



## UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

### INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

**Presentación del trabajo de titulación modalidad: Proyecto de Investigación previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Electrónica e Instrumentación**

**"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PANELES REMOTOS Y CONTROL AUTOMÁTICO DE LOS PROCESOS DE CAUDAL Y NIVEL, UTILIZANDO MICRO AUTÓMATAS EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS"**

**Autores:**

Padilla Méndez, Iván David  
Palomo Urrutia, Wilson Enrique

Dr. Acosta Núñez, Julio Francisco, *Tutor*  
M.Sc. Pruna Panchi, Edwin Patricio,  
*Colaborador*



- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
- 3 WEB SERVER Y PANELES REMOTOS
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 TRABAJOS FUTUROS

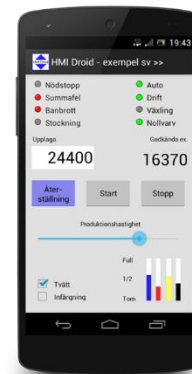
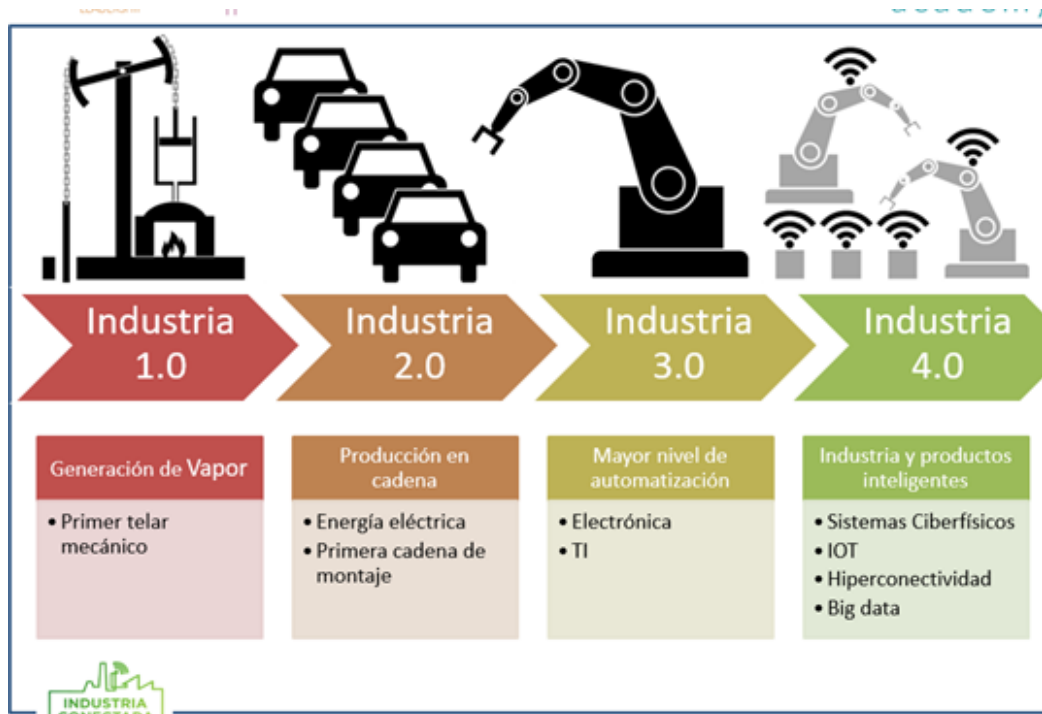


- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
- 3 WEB SERVER Y PANELES REMOTOS
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 TRABAJOS FUTUROS



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 ANTECEDENTES



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.2 PROBLEMÁTICA



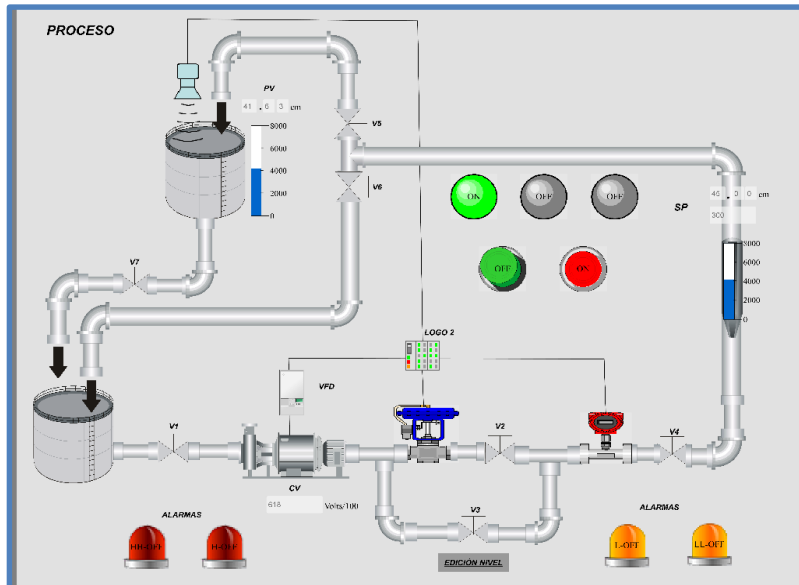
- Sobredimensionamiento de Controladores.
- Carencia de Plataformas Digitales y Soporte Web.
- Sistema de Control y Supervisión de bajo costo.
- Beneficio e la formación Teórico/Práctico de los nuevos profesionales.



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.3 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e Implementar paneles remotos y controlar los procesos de caudal y nivel, utilizando micro autómatas en el laboratorio de redes industriales y control de procesos.



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar el control automático de las estaciones de caudal y nivel, mediante el método analítico.

Diseñar la red industrial e implementar las conexiones necesarias de los equipos industriales.

Diseñar el HMI de los paneles remotos y estación central, basados en normas y estándares internacionales.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar y comparar los resultados obtenidos, mediante pruebas de operación de los sistemas en condiciones normales y extremas.

