



DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL REMOTO DE LA PROTECCIÓN CATÓDICA EXISTENTE E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE CONTROL EN LAS LÍNEAS ENTERRADAS DE CRUDO-DIESEL EN EL TRAMO POMPEYA- SHUSHUFINDI PARA LA EMPRESA REPSOL ECUADOR S.A.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA

AUTOR: SANDRO BALAREZO

DIRECTOR: ING. VICENTE HALLO

CODIRECTOR: ING. ERNESTO SANTILLÁN

LATACUNGA, 21 DE AGOSTO DEL 2015



AGENDA

- Introducción
- Objetivos
- Hipótesis
- Capítulo I
 - Antecedentes.
 - Fundamentos Teóricos.
- Capítulo II
 - Diseño y Construcción del sistema.
- Capítulo III
 - Implementación del Prototipo.
- Capítulo IV
 - Pruebas y Validación de Hipótesis.
- Capítulo V
 - Conclusiones y Recomendaciones.

INTRODUCCIÓN

- El presente proyecto tiene como objetivo investigar los equipos utilizados en la protección catódica, diseñar un sistema de monitoreo y control e implementar un prototipo del sistema diseñado en la estación de bombeo de REPSOL ECUADOR S.A. para las líneas de crudo - diésel de 16 y 4 pulgadas respectivamente en el tramo Pompeya Shushufindi.

OBJETIVOS

Diseñar un sistema de monitoreo y control remoto de la protección catódica existente e implementar un prototipo de control y monitoreo en las líneas enterradas de Crudo-Diésel de 16 y 4 pulgadas en el tramo Pompeya(PPY)- Shushufindi (SSFD) para la Empresa REPSOL ECUADOR S.A.

Realizar las pruebas de campo en el sistema.

Recopilar información sobre el sistema de protección catódica en las líneas enterradas.

Investigar acerca de las características de los equipos utilizados en la protección catódica y su disponibilidad en el mercado.

Diseñar un HMI en el SCADA del Departamento de Mantenimiento Estático.

Diseñar el sistema eléctrico y electrónico para el control de la protección catódica.

Implementar el sistema prototipo de monitoreo y control.

HIPÓTESIS

- ¿Es posible diseñar un sistema de monitoreo y control remoto de la protección catódica existente e implementar un prototipo en las líneas enterradas de Crudo Diésel en el tramo Pompeya- Shushufindi para la EMPRESA REPSOL ECUADOR S.A.?

The background is a dark blue gradient. In the corners, there are decorative white circuit-like patterns consisting of lines and small circles, resembling a network or data flow diagram.

CAPÍTULO I

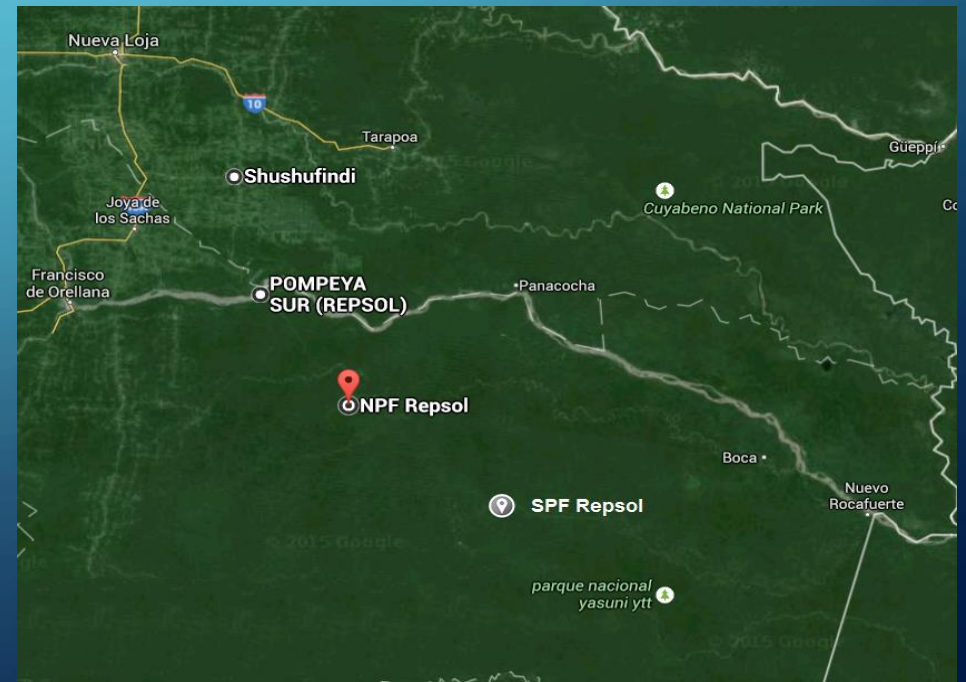
ANTECEDENTES

Y

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

REPSOL ECUADOR S.A.

- La Empresa REPSOL ECUADOR S.A. esta presente en Ecuador a través de sus actividades de Exploración, Producción de crudo y de GLP (Gas Licuado de Petróleo), su presencia en Ecuador data del año 2001 y sus operaciones están centradas en los Bloques 16 y Tivacuno con una superficie neta de 752Km².
- La distancia entre SSFD (Shushufindi) y la planta SPF (Planta de Facilidades SUR) es de aproximadamente 200km.



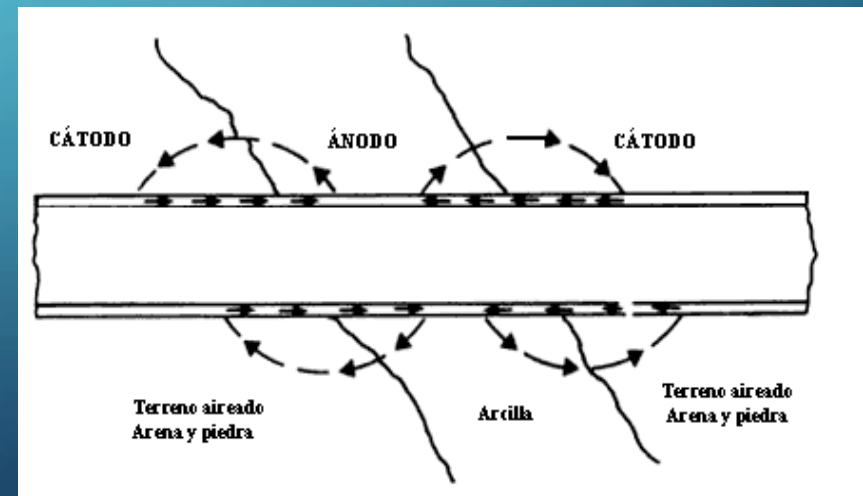
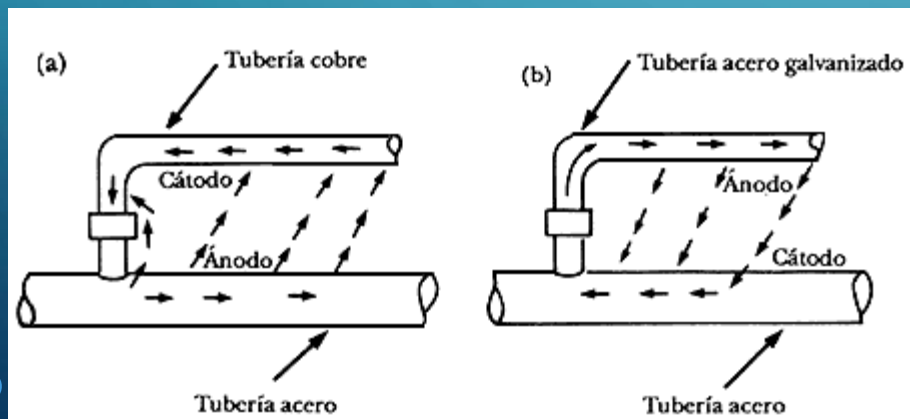
PROTECCIÓN CATÓDICA EXISTENTE

- Actualmente REPSOL no tiene un sistema de protección catódica con monitoreo de sus variables en tiempo real, haciendo difícil determinar la eficiencia del sistema y generando una pérdida de tiempo debido al desplazamiento del personal hacia la locación de los sistemas de protección catódica y a su vez influye en el tiempo efectivo de trabajo.
- El control de los sistemas de protección catódica se lo aplica de acuerdo a los estudios que se pueda realizar sobre la línea basados en la Norma NACE SP0169.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

CORROSIÓN

- La corrosión es la disposición de los metales para volver a su estado original, es decir, al estado en el que se encuentran en la naturaleza.
- La corrosión es un proceso electroquímico en el cual se forma una pila con una corriente eléctrica que circula entre varias zonas de la superficie metálica, a estas zonas se las conoce con el nombre de ánodos(+) y cátodos (-), también necesita de un electrolito.



