

LABORATORIO VARIADORES  
DE FRECUENCIA  
CONTROL DE CAUDAL  
USO DE VARIADOR DE FRECUENCIA

# VARIADORES DE FRECUENCIA - Conceptos

El motor de corriente alterna asincrónico tipo jaula de ardilla, es un motor robusto, liviano, simple de construcción, buen rendimiento y de fácil mantenimiento, es el ideal para el uso en la industria, siendo que es un motor más rígido en cuanto a su velocidad. La velocidad del motor asincrónico depende de la forma constructiva del mismo y de la frecuencia del sistema de alimentación. La frecuencia del sistema de alimentación que entregan las Compañías de Energía es fija (50 Hz o 60 Hz), y por lo tanto la velocidad de los motores asincrónicos es constante, salvo que se varíe el número de polos, la tensión o la frecuencia. El método más eficiente para variar la velocidad de un motor de CA es por medio de un variador electrónico de frecuencia. No se requieren motores especiales, son muy precisos y su costo cada día es más bajo

- **VENTAJAS:**

- Variación simultánea de frecuencia y tensión
- Optimización de la energía consumida
- Mejor control de la variable de proceso (movimiento, fluido, posición, etc.)
- Mayor integración con los distintos niveles de control (capacidad de comunicación)
- Parametrización sencilla

- **BENEFICIOS**

- Control de aceleración y frenado
- Control del par máximo
- Protección integral del motor (sobrecorrientes y temperatura)
- Frenado regenerativo