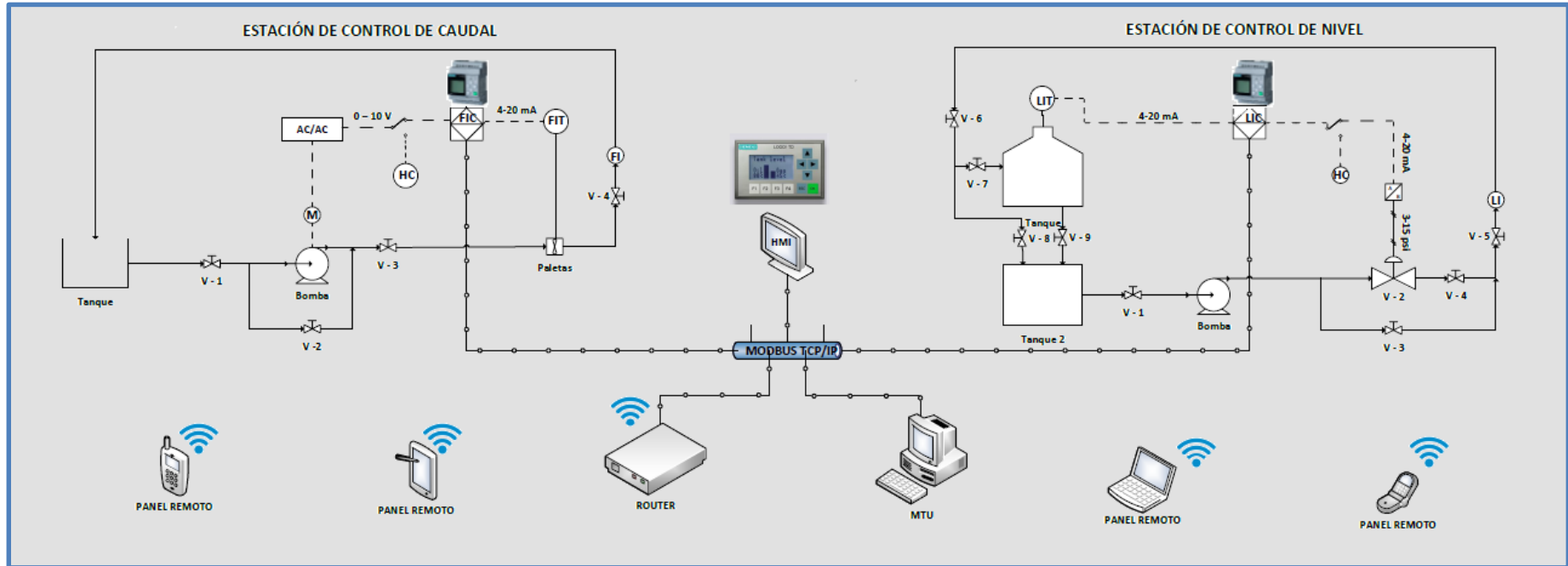
Comparar funcionalidad y costo de los micro autómatas con referencia a los Controladores lógicos programables, para la supervisión y control de las variables caudal y nivel.





# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.5 PROPUESTA

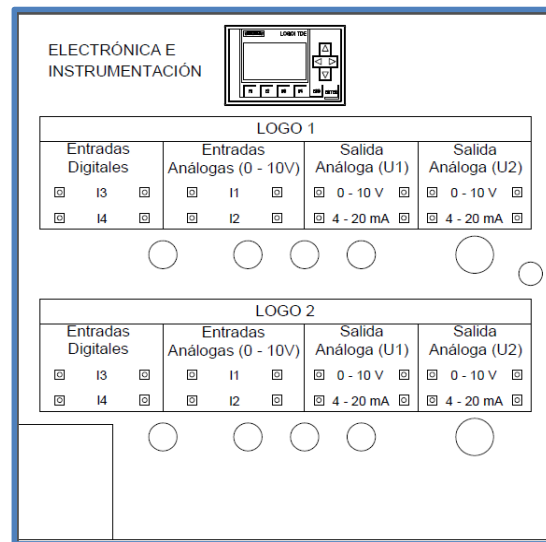
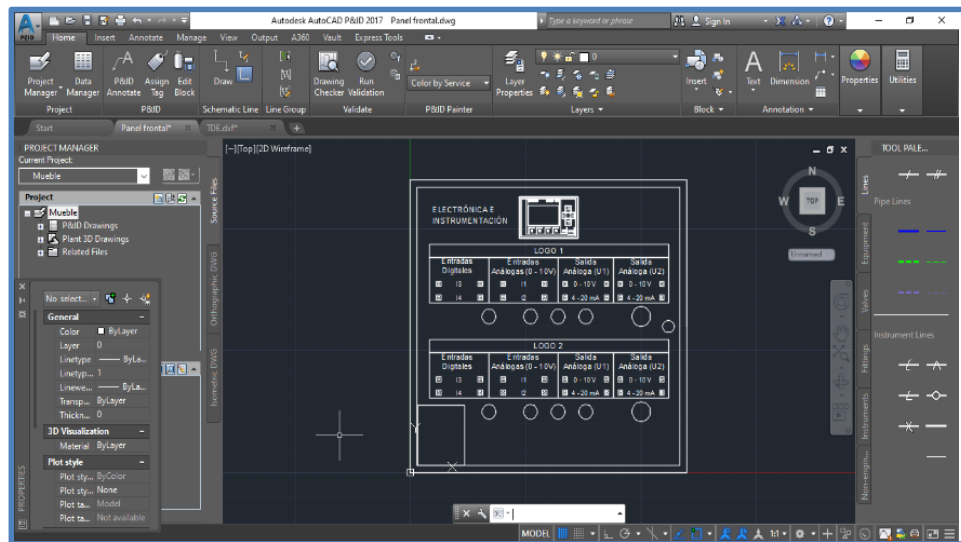


- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
- 3 WEB SERVER Y PANELES REMOTOS
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 TRABAJOS FUTUROS