CONTROL DE CORROSIÓN

Barrera Impermeable

- Es un pigmento utilizado para evitar la prolongación de elementos de corrosión.

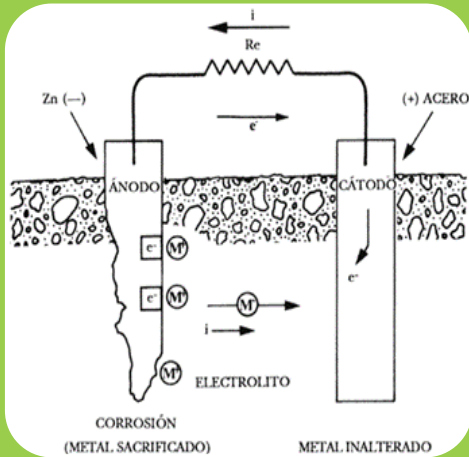
Pasivación

- Tratamiento por el cual se impide el proceso anódico y catódico de la corrosión.

Protección Catódica

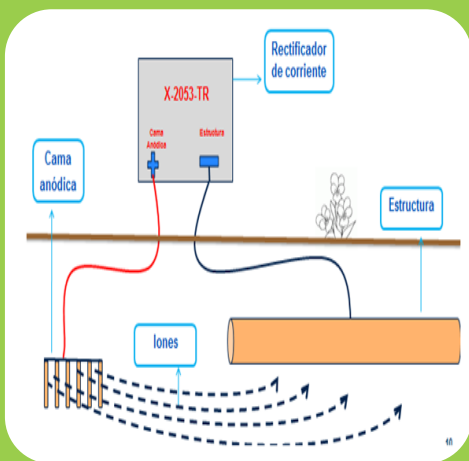
- Puede ser por ánodos galvánicos o corriente impresa.

PROTECCIÓN CATÓDICA



Protección Catódica por Ánodos Galvánicos

- Ánodos: Zinc, Aluminio, Aleación de Magnesio.



Protección Catódica por Corriente Impresa.

- Cama Anódica.
- Transformador Rectificador.

NACE SP0169

- Es una norma internacional que se encarga del control de sistemas de tuberías metálicas enterradas o sumergidas, también contiene consideraciones para tuberías de acero inoxidable, hierro fundido, hierro dúctil, de cobre y aluminio.
- Contiene estándares para el diseño e instalación de sistemas de protección catódica, manejo de registros del control de la corrosión externa en las tuberías y control de corrientes parasitas.

TÉCNICAS DE INSPECCIÓN EN TUBERÍAS ENTERRADAS

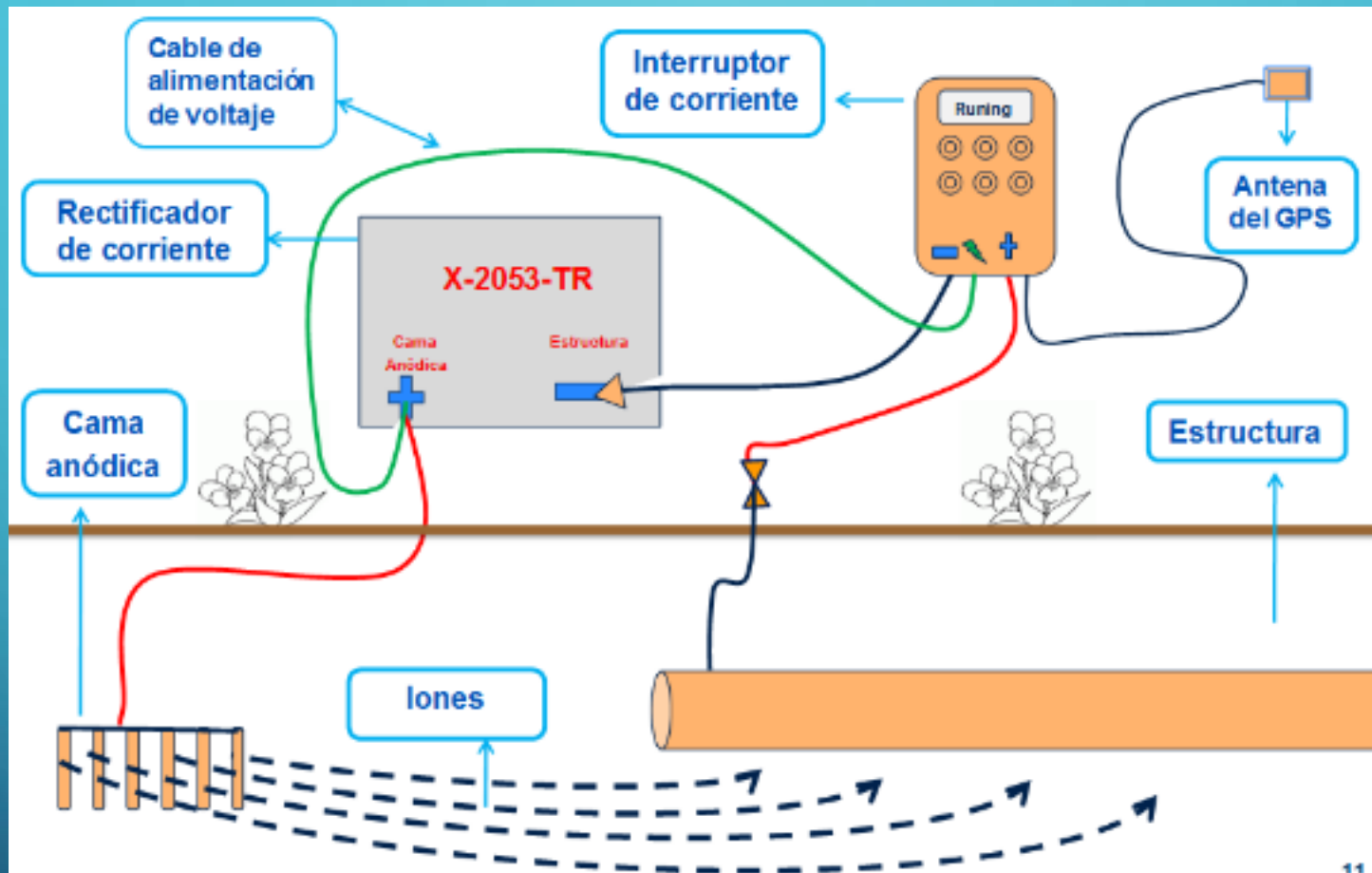
CIPS

- Medir Potenciales.
- Periodos de 700ms y 300ms.
- Caminata Continua.
- NACE SP0169.

Potenciales de Protección

- Medir Potenciales.
- Poste a Poste.
- Periodos de 4 seg y 1 seg.
- NACE SP0169.

INSTALACIÓN DE INTERRUPTORES DE CP



CIPS



POTENCIALES DE PROTECCIÓN



The background is a dark blue gradient. In the corners, there are decorative white lines that resemble a circuit board or a network diagram, with small circles at the end of the lines.