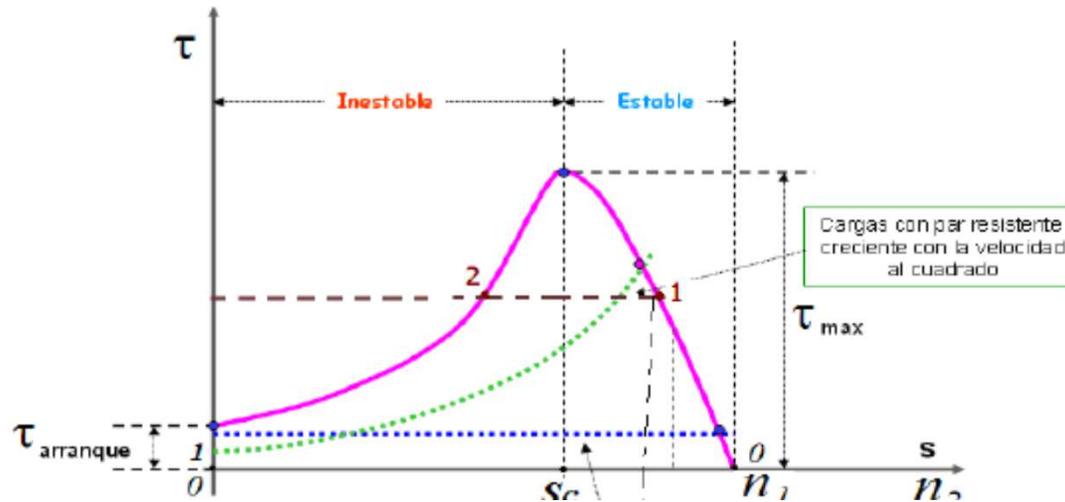
# VARIADORES DE FRECUENCIA - Conceptos

- MOTOR ASINCRÓNICO – TORQUE ELECTROMAGNÉTICO

$$T_{EM_{Max}} \cong K \cdot \left( \frac{U_1}{f_s} \right)^2$$

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

$$n_1 = \frac{60 \cdot f}{p}$$

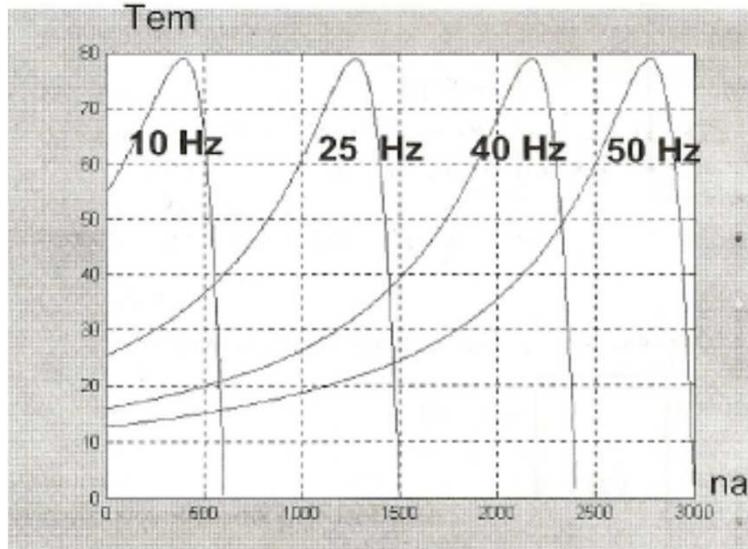


# VARIADORES DE FRECUENCIA - Conceptos

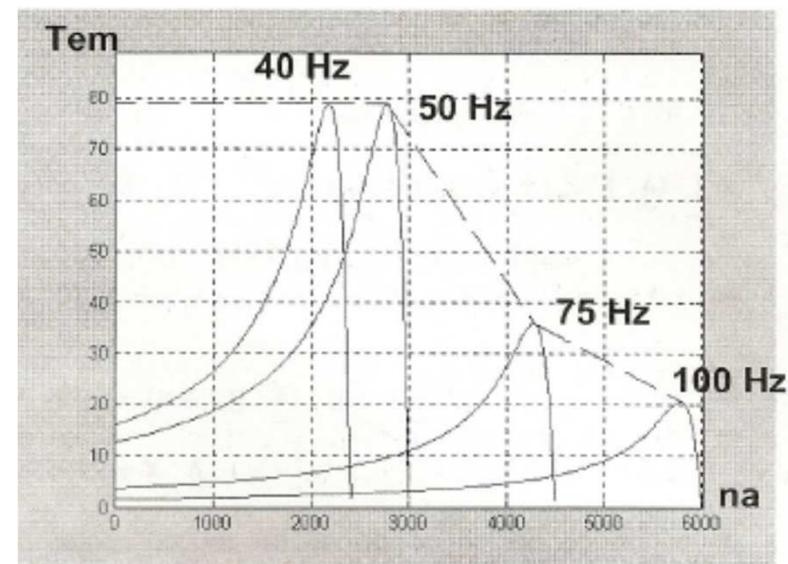
- **MOTOR ASINCRÓNICO – TORQUE EN FUNCIÓN DE LA FRECUENCIA**

Si variamos la frecuencia manteniendo el torque electromagnético constante ((relación  $V/I$ ), podremos obtener una familia de curvas:

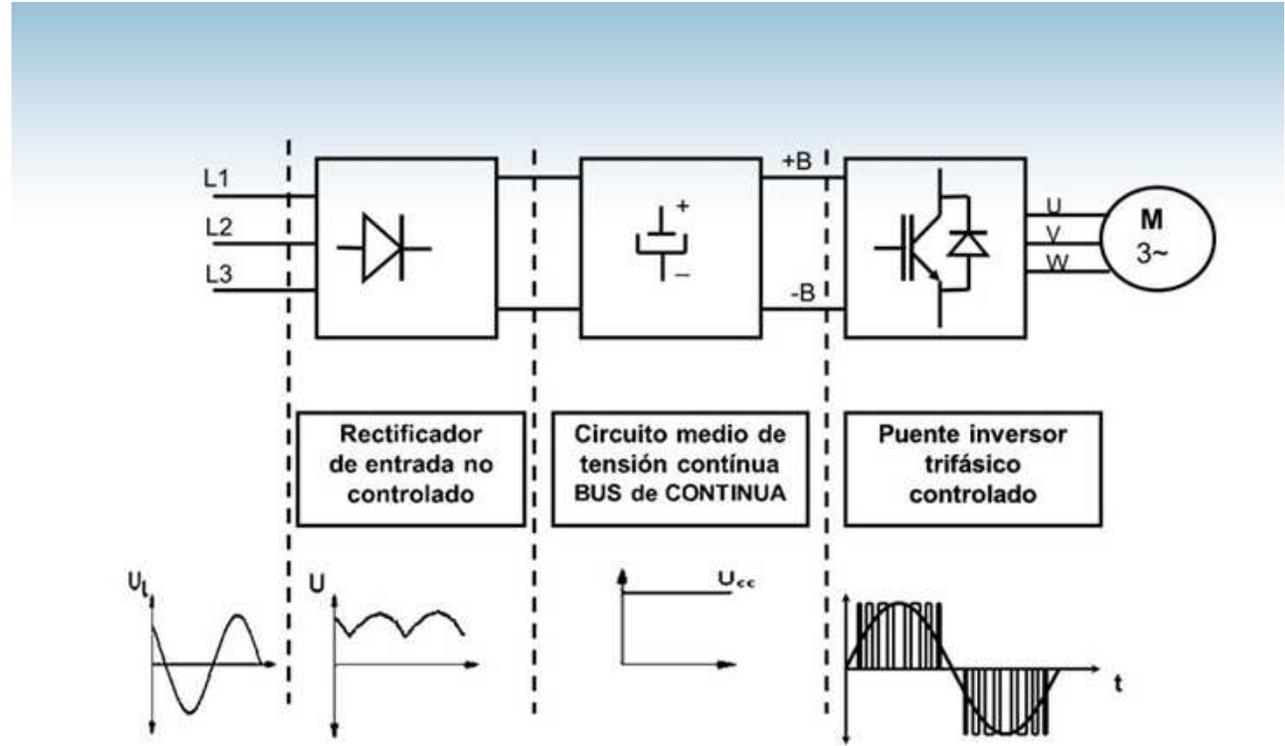
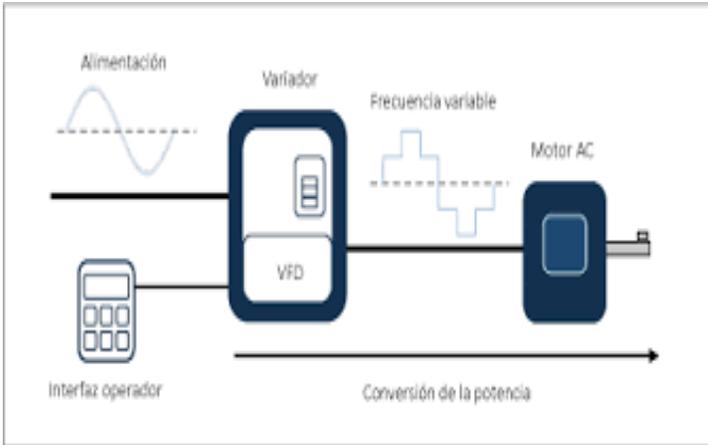
## A.- Para $f \leq 50$ Hz