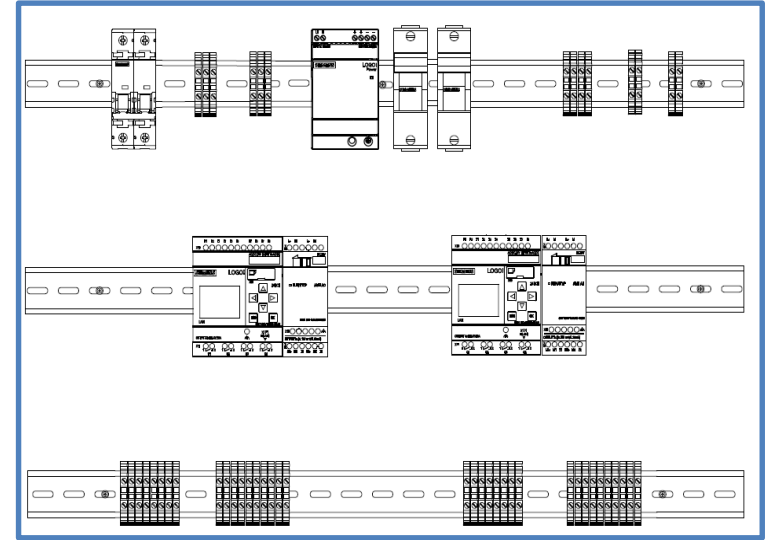
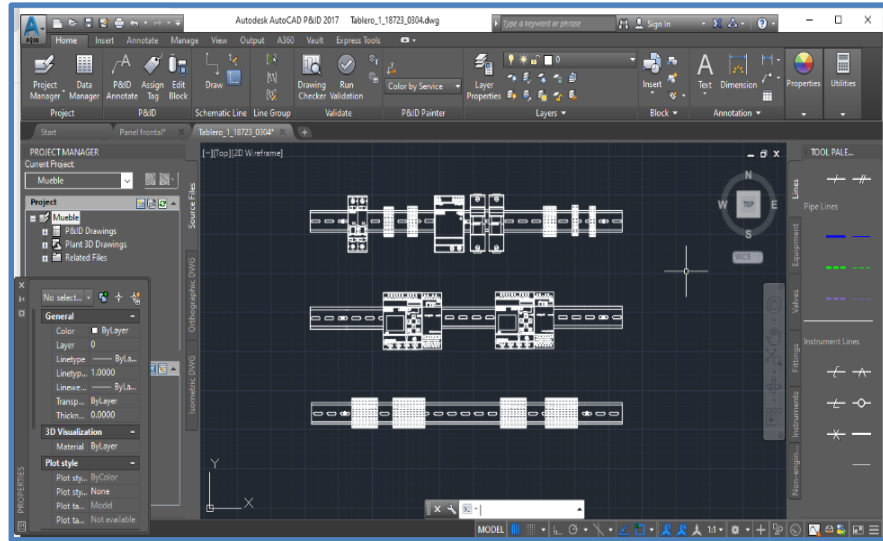
## 2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

### 2.1 PANEL FRONTAL



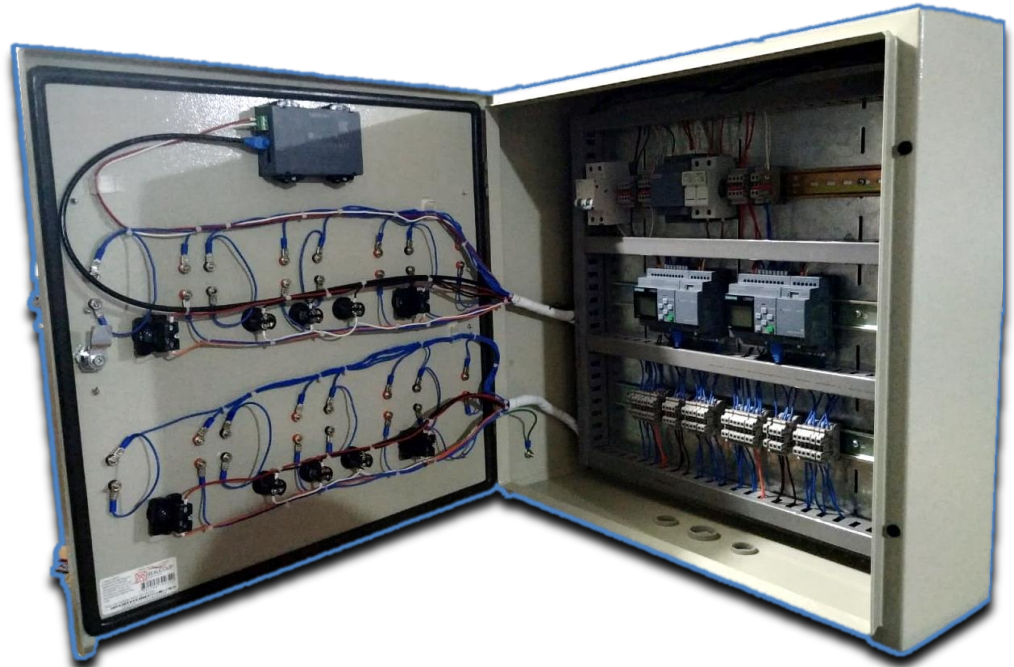
## 2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

### 2.2 PANEL INTERIOR



# 2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

## 2.3 IMPLEMENTACIÓN



- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
- 3 WEB SERVER Y PANELES REMOTOS
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 TRABAJOS FUTUROS



# 3. WEB SERVER Y PANELES REMOTOS

## 3.1 WEB SERVER

LIVE

File Edit Tools Window Help

Projects Start Page

### LWE: LOGO! WEB EDITOR

LOGO! Web Editor Tool is used together with LOGO! Base Module(BM) and LOGO! SoftComfort. This tool helps you customize the web pages in the Editor pane, and visually view the whole project through Web Server of the LOGO! Base Module.

- With LOGO! Web Editor Tool, you can:
- watch visualization run time information of LOGO! BM
  - combine the different components conveniently
  - customize individual web page



LOGO!Soft Comfort

Archivo Edición Formato Ver Herramientas Ventana Ayuda

Modo de diagrama Proyecto de red

Verita de redes

Proyecto de red

- SDI (2)
- Agregar nuevo dispositivo
- L13 [LOGO! 8.F56]
  - Ajustes
  - Caudal.13.lac
- L15 [LOGO! 8.F56]
  - Ajustes
  - Nivel.15.lac

Editor de diagramas

PROGRAMACIÓN LOGO!