CAPÍTULO II

DISEÑO

Y

CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

RADIODETECTION SMART INTERRUPTER 100AG

- GPS
- Interrupción Alta de Corriente 100 A / 100 VDC
- Las actualizaciones de software por RS232.
- Sincronización maestro / esclavo en serie.
- On / Off rangos entre 0 a 100 segundos.
- Compacto y ligero, cabe en espacios reducidos.



MICROMAX GPS200 CURRENT INTERRUPTER

- Tiempo GPS con varios satélites
- Corriente Estándar del relé de 100 A / 100 VDC
- Ciclo cubre hasta 999,9 seg en incrementos de 0,1 seg.
- Sincronización precisión de disparo es dentro de $1\mu\text{s}$ con cualquier otro interruptor MicroMax GPS200.
- Totalmente programable entre los siguientes modos: **continuo, diario, fecha, y el modo de interferencia.**
- Se puede sincronizar con varios interruptores GPS de otras marcas.
- Son móviles.



SISTEMAS DE MONITOREO Y CONTROL

Marca	Equipo
AMERICAN INNOVATION	BULLHORN RM4010-4011
ELSYS CORPORATION	WATCHDOG II MESH
BORIN	COMANCHE CHIEF
KMT	UNIDADES DE MONITOREO UMR RECTIFICADORES AUTOMATICOS SCR's RECTIFICADORES SMART ENDURANCE

AMERICAN INNOVATION - BULLHORN RM4010-4011



- Medición de voltaje, amperaje potenciales en tuberías, etc.
- Configuración de parámetros de interrupción, generación de reportes de forma remota.
- Satélites propios para cobertura evitando la latencia.
- Notificaciones de equipos evitando la visita a sitios remotos,
- Fácil de instalar, configuración desde la oficina y sitios remotos, grabar configuración y cargar a varios equipos.

ELSYS CORPORATION - WATCHDOG II MESH



- Módulos de sensores inalámbricos.
- Monitor de múltiples rectificadores en líneas o tanques
- Generación de informes
- GPS a prueba de fallos sincronizado con interruptor de corriente.
- Comunicación con SCADA

BORIN - COMANCHE CHIEF



- Interrupción sincronizada con GPS o reloj interno.
- Comunicación RS-232 para la red, o puede usar comunicación teléfono, teléfono celular, radio satelital, fibra óptica SCADA.
- Medición de Voltaje y amperaje de salida rectificador, potenciales, sensores de flujo, presión, etc.
- Numero ilimitado de unidades o rectificadores.

KMT - UNIDADES DE MONITOREO UMR



- Monitoreo de voltaje, amperaje y potenciales.
- Generación de históricos en tiempo real.
- Comunicación Satélite, GPRS, Ethernet, Radio Modem.

KMT - RECTIFICADORES AUTOMATICOS SCR'S



- Tecnología SCR's telecontrolados.
- Salidas Simples.
- Instrumentos Digitales (LCD Panel).
- Modo de Operación:
 - **Regulación:** Voltaje / Corriente / Potencial Constante
 - **Test:** ON-OFF sincronizado por GPS
- Comunicación: Satélite / GPRS / Ethernet / adio Modem

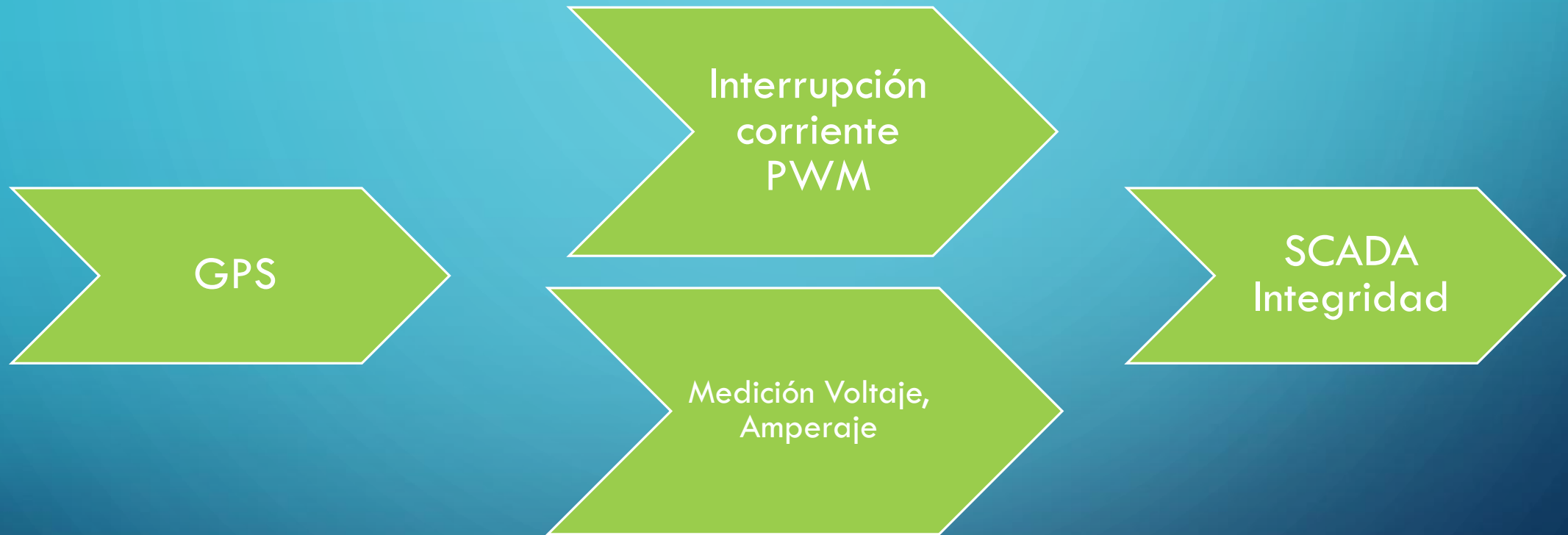
KMT - RECTIFICADORES SMART ENDURANCE



- Salidas Simples RT y salidas múltiples RMT (3 a 60).
- Modo de Operación:
 - **Regulación:** Potencial ON, corriente, voltaje, potencial OFF (Potencial de volarización Verdadero)
 - **Test:** ON-OFF sincronizado con GPS / Medición de potencial natural y curva de despolarización.
- Monitoreo de la distribución de corriente anódica
- Medición de potenciales remotos a través de periféricos MRP.
- Medición de energía consumida.

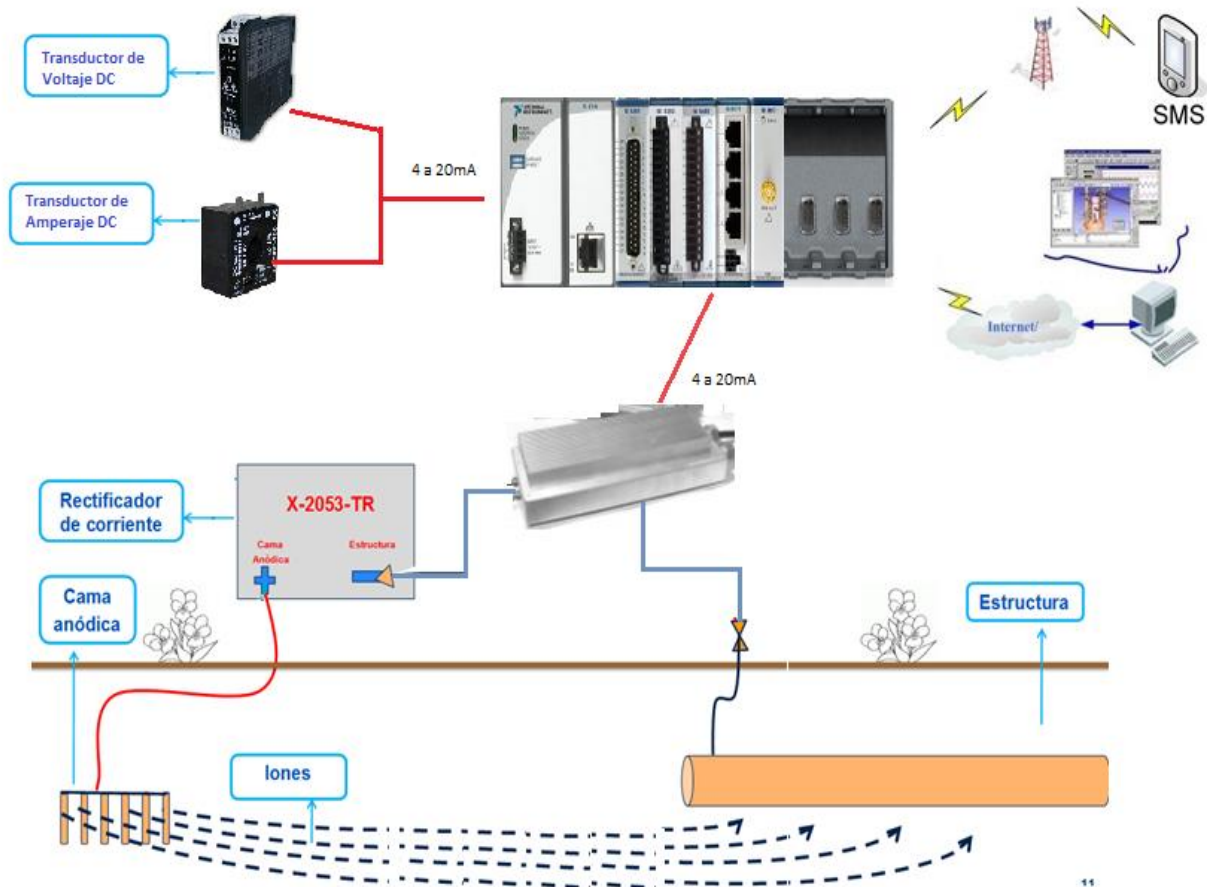
PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL REMOTO