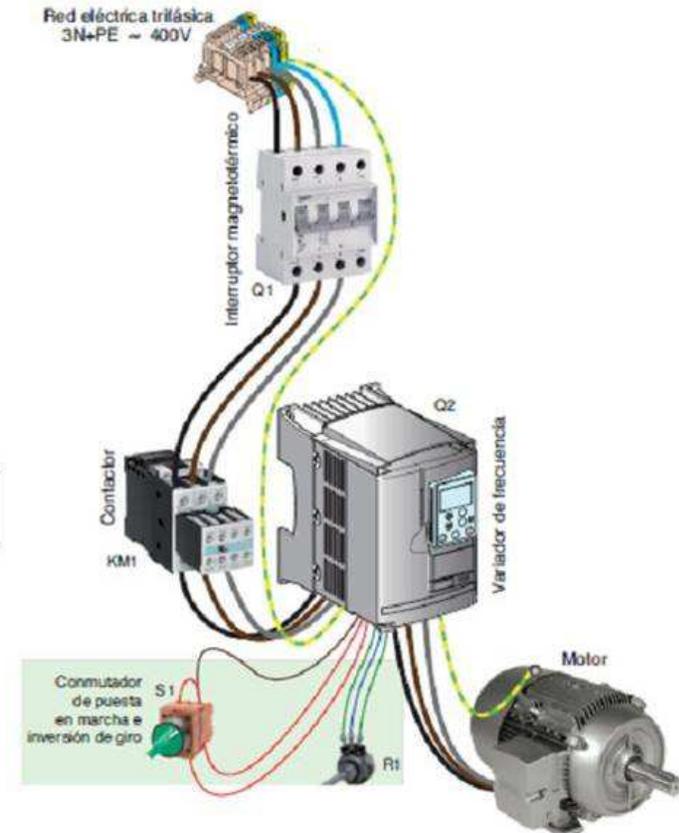
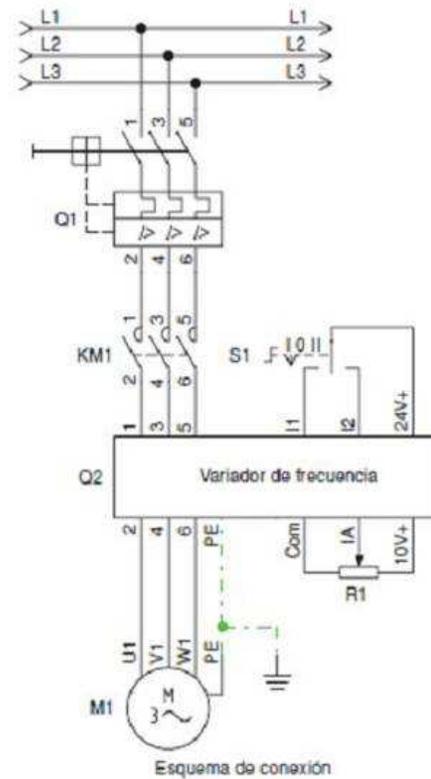
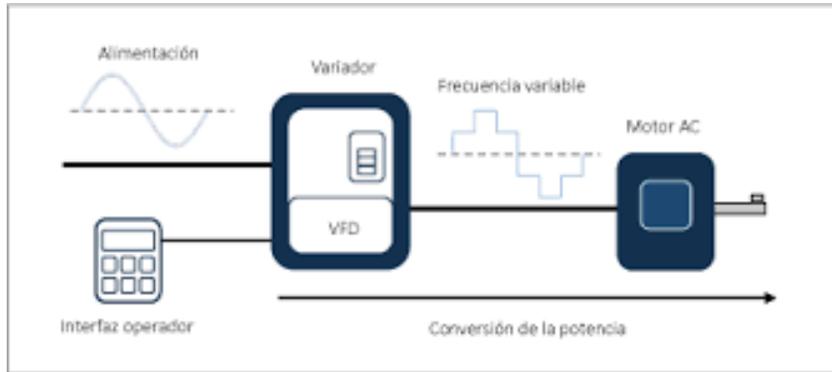
## B.- Para $f > 50$ Hz