ENTRADAS DIGITAL CAUDAL (L13) SALIDAS DIGITALES CAUDAL ENTRADAS DIGIT

Pulsador ROJO

Diagram showing logic connections between modules like B003, B002, B001, B004, B005, B006, B007, B008, B009, B010, B011, B012, B013, B014, B015, B016, B017, B018, B019, B020, B021, B022, B023, B024, B025, B026, B027, B028, B029, B030, B031, B032, B033, B034, B035, B036, B037, B038, B039, B040, B041, B042, B043, B044, B045, B046, B047, B048, B049, B050, B051, B052, B053, B054, B055, B056, B057, B058, B059, B060, B061, B062, B063, B064, B065, B066, B067, B068, B069, B070, B071, B072, B073, B074, B075, B076, B077, B078, B079, B080, B081, B082, B083, B084, B085, B086, B087, B088, B089, B090, B091, B092, B093, B094, B095, B096, B097, B098, B099, B100, B101, B102, B103, B104, B105, B106, B107, B108, B109, B110, B111, B112, B113, B114, B115, B116, B117, B118, B119, B120, B121, B122, B123, B124, B125, B126, B127, B128, B129, B130, B131, B132, B133, B134, B135, B136, B137, B138, B139, B140, B141, B142, B143, B144, B145, B146, B147, B148, B149, B150, B151, B152, B153, B154, B155, B156, B157, B158, B159, B160, B161, B162, B163, B164, B165, B166, B167, B168, B169, B170, B171, B172, B173, B174, B175, B176, B177, B178, B179, B180, B181, B182, B183, B184, B185, B186, B187, B188, B189, B190, B191, B192, B193, B194, B195, B196, B197, B198, B199, B200, B201, B202, B203, B204, B205, B206, B207, B208, B209, B210, B211, B212, B213, B214, B215, B216, B217, B218, B219, B220, B221, B222, B223, B224, B225, B226, B227, B228, B229, B230, B231, B232, B233, B234, B235, B236, B237, B238, B239, B240, B241, B242, B243, B244, B245, B246, B247, B248, B249, B250, B251, B252, B253, B254, B255, B256, B257, B258, B259, B260, B261, B262, B263, B264, B265, B266, B267, B268, B269, B270, B271, B272, B273, B274, B275, B276, B277, B278, B279, B280, B281, B282, B283, B284, B285, B286, B287, B288, B289, B290, B291, B292, B293, B294, B295, B296, B297, B298, B299, B300, B301, B302, B303, B304, B305, B306, B307, B308, B309, B310, B311, B312, B313, B314, B315, B316, B317, B318, B319, B320, B321, B322, B323, B324, B325, B326, B327, B328, B329, B330, B331, B332, B333, B334, B335, B336, B337, B338, B339, B340, B341, B342, B343, B344, B345, B346, B347, B348, B349, B350, B351, B352, B353, B354, B355, B356, B357, B358, B359, B360, B361, B362, B363, B364, B365, B366, B367, B368, B369, B370, B371, B372, B373, B374, B375, B376, B377, B378, B379, B380, B381, B382, B383, B384, B385, B386, B387, B388, B389, B390, B391, B392, B393, B394, B395, B396, B397, B398, B399, B400, B401, B402, B403, B404, B405, B406, B407, B408, B409, B410, B411, B412, B413, B414, B415, B416, B417, B418, B419, B420, B421, B422, B423, B424, B425, B426, B427, B428, B429, B430, B431, B432, B433, B434, B435, B436, B437, B438, B439, B440, B441, B442, B443, B444, B445, B446, B447, B448, B449, B450, B451, B452, B453, B454, B455, B456, B457, B458, B459, B460, B461, B462, B463, B464, B465, B466, B467, B468, B469, B470, B471, B472, B473, B474, B475, B476, B477, B478, B479, B480, B481, B482, B483, B484, B485, B486, B487, B488, B489, B490, B491, B492, B493, B494, B495, B496, B497, B498, B499, B500, B501, B502, B503, B504, B505, B506, B507, B508, B509, B510, B511, B512, B513, B514, B515, B516, B517, B518, B519, B520, B521, B522, B523, B524, B525, B526, B527, B528, B529, B530, B531, B532, B533, B534, B535, B536, B537, B538, B539, B540, B541, B542, B543, B544, B545, B546, B547, B548, B549, B550, B551, B552, B553, B554, B555, B556, B557, B558, B559, B560, B561, B562, B563, B564, B565, B566, B567, B568, B569, B570, B571, B572, B573, B574, B575, B576, B577, B578, B579, B580, B581, B582, B583, B584, B585, B586, B587, B588, B589, B590, B591, B592, B593, B594, B595, B596, B597, B598, B599, B600, B601, B602, B603, B604, B605, B606, B607, B608, B609, B610, B611, B612, B613, B614, B615, B616, B617, B618, B619, B620, B621, B622, B623, B624, B625, B626, B627, B628, B629, B630, B631, B632, B633, B634, B635, B636, B637, B638, B639, B640, B641, B642, B643, B644, B645, B646, B647, B648, B649, B650, B651, B652, B653, B654, B655, B656, B657, B658, B659, B660, B661, B662, B663, B664, B665, B666, B667, B668, B669, B670, B671, B672, B673, B674, B675, B676, B677, B678, B679, B680, B681, B682, B683, B684, B685, B686, B687, B688, B689, B690, B691, B692, B693, B694, B695, B696, B697, B698, B699, B700, B701, B702, B703, B704, B705, B706, B707, B708, B709, B710, B711, B712, B713, B714, B715, B716, B717, B718, B719, B720, B721, B722, B723, B724, B725, B726, B727, B728, B729, B730, B731, B732, B733, B734, B735, B736, B737, B738, B739, B740, B741, B742, B743, B744, B745, B746, B747, B748, B749, B750, B751, B752, B753, B754, B755, B756, B757, B758, B759, B760, B761, B762, B763, B764, B765, B766, B767, B768, B769, B770, B771, B772, B773, B774, B775, B776, B777, B778, B779, B780, B781, B782, B783, B784, B785, B786, B787, B788, B789, B790, B791, B792, B793, B794, B795, B796, B797, B798, B799, B800, B801, B802, B803, B804, B805, B806, B807, B808, B809, B810, B811, B812, B813, B814, B815, B816, B817, B818, B819, B820, B821, B822, B823, B824, B825, B826, B827, B828, B829, B830, B831, B832, B833, B834, B835, B836, B837, B838, B839, B840, B841, B842, B843, B844, B845, B846, B847, B848, B849, B850, B851, B852, B853, B854, B855, B856, B857, B858, B859, B860, B861, B862, B863, B864, B865, B866, B867, B868, B869, B870, B871, B872, B873, B874, B875, B876, B877, B878, B879, B880, B881, B882, B883, B884, B885, B886, B887, B888, B889, B890, B891, B892, B893, B894, B895, B896, B897, B898, B899, B900, B901, B902, B903, B904, B905, B906, B907, B908, B909, B910, B911, B912, B913, B914, B915, B916, B917, B918, B919, B920, B921, B922, B923, B924, B925, B926, B927, B928, B929, B930, B931, B932, B933, B934, B935, B936, B937, B938, B939, B940, B941, B942, B943, B944, B945, B946, B947, B948, B949, B950, B951, B952, B953, B954, B955, B956, B957, B958, B959, B960, B961, B962, B963, B964, B965, B966, B967, B968, B969, B970, B971, B972, B973, B974, B975, B976, B977, B978, B979, B980, B981, B982, B983, B984, B985, B986, B987, B988, B989, B990, B991, B992, B993, B994, B995, B996, B997, B998, B999, B1000.