DATOS IMPORTANTES



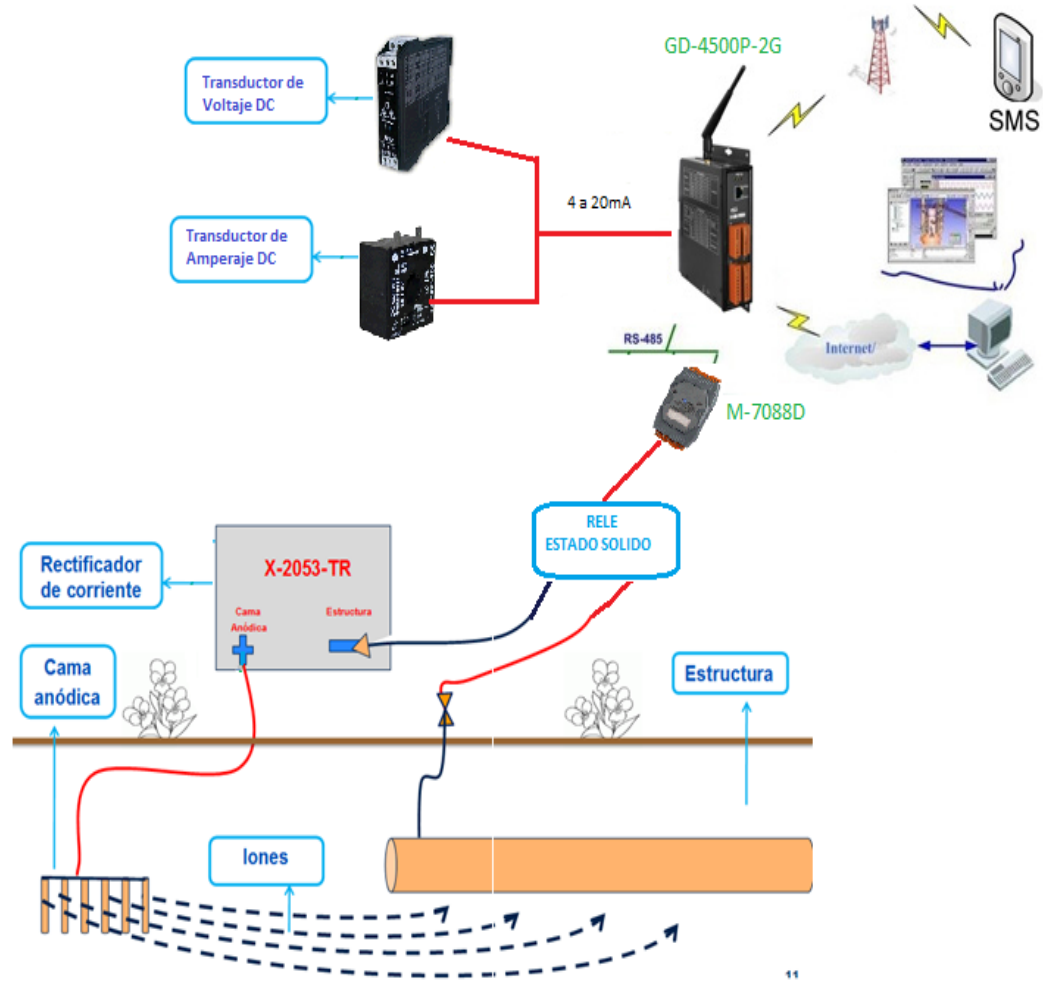
ALTERNATIVA N° 1

NATIONAL INSTRUMENTS



- **Controlador:** CompactRIO National Instruments
- **Módulos:** Analog I/O, Digital I/O. Ethernet.
- **Sensores:** Corriente – Voltaje DC.
- **HMI:** Indusoft SCADA.
- **Salida:** Relé Mosfet.
- **Costo:** 8830 Dólares Promedio.