# DIAGRAMA EN BLOQUE DEL VARIADOR DE FRECUENCIA



# CONEXIONADO DEL VARIADOR DE FRECUENCIA



# LAY OUT PLANTA DIDACTICA USO DE VARIADOR DE FRECUENCIA

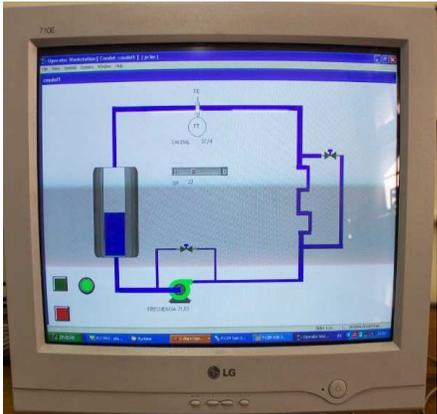
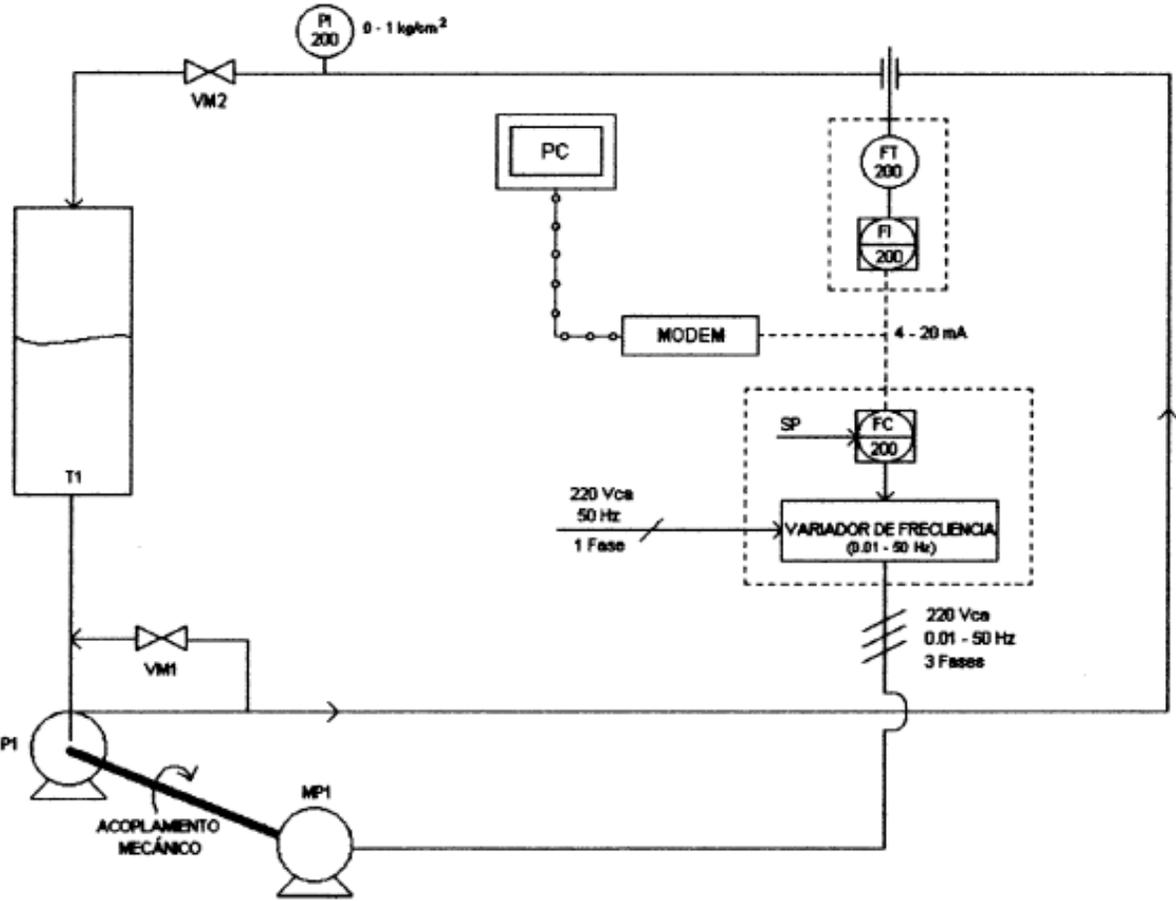


Diagrama P&ID – Planta de *control de caudal* con un Variador de Frecuencia



## Descripción de la Planta

- Básicamente consiste en una bomba P1 que es accionada por un motor asíncrono MP1, torna líquido del tanque T1 y lo impulsa por una tubería. Esta tubería dispone de una placa orificio que está conectada a un instrumento que es un Transmisor de presión diferencial cuya función es la de transmitir el valor de caudal y por eso se ha representado como FT (flow transmitter) y FI (flow indicator) todo en un solo elemento.
- Este instrumento es un transmisor de presión diferencial que genera una señal eléctrica de 4 - 20 mA acorde al valor de caudal que circula por la tubería. Esta señal que representa el **valor de variable controlada (caudal real)** es la que ingresa al controlador de caudal FC en donde es comparada con el valor de set point, previamente fijado como valor deseado de caudal (asimismo se dispone de un indicador del valor de este Set-Point), y en función de la desviación de la variable controlada con respecto al set-point que se conoce como error, se ejecuta entonces **el algoritmo P+I**, generando una salida que es la que maneja la velocidad del Motor MP1, **por lo tanto la variable manipulada es la velocidad de la Bomba.**
- El variador de frecuencia genera una señal de salida, que es función del error aplicado al algoritmo P+I, en corriente alterna trifásica de 220V pero de frecuencia variable (0.01 - 50 Hz). Cabe aclarar que también la tensión varía. Esta señal alimenta al motor MP1 que acciona la bomba P1. El variador permite la variación modulante es decir, continua y progresiva de la frecuencia de la señal de alimentación del motor ocasionando como consecuencia una variación de igual