192.168.2.13/dfs/bsdcard/veri/

192.168.2.13

**ESPE** | Sede Latacunga

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE SEDE LATACUNGA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

DESIGNO E IMPLEMENTACION DE PANELES REMOTOS Y CONTROL AUTOMÁTICO DE LOS PROCESOS DE CAUDAL Y NIVEL, UTILIZANDO MICRO AUTOMATAS EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS.

# 3. WEB SERVER Y PANELES REMOTOS

## 3.2 PANELES REMOTOS

**ESPE** Sede Latacunga  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
ESPE SEDE LATACUNGA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

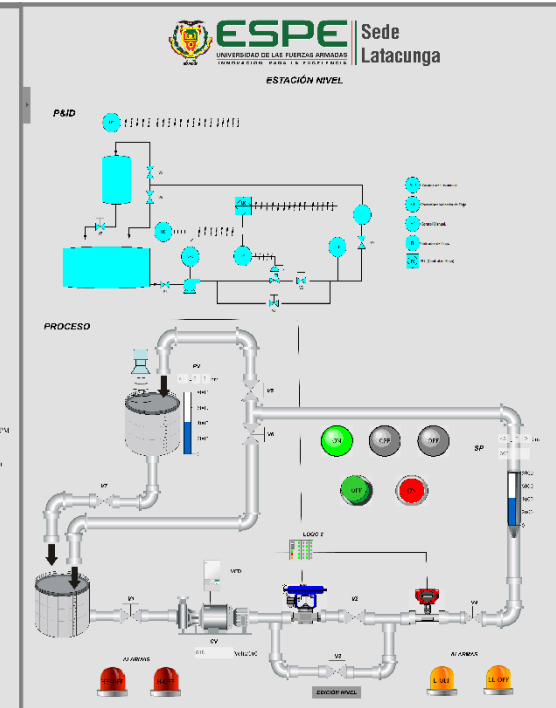
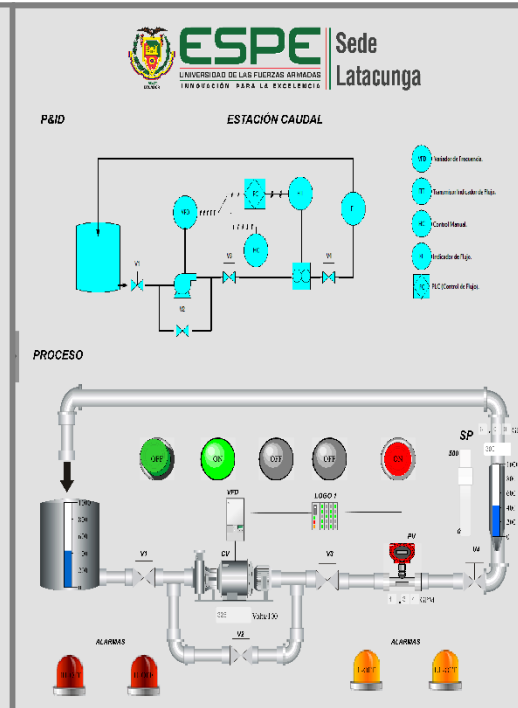
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE PANELES REMOTOS Y CONTROL AUTOMÁTICO DE LOS PROCESOS DE CAUDAL Y NIVEL UTILIZANDO MICRO AUTOMATAS EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS.

AUTORES:  
- PADILLA MENDOZA IVÁN D. - PALOMO LIRRIUTUA WILSON E.

TUTOR: Ing. Julio Acosta N.  
COLABORADOR: Ing. Edwin Pizarro R.

ESQUEMA DE CONTROL





- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
- 3 WEB SERVER Y PANELES REMOTOS
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 TRABAJOS FUTUROS



## 4. RESULTADOS OBTENIDOS

### 4.1 TIEMPO MUERTO $T_m$

Tiempo desde el momento que se da un punto de consigna o SP hasta el tiempo donde empieza a reaccionar el procesos.

#### Caudal

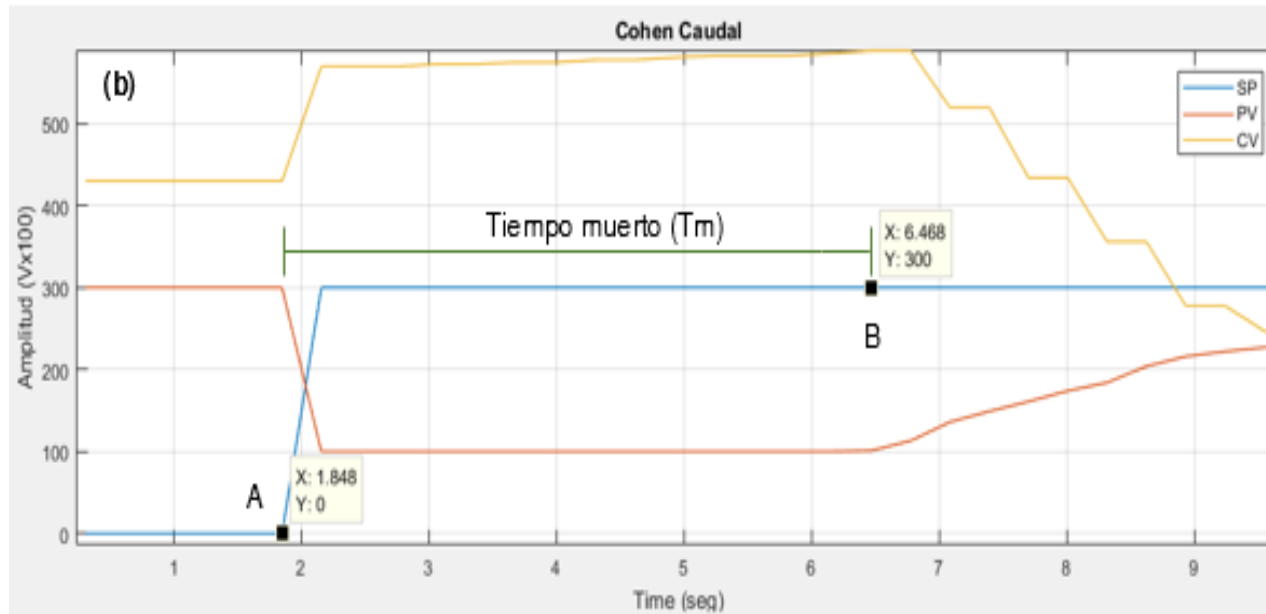
Método	$T_m$
Cohen-Coon	4,62 seg
Z&N	6,77 seg
Haalman	5,24 seg
CHR	2,77 seg