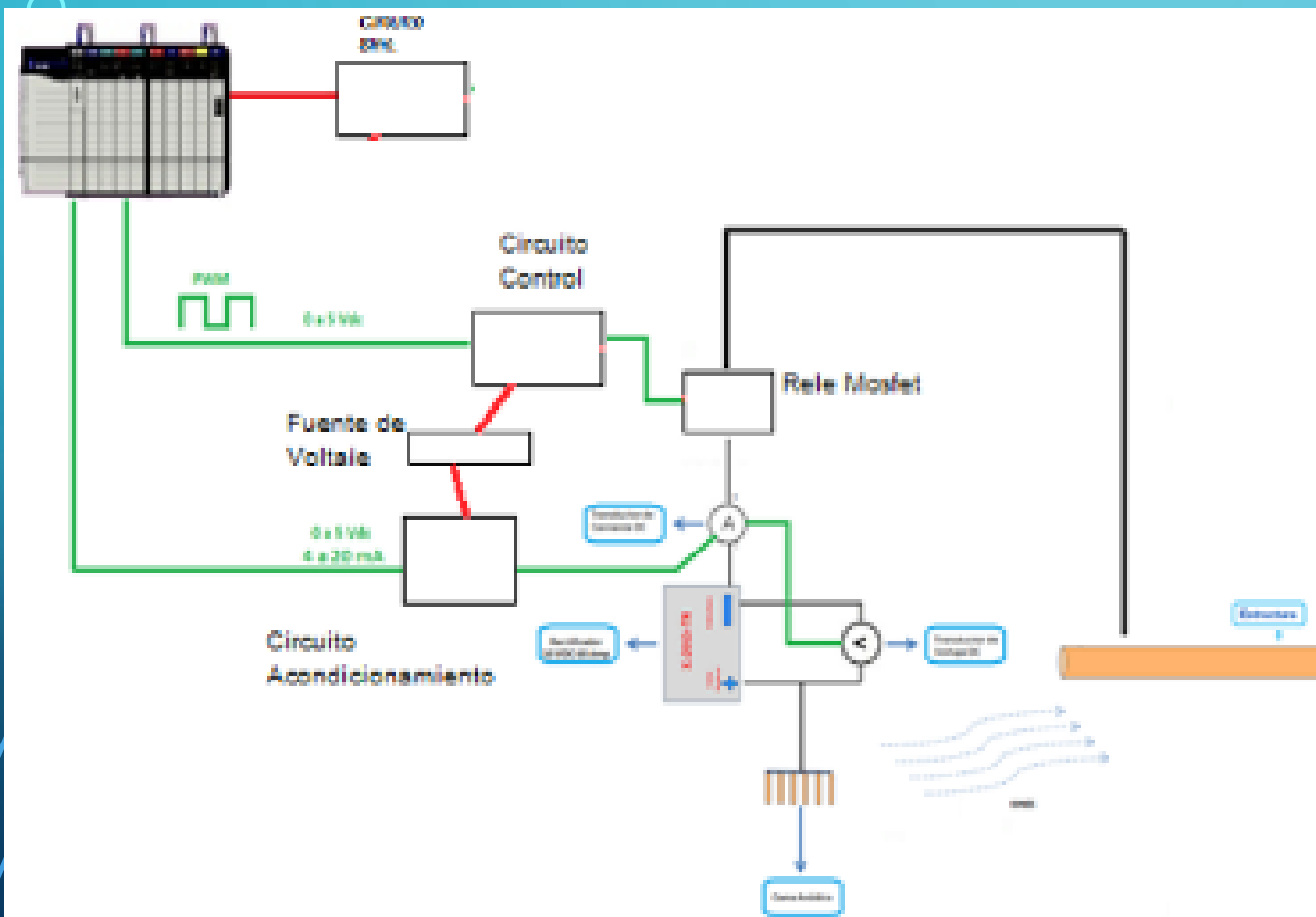
ALTERNATIVA N° 2 EQUIPOS ICP-DAS



- **Controlador:** GD-4500P-2G - LogicBus
- **Módulos:** Digital I/O Alta Velocidad.
- **Sensores:** Corriente – Voltaje DC.
- **HMI:** Indusoft SCADA.
- **Salida:** Relé Mosfet.
- **Costo:** 3320 Dólares Promedio.

ALTERNATIVA N° 3

ALLEN BRADLEY MODULO GPS Y GENERADOR PWM

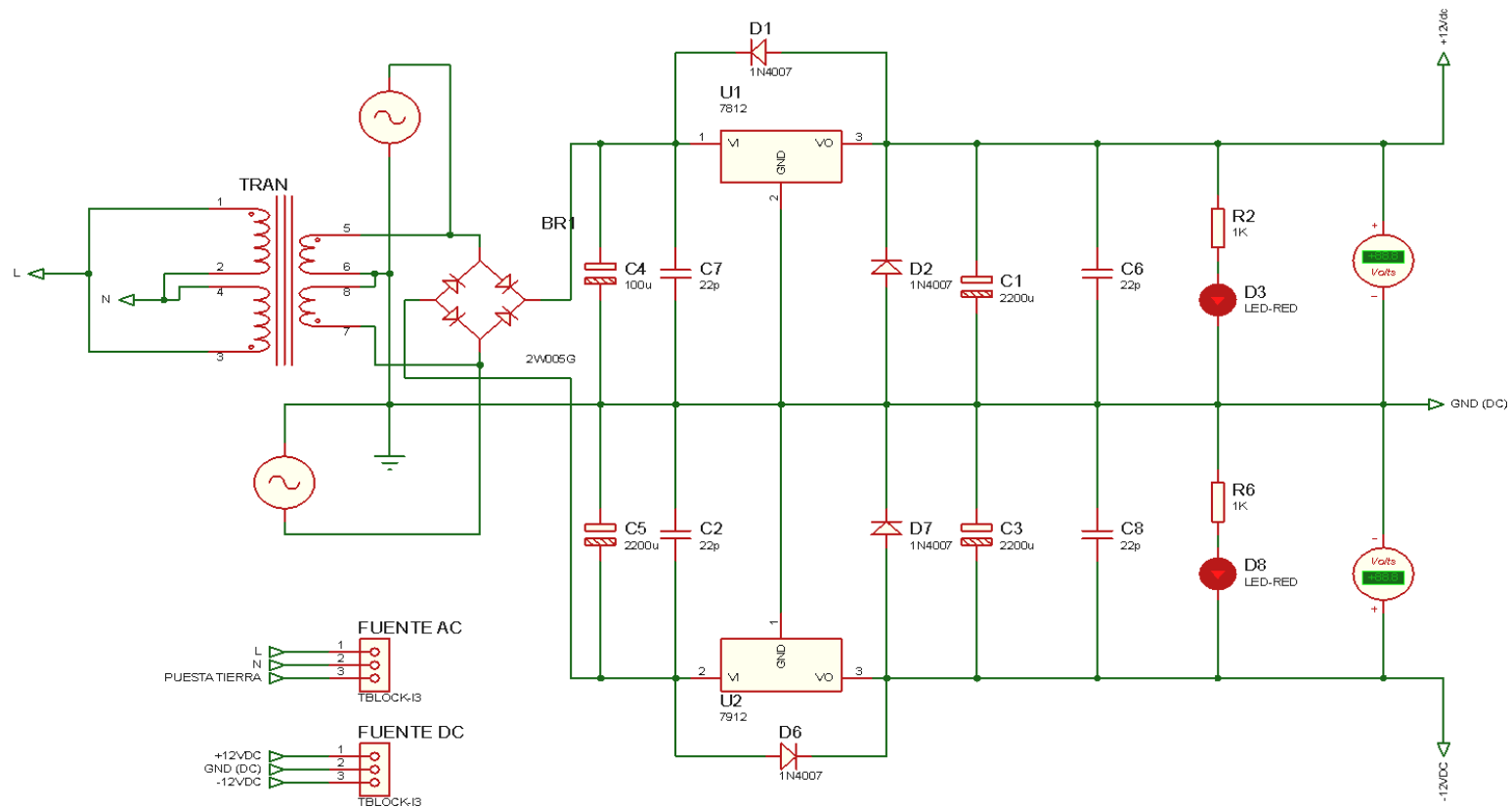


- **Controlador:** Contrologix 5000.
- **Circuito:** Acond. y Sincro.
- **HMI:** Intouch SCADA.
- **Salida:** Relé Mosfet.
- **Costo:** 970 Dólares Promedio.

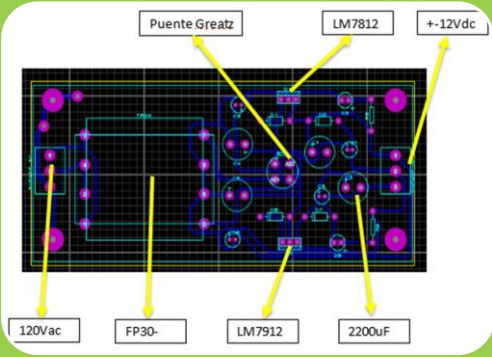
The background is a dark teal gradient. In the corners, there are decorative white line-art elements resembling circuit traces or data paths, with small circles at the end of the lines.

DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL REMOTO

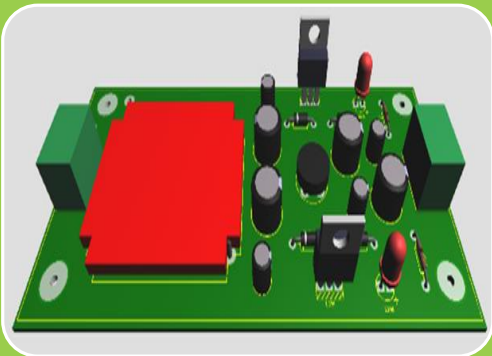
FUENTE DE PODER



- Alimentación: 110Vac
- Elementos: FP30-200, Greatz, LM7812, LM7912, 1000uF, 1uF.
- Salida: +12/-12Vdc. Máxima carga 800mA.



Ruteado de Pistas Software Proteus.

