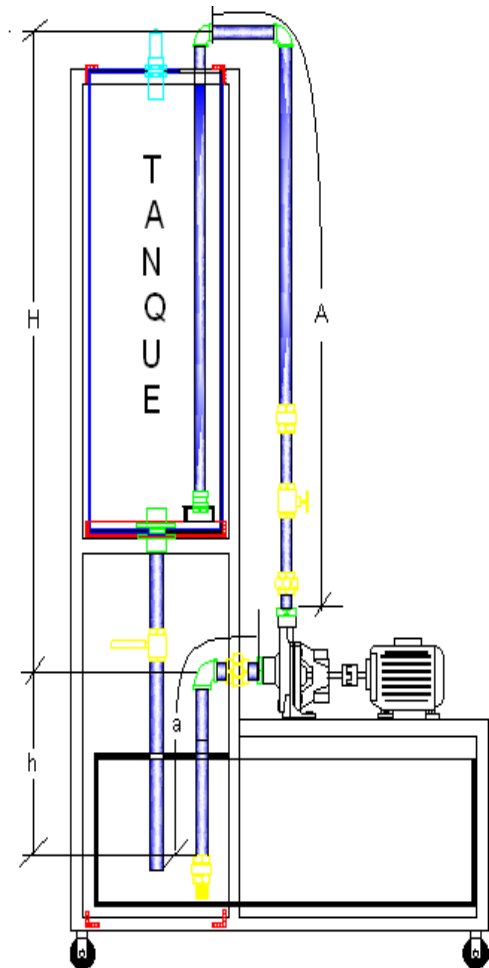


**Figura 1.2.9 b**

## 6.- Diseño del Sistema de Bombeo

El diseño de un sistema de bombeo es realizado partiendo del caudal que se pretende utilizar, el nivel estático y el nivel dinámico para el caudal deseado. Otro factor necesario es la ejecución de un pequeño proyecto de instalación donde deben ser determinados los

datos referentes a la distancia del pozo de extracción al tanque de agua, el desnivel (altura manométrica) los diámetros de aspiración y elevación, la longitud de los tramos de cañerías y la definición de las conexiones necesarias (llaves, curvas, válvulas, etc). Como se puede apreciar en la figura 2.3



**Figura 2.3**

Esas informaciones permiten el cálculo de la altura manométrica total que, conjuntamente con el valor de caudal deseado del proyecto, determinará el modelo de bomba a ser utilizada, mediante la consulta al catálogo del fabricante, que informa también la curva de rendimiento de la bomba y la potencia del motor exigida para el caso específico.

## 7.- Alcance a Transmitir

El sistema una vez calibrado y ejecutando el control de nivel requerido, se adquirió los siguientes datos, Ver **tabla 5.6.1 c**.

ANÁLISIS DE RESULTADOS					
NIVEL (CM)	FRECUEN CIA(Hz)	EFICIENC IA(%)	VOLT_RECEPT OR.(VDC)	VOLT_ENT_VARI ADOR.(VDC)	CORRIENTE_BO MBA(AMP)
0	0	0	0	0	0
10	36	60	3.2	6.3	1.28
20	39.7	65	4.3	6.66	1.28
30	40.1	68	5.03	7.15	1.28
40	43.8	70	5.93	7.35	1.28
50	40.3	75	6.82	7.84	1.28
60	48	75	7.73	8.1	1.28
70	50	80	8.64	9	1.28
80	54	85	9	10	1.28

**Tabla. 5.6.1 c Tabla de resultados generales del sistema.**

### 8.- Alcance a Transmitir

Al culminar la implementación del sistema didáctico de control de nivel, logramos aprender un poco más del automatismo, generando mayor destreza en la conexión de dispositivos de control como sensor ultrasónico, PLC, variador de frecuencia y dispositivos de protección como guardamotor ,disyuntor.

Este sistema didáctico de monitoreo de nivel es exacto por o que podemos concluir que el tiempo de respuesta es 110 ms, con el fin de que el proceso sea continuo.

Con respecto al sistema de bombeo, podemos concluir que la corriente se eleva cuando el reservorio se queda sin líquido, ya que absorbe vacío.Por lo que se recomienda siempre tener lleno el reservorio

Cuando se parametriza el variador, el cual va a ser comandado por una señal analógica proveniente de un PLC ,es factible disminuir los tiempos de aceleración y desaceleración. Se recomienda lo mínimo en seg con el fin de que el Bloque PID realice el control de aceleración y desaceleración lo más rápido.

También se puede concluir que la señal emitida por el sensor ultrasónico puede ser afectada por la perturbación, por lo que se recomienda diseñar un sistema que evite la perturbación del líquido al ser este llenado en el tanque.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al culminar la implementación del sistema didáctico de control de nivel, logramos aprender un poco más del automatismo, generando mayor destreza en la conexión de dispositivos de control como sensor ultrasónico, PLC, variador de frecuencia y dispositivos de protección como guardamotor ,disyuntor.

Al desarrollar el sistema de transmisión inalámbrica utilizando antenas programables y Micro controladores para la conversión de señal; fue un reto diseñar el modulo emisor y el receptor con resistencias, cristal, capacitores, seguidores de voltaje, convertidor digital /analógico, convertidor de RS232 a

TTL.

Se utilizo dos software para la programación y grabado/borrado como son Microcode studio y Pic ic-prog respectivamente

Para realizar el monitoreo se utilizo scada intouch realizando la comunicación con Rslogix 500 que es el software de programación para los PLC Micrologix 1200 ,utilizando el software de comunicación RsLinx entre PLC y PC y también para realizar la interface con intouch.

Al realizar pruebas en modo automático podemos concluir que la frecuencia iba cambiando en forma creciente a medida que se elevaba el setpoint

Para un mejor control de nivel de lazo cerrado debemos tener en cuenta que la demanda sea mayor que el consumo, por lo tanto la tubería de descarga se redujo de 1 pulgada a ½ pulgada, con el fin de evitar esto

## BIBLIOGRAFIA

- ING MAURICIO AMESTESVI MORENO, "APUNTES DE CONTROL PID, LA PAZ ENERO 2001

- ING JOSE L REDREJO, "DESARROLLO DE SISTEMAS DE REGULACION Y CONTROL", ALMENDRALEJO.
- LARBABURU AMIZABALAJA, NICOLAS 2004, MAQUINAS PRONTUARIO.TECNICAS MAQUINAS HERRAMIENTAS, MADRID: THOMAS EDITORES ISBW 84-283-1968-5.
- ELECTRONICA PRACTICA CON MICROCONTROLADORES PIC(PROGRAMACION CON LENGUAJE BASIC,SANTIAGO GORRALES 2006,ECUADOR
- BEJARANO RICO, RAFAEL.LATORRE CHACON, LEONARDO,BOMBAS CENTRIFUGAS SELECCIÓN, INSTALACION, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO.
- CATALOGOS DE BOMBAS CENTRIFUGAS SUMINISTRADOS POR LA EMPRESA BOMBAS Y RIEGOS,MEDELLIN,COLOMBIA
- PARES JA,"MAQUINAS Y EQUIPOS PARA LA INTRODUCCION DE ENERGIA EN LOS PROCESOS ,DEPTO DE INGENIERIA QUIMICA,UNIVERSIDAD DE CONCEPCION 1984

-----  
Ing Alberto Manzur  
Director de Tesis