#### Nivel

Método	$T_m$
Cohen-Coon	38,188 seg
Z&N	64,37 seg
Haalman	32,65 seg
CHR	39,73 seg

## 4. RESULTADOS OBTENIDOS

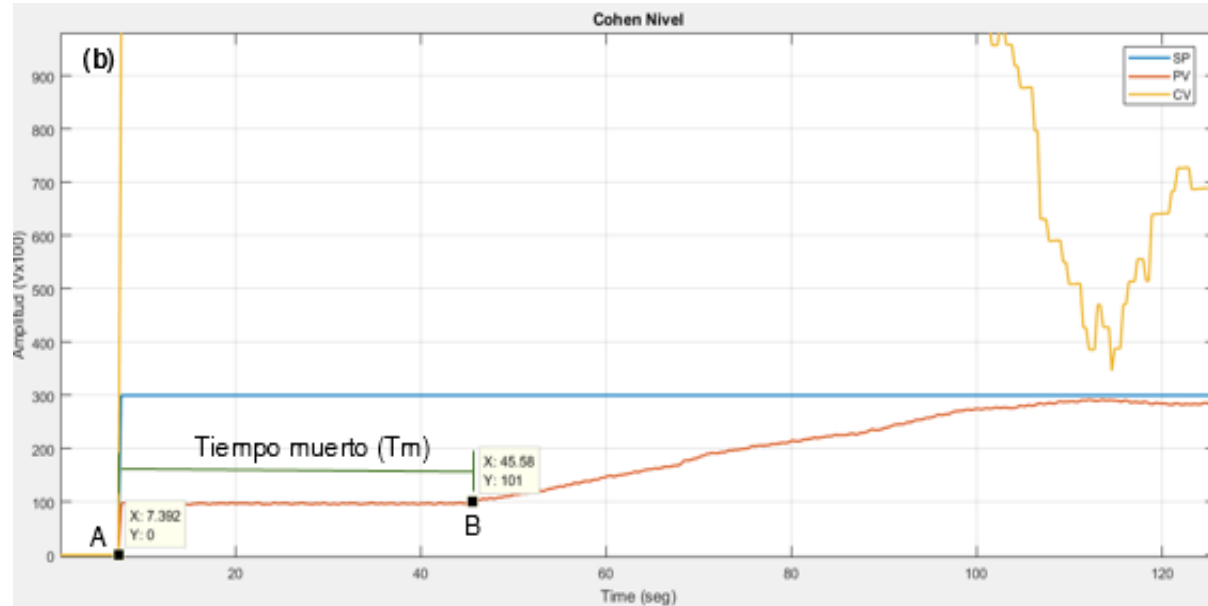
### 4.1.1 TIEMPO MUERTO $T_m$ CAUDAL



$$T_m = 4,62 \text{ seg}$$

## 4. RESULTADOS OBTENIDOS

### 4.1.2 TIEMPO MUERTO $T_m$ NIVEL



$$T_m = 38,188 \text{ seg}$$

## 4. RESULTADOS OBTENIDOS

### 4.2 TIEMPO DE ASENTAMIENTO $T_s$

Tiempo necesario para que las oscilaciones del PV alcancen y permanezcan a no más del  $\pm 2\%$  del valor del punto de consigna o SP en estado estable.

#### Caudal

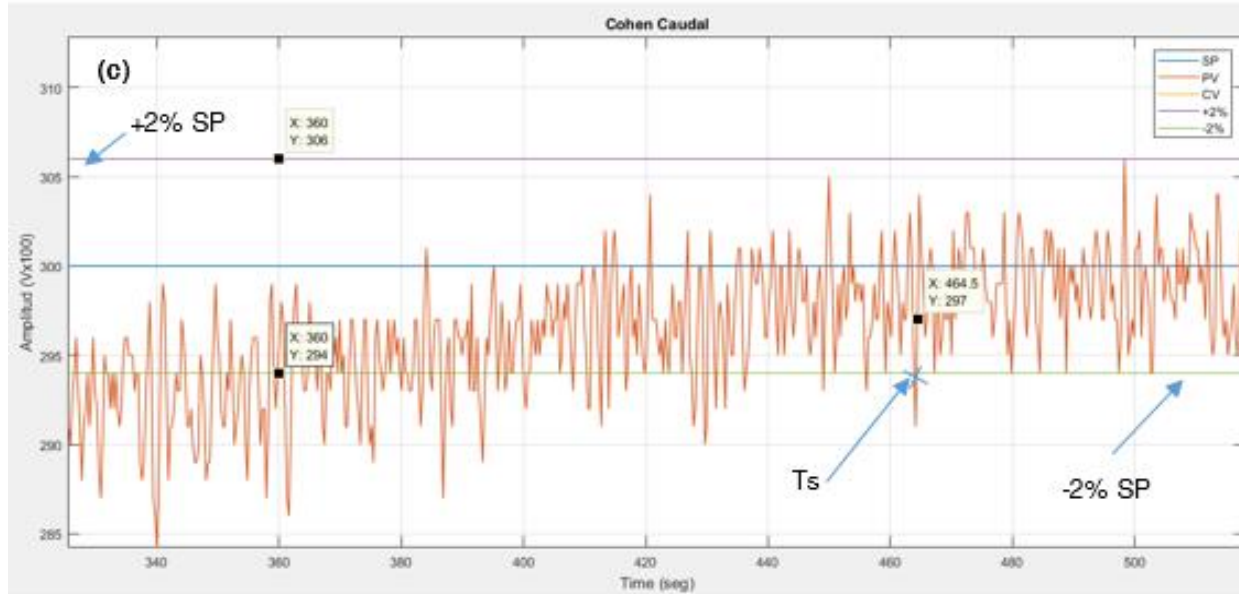
Método	$T_s$
Cohen-Coon	464,5 seg
Z&N	No llega
Haalman	759 seg
CHR	No llega