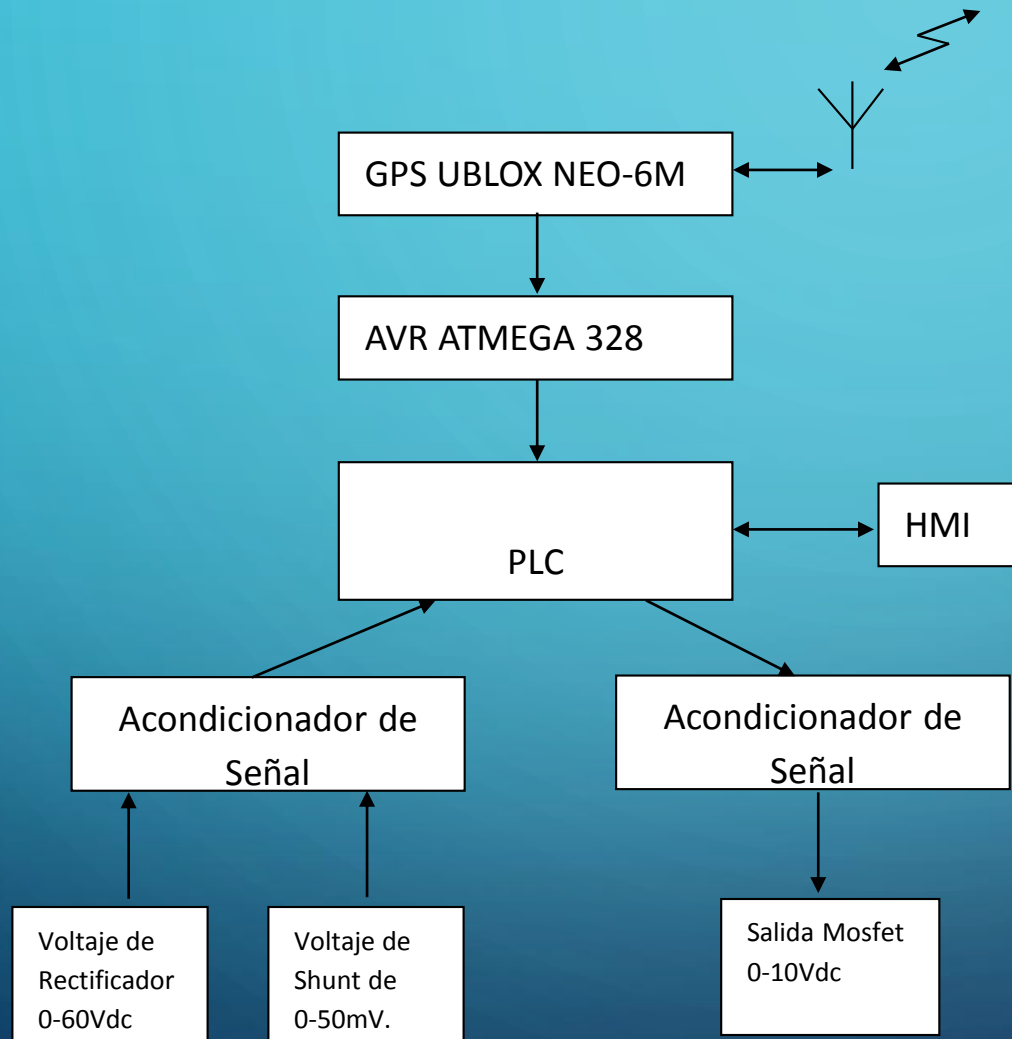


Diseño 3D Software Ares.



Construcción de Fuente AC/DC.

DIAGRAMA DE BLOQUES SISTEMA COMPLETO



- Protocolo NMEA V3,01 Satélites.
- Protocolo RS-232 AVR ATMEGA 328,
- Pulsos Sincronismo.
- Protocolo Ethernet.
- Tiempos Deseados.

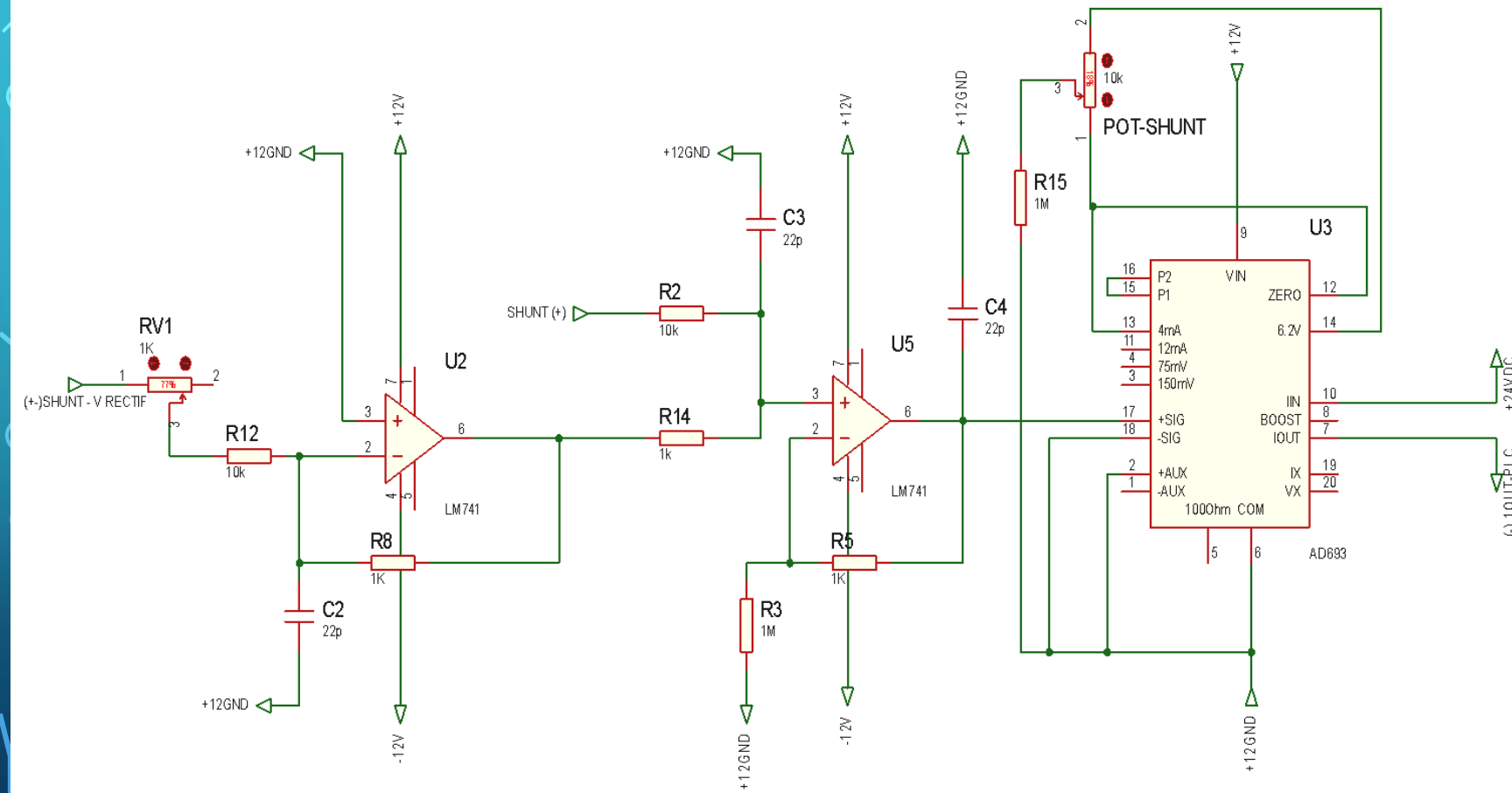
The background is a solid teal color with a subtle gradient. In the four corners, there are decorative white line-art patterns that resemble circuit board traces and nodes. The top-left and bottom-left patterns are more complex, with multiple lines and nodes. The top-right and bottom-right patterns are simpler, with fewer lines and nodes.

CIRCUITO DE ACONDICIONAMIENTO Y SINCRONIZACIÓN.