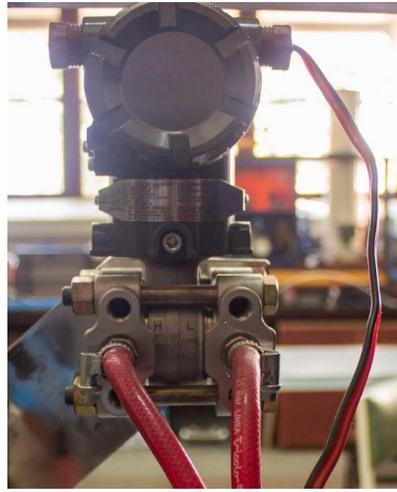


## Descripción de la Planta

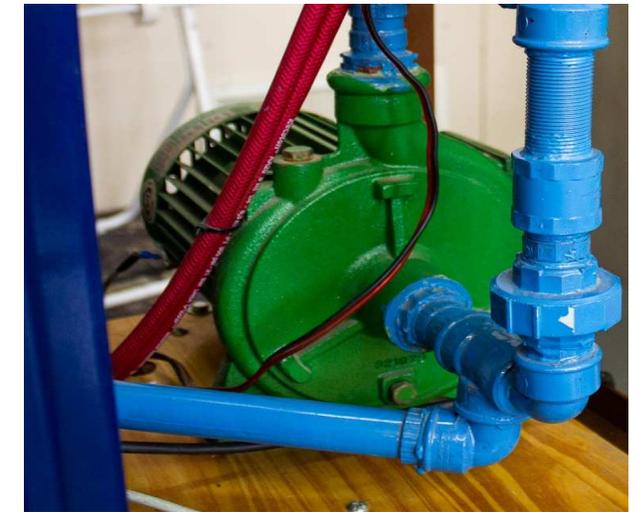
- **Adicionalmente, encontramos en la planta otros instrumentos:**
  - Potenciómetro para “generar” el Set-Point de Caudal (Set point LOCAL MANUAL)
  - Instrumento para visualizar el Caudal (Miliamperímetro que mide la señal 4-20 mA)
  - Transmisor Indicador de presión diferencial (FT) para poder medir el caudal de llenado del tanque T1. Este transmisor de presión diferencial mide caudal en combinación con una placa de orificio (FE).
  - Manómetro PI200, que nos permiten “medir” en forma local, la presión en la tubería.
  - Válvulas manuales (VM1 y VM2), que permiten generar “perturbaciones” en el sistema y así poder verificar el comportamiento de nuestro Sistema de Control.
- **El Controlador de Caudal (Variador de Frecuencia) , permite “parametrizar” determinadas constantes que son propias para configurar el Variador de Frecuencia**
  - Contante Proporcional – Kp (rPG)
  - Constante Integral – Ki (rIG)
  - Parámetros asociados a las características eléctricas del Motor
  - Otras funciones
- **El Controlador de Caudal (Variador + PLC + SCADA) :**
  - Set Point (Desde el SCADA)
  - Constante Proporcional (rPG) (Desde el Variador de Frecuencia)
  - Constante Integral – (rIG) (Desde el variador de Frecuencia)
  - Arranque y Parada de la Bomba: desde el SCADA
  - Parámetros asociados a las características eléctricas del Motor: desde el variador de frecuencia
  - Configuraciones de Entradas / Salidas del PLC (Digitales y Analógicas: Desde el software PLC)

## Instrumentación Planta de Control de Caudal con Variador de Frecuencia

- Transmisor de Presión diferencial para medición del caudal instantáneo



- Placa orificio (Orificio integral)