#### Nivel

Método	$T_s$
Cohen-Coon	415,8 seg
Z&N	656,7 seg
Haalman	2522 seg
CHR	981 seg

## 4. RESULTADOS OBTENIDOS

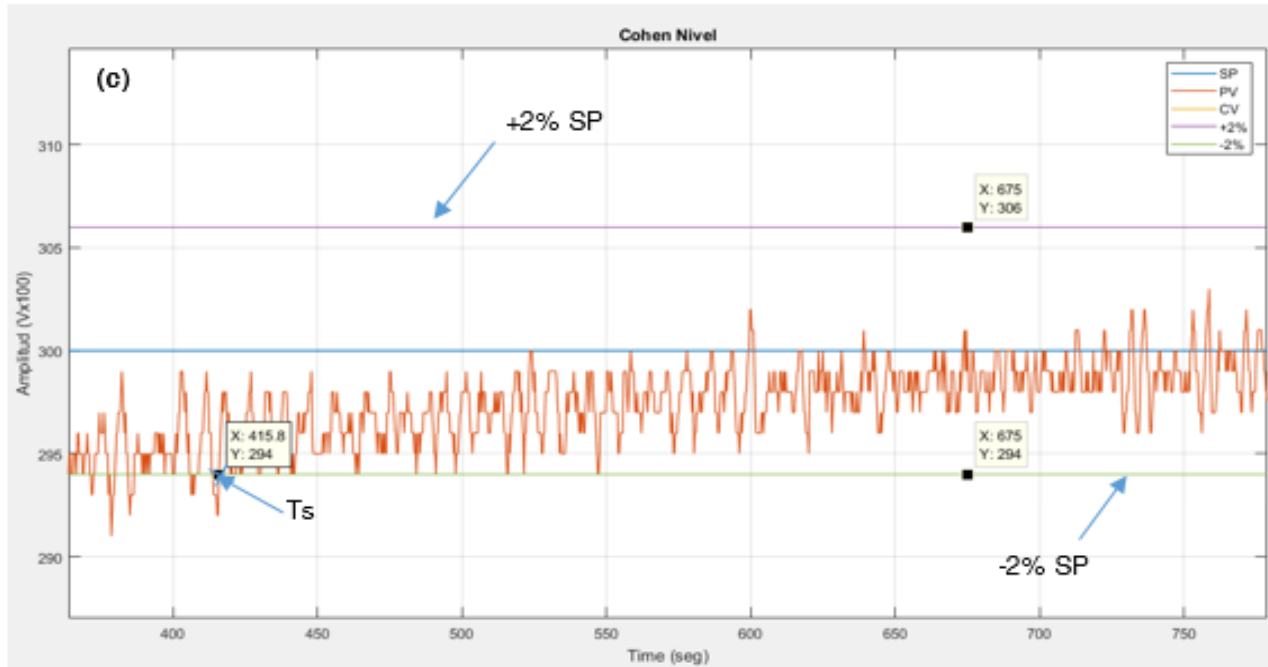
### 4.2.1 TIEMPO DE ASENTAMIENTO $T_s$ CAUDAL



$$T_s = 464,5 \text{ seg}$$

## 4. RESULTADOS OBTENIDOS

### 4.2.2 TIEMPO DE ASENTAMIENTO $T_s$ NIVEL



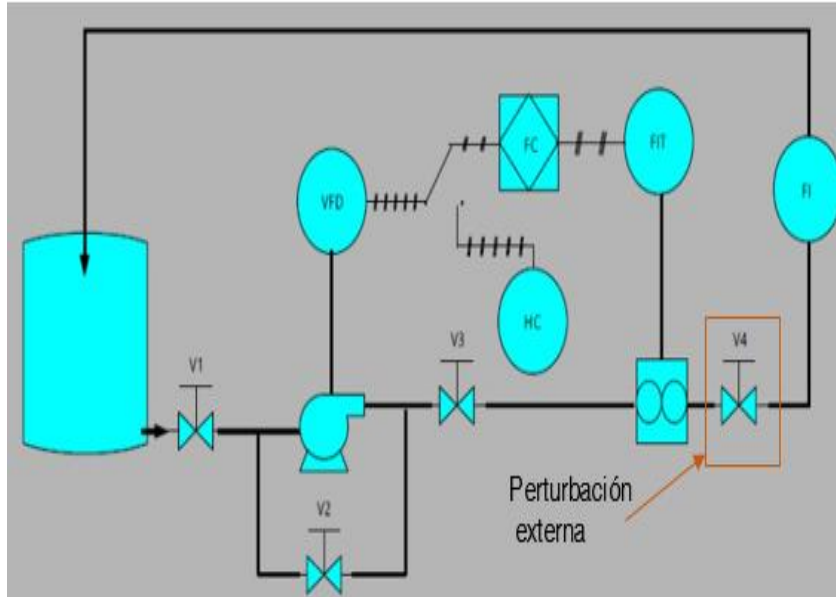
$$T_s = 415,8 \text{ seg}$$

## 4. RESULTADOS OBTENIDOS

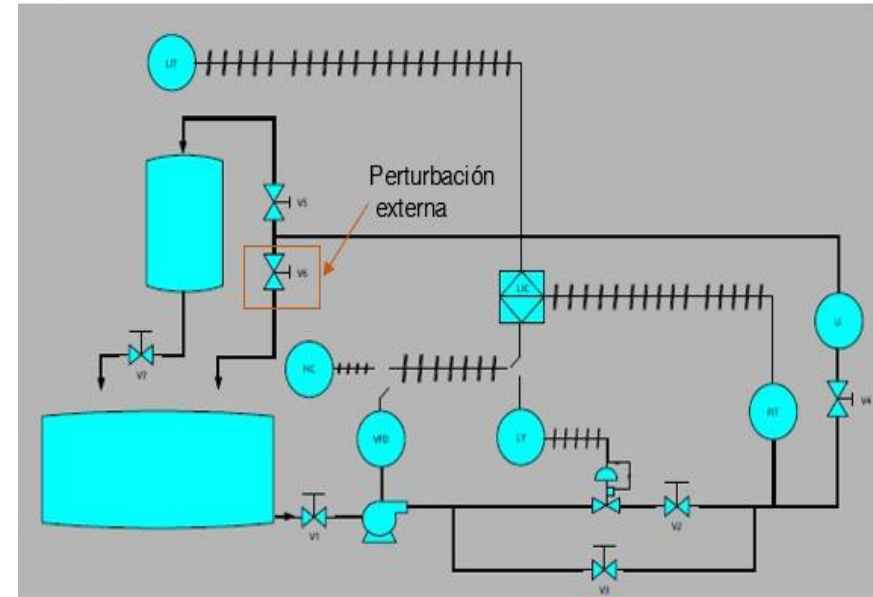
### 4.3 ROBUSTEZ

Variación que tienen las variables del proceso ante una perturbación externa.