DATOS DE RECTIFICADOR

Transformador/Rectificador Wayne Broyles		
Voltaje Nominal	460 V	Entrada (Ac)
Corriente Nominal	5 A	
Fases	3	
Frecuencia	60 Hz	
Factor de Potencia Min	0.8	
Voltaje Nominal	0-60 V	Salida (Dc)
Amperaje	0-25 A	

ACONDICIONAMIENTO SHUNT ELÉCTRICO



- **Alimentación:** +12/-12Vdc.
- **Elementos:** LM741, AD693.
- **Entrada:** 0-50mV.
- **Salida:** 4-20mA.

CÁLCULOS

LM741 configuración de Inversor

$$G = \frac{R_2}{R_1}$$

$$G = \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$R_2 = 1K \Omega$$

$$R_1 = 10K \Omega$$

$$V_{sum} = -V_{shunt} * G$$

$$V_{sum} = -V_{shunt} * \left(\frac{1}{10}\right)$$

LM741 Configuración de Sumador

$$V_{AD693} = G * (V_{rect} * G_1 + V_{sum} * G_2)$$

$$G = 1$$

$$G = 1 + \frac{R_4}{R_3}$$

$$G = 1 + \frac{1K \Omega}{1M \Omega}$$

$$G = 1 + 0.001 = 1.001$$

$$G_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{10000}$$

$$G_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{1}{1000}$$

$$V_{AD693} = 1.001 * \left(\frac{V_{rect}}{10000} + \frac{V_{sum}}{1000}\right)$$

$$V_{AD693} = 1.001 * \left(\frac{V_{rect}}{10000} + \frac{-V_{shunt}}{1000}\right)$$

$$V_{AD693} = 1.001 * \left(\frac{V_{rect}}{10000} - \frac{V_{shunt}}{10000}\right) mV$$

AD6393 conversor de voltaje a corriente 4-20mA,

$$RV_1 = \left(\frac{1.6V}{I_A}\right) - 400 \Omega$$

$$R_2 = RV_1 * \frac{3.1V}{15mV} + I_A * 3.75 \Omega$$

$$I_A = 200 \mu A$$

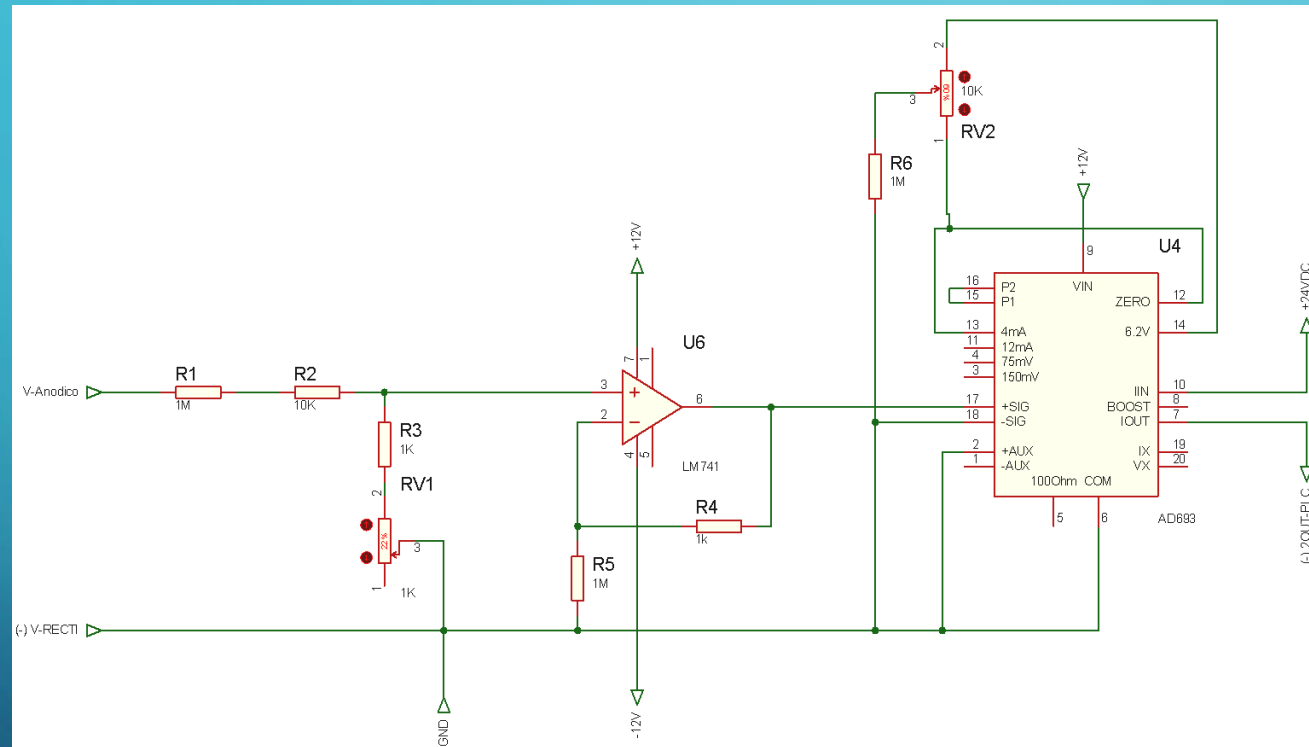
$$RV_1 = \left(\frac{1.6V}{200 \mu A}\right) - 400 \Omega = 7.6K \Omega$$

$$RV_1 \approx 10K \Omega$$

$$R_2 = 7.6K \Omega * \frac{3.1V}{15mV} + 200 \mu A * 3.75 \Omega = 1.5M \Omega$$

$$R_2 \approx 1M \Omega$$

ACONDICIONAMIENTO VOLTAJE EN TUBERÍA ENTERRADA



- Alimentación: +12/-12Vdc.
- Elementos: LM741, AD693.
- Entrada: 0-60V.
- Salida: 4-20mA.

CÁLCULOS

Cálculos Divisor de Tensión.

$$V_{Divisor} = I_a * R_T$$

$$I_a = \frac{V_{Anodico}}{R_T}$$

$$I_a = \frac{V_{Anodico}}{1000000 + 10000 + 1000}$$

$$I_a = \frac{V_{Anodico}}{1011000}$$

$$V_{Divisor} = I_a * R_3$$

$$V_{Divisor} = \frac{V_{Anodico}}{1011000} * 1000$$

$$V_{Divisor} = \frac{V_{Anodico}}{1011} mV$$

LM 741 configuración no inversor:

$$V_{AD693} = V_{Divisor} * \left(1 + \frac{R_4}{R_5}\right)$$

$$V_{AD693} = \frac{V_{Anodico}}{1011} * \left(1 + \frac{1000}{1000000}\right)$$

$$V_{AD693} = \frac{V_{Anodico}}{1011} * (1 + 0.001)$$

$$V_{AD693} = \frac{1.001 * V_{Anodico}}{1011} mV$$

AD6393 conversor de voltaje a corriente 4-20mA,

$$RV_1 = \left(\frac{1.6V}{I_A}\right) - 400 \Omega$$

$$R_6 = RV_1 * \frac{3.1V}{15mV} + I_A * 3.75\Omega$$

$I_A = 200\mu A$

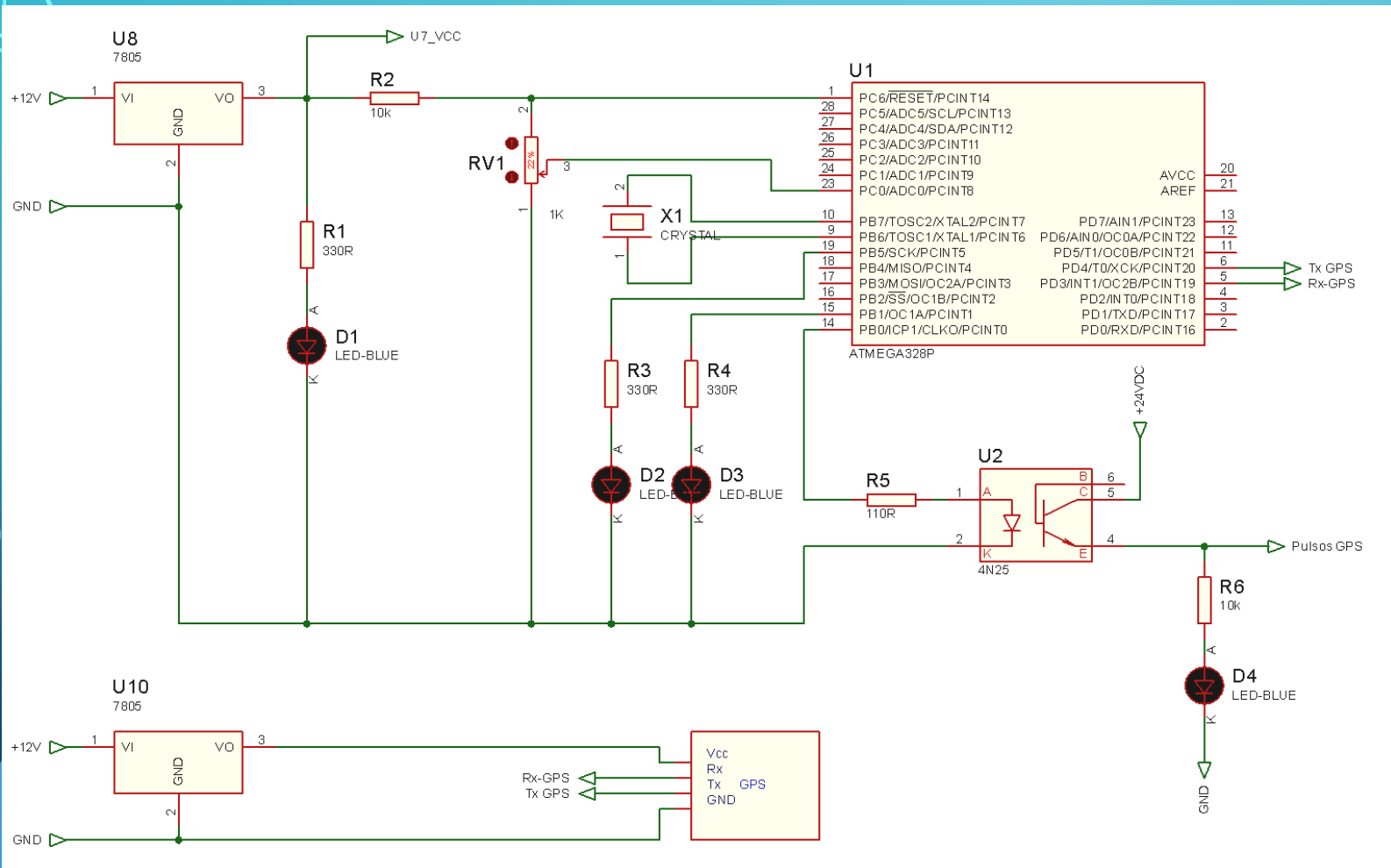
$$RV_1 = \left(\frac{1.6V}{200\mu A}\right) - 400 \Omega = 7.6K \Omega$$

$$RV_1 \approx 10K \Omega$$

$$R_6 = 7.6K \Omega * \frac{3.1V}{15mV} + 200\mu A * 3.75\Omega = 1.5M \Omega$$

$R_6 \approx 1M \Omega$

CIRCUITO DE SINCRONIZACIÓN



- **Alimentación:** +5Vdc.
- **Elementos:** LM7805, Ublox Neo-6M, ATMEGA328, 4N25.
- **Entrada:** Comunicación Rs-232.
- **Salida:** 0-24Vdc @ 0-12mA.

CÁLCULOS

Calculo corriente Leds y salida PLC.

$$U_{1_{PB0}} = 5V$$

$$I_{U2} = 50mA$$

$$R_5 = \frac{5V}{50 * 10^{-3}A}$$

$$R_5$$

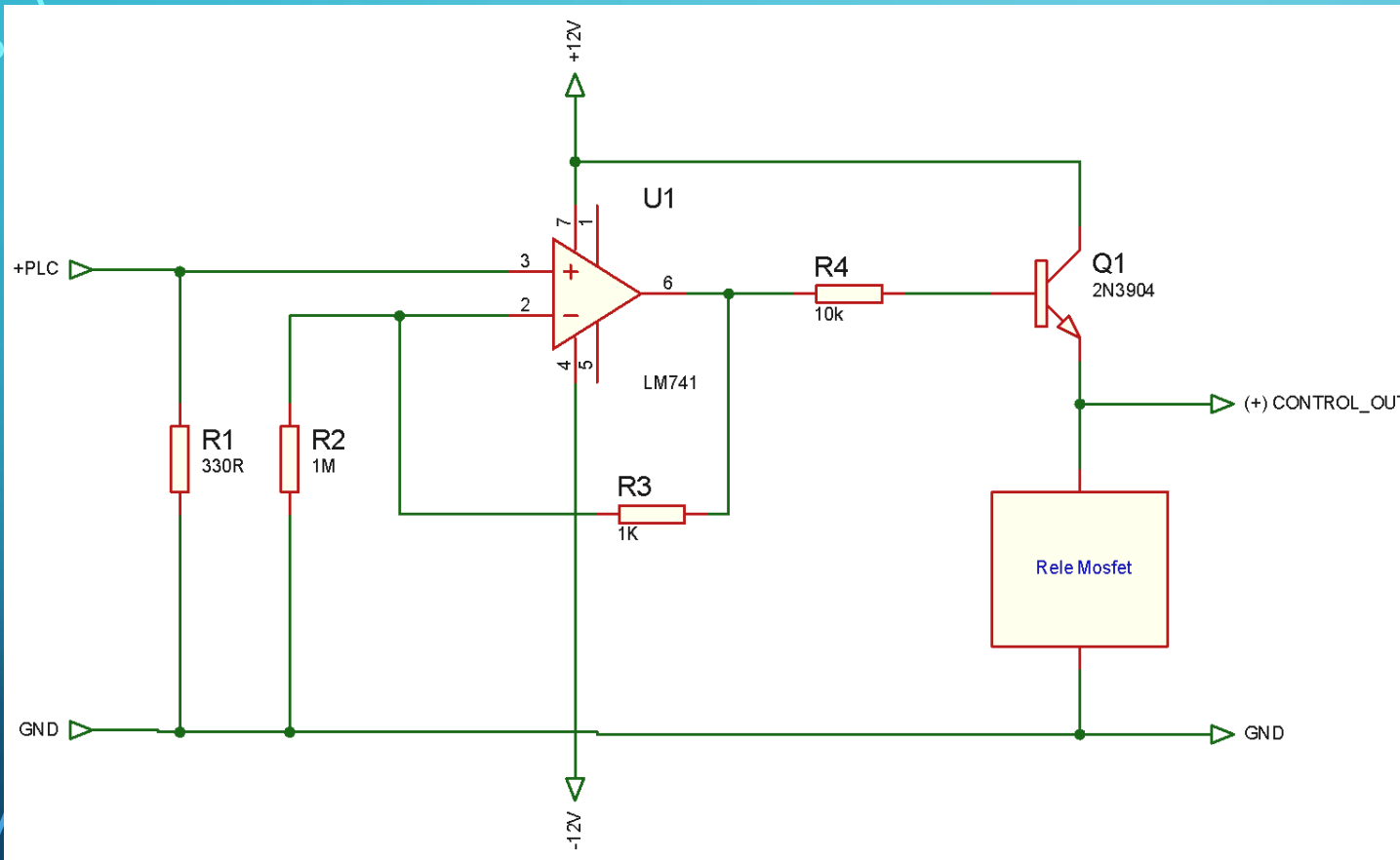
$$R_5 = 100 \Omega$$

$$I_{D4} = 15mA$$

$$R_6 = \frac{24V}{15 * 10^{-3}A}$$

$$R_6 = 1.6K \Omega$$

CIRCUITO DE CONTROL



- Alimentación: +12/-12Vdc.
- Elementos: LM741, 2n3904.
- Entrada: 4-20mA.
- Salida: 0-6Vdc