## Descripción de la Planta (Variador de Frecuencia c/Set Point Local Manual)

- **PANEL DE CONTROL**
- Comando de arranque/parada bombas

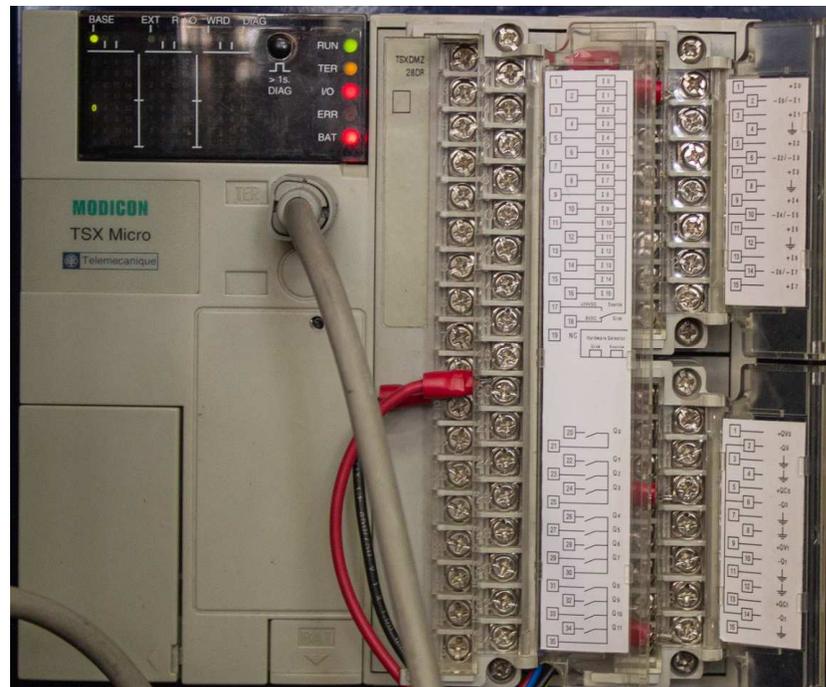


- Controlador de Caudal



## Descripción de la Planta: Variador de Frecuencia + PLC + SCADA

- VARIADOR (Controlador de Caudal) + PLC (Interface SCADA):

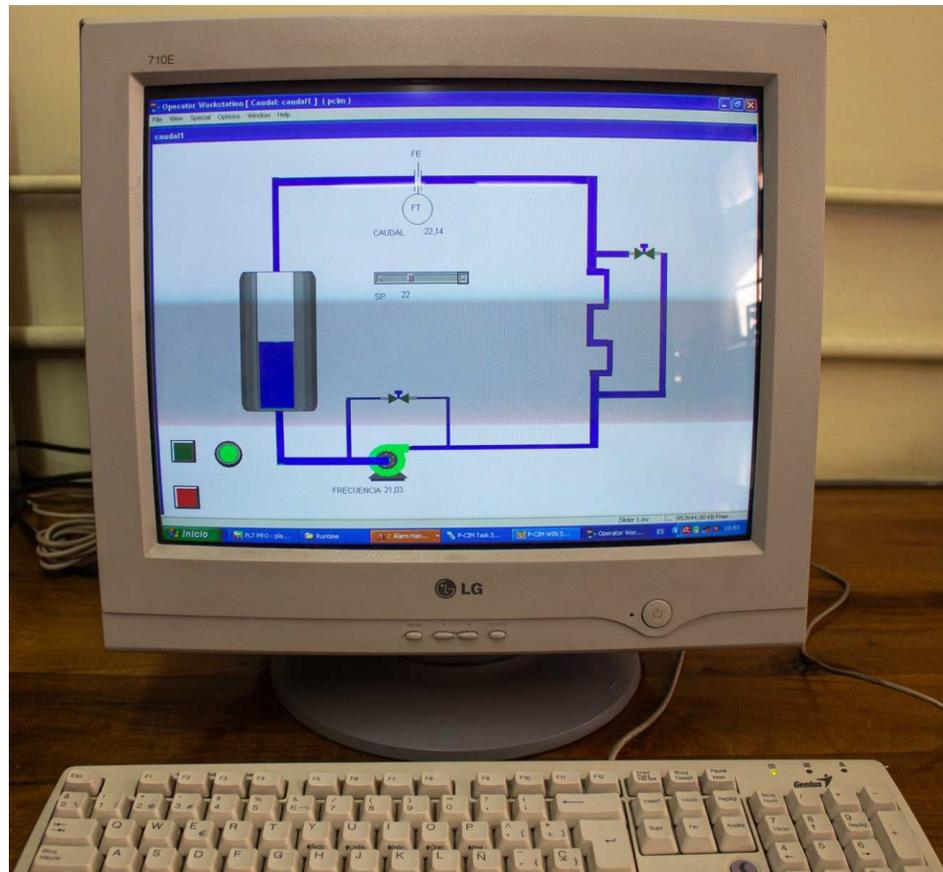


- PLC Tipo Modular:

- 16 DI
- 12 DO
- 4 AI
- 4AO

## Descripción de la Planta

- SCADA (Interface Hombre –Máquina): Control y Supervisión de la Planta



## Vídeos

- a.- Introducción:  
<https://youtu.be/aTDv7Fuv788>
- b.- Descripción de la Planta:  
<https://youtu.be/vXsHeqHYOKY>
- c.- Ajuste del set Point y parámetros del algoritmo de control:  
<https://youtu.be/6QjlUjFG80c>
- d.- descripción de la Planta con variador + PLC + SCADA  
<https://youtu.be/zUuxfodftqg>
- e.- Comportamiento de la Planta  
<https://youtu.be/BpZIsRVHznw>
- f.- Gráficos de Tendencias  
<https://youtu.be/bH0IYGjnuyY>