Caudal



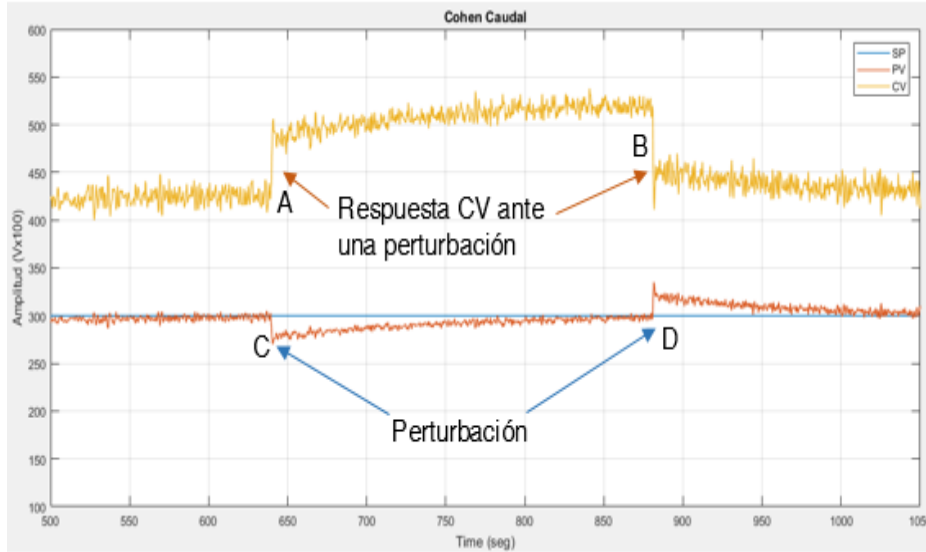
Nivel





## 4. RESULTADOS OBTENIDOS

### 4.3.1 ROBUSTEZ CAUDAL



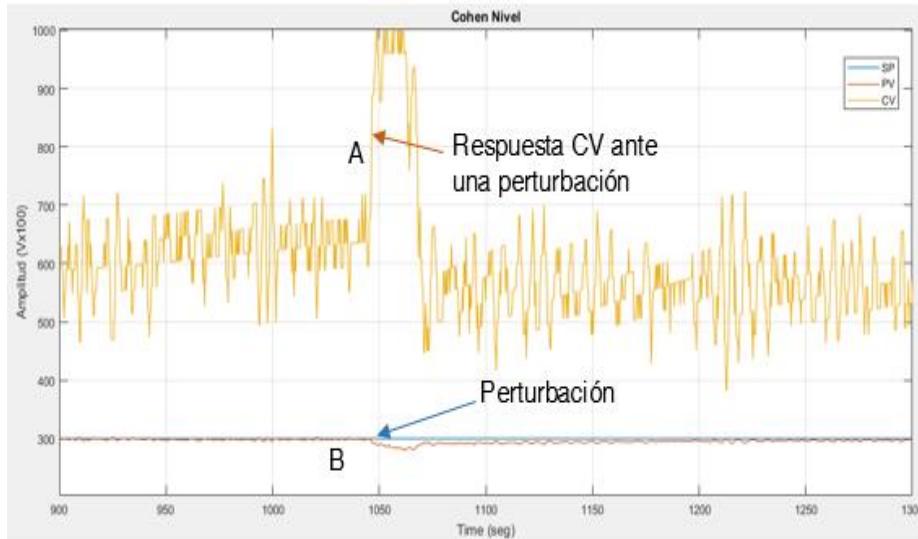
Voltaje promedio sin perturbación: 4,22V.

Voltaje promedio con perturbación: 5,1V.

Generando una perturbación externa con un cierre máximo de V4 entre el 50-60%, existe un incremento del 17,6% equivalente a 0,88V en el CV, demostrando robustez del controlador hasta un máximo del 60% de cierre de V4.

## 4. RESULTADOS OBTENIDOS

### 4.3.2 ROBUSTEZ NIVEL



Voltaje promedio sin perturbación: 5,55V.

Voltaje promedio con perturbación: 5,76V.

Generando una perturbación externa con un cierre máximo de V6 entre el 50-60%, existe un incremento del 4,2% equivalente a 0,21V en el CV, demostrando robustez del controlador hasta un máximo del 60% de cierre de V6.

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
- 3 WEB SERVER Y PANELES REMOTOS
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 TRABAJOS FUTUROS



LOGO proporciona dos formas de programación, FUP (Diagrama de funciones) y KOP (Esquema de contactos), se programó en FUP para una mejor facilidad, reducción de código y comprensión de la programación realizada.

El diseño del panel local se realizó en LabVIEW y el panel remoto en Logo Web Editor y como puerta de enlace para la comunicación de datos entre LOGO y Labview se utilizo KeepServer.

Cohen-Coon posee un tiempo de asentamiento y tiempo muerto aceptable para lograr un control optimo de los procesos, convirtiéndolo en conclusión en el método de sintonización elegido.

Dentro del análisis expuesto, el método de sintonización Cohen-Coon presenta robustez hasta un máximo del 50-60% de variación de la válvula de cada proceso que simula perturbaciones externas con un incremento máximo de 17,6% del CV en Caudal y 4,2% del CV para Nivel.

Un micro autómatas es una versión escalada de un autómatas convencional, con el propósito de solventar las necesidades de procesos pequeños con variables no tan rápidas, sin perder eficiencia y ahorrar el sobredimensionamiento de controladores.

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 ESTRUCTURA DEL SISTEMA
- 3 CONTROL COOPERATIVO
- 4 RESULTADOS
- 5 CONCLUSIONES
- 6 TRABAJOS FUTUROS



Diseñar proyectos de automatización y operarlos desde la nube, a través de teléfonos inteligentes, tabletas o PC.

Conexión encriptada desde la Nube a Logo! mediante protocolo TLS.





## UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

### DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

### INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

**Presentación del trabajo de titulación modalidad: Proyecto de Investigación previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Electrónica e Instrumentación**

**"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PANELES REMOTOS Y CONTROL AUTOMÁTICO DE LOS PROCESOS DE CAUDAL Y NIVEL, UTILIZANDO MICRO AUTÓMATAS EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS"**

**Autores:**

Padilla Méndez, Iván David  
Palomo Urrutia, Wilson Enrique

Dr. Acosta Núñez, Julio Francisco, *Tutor*  
M.Sc. Pruna Panchi, Edwin Patricio,  
*Colaborador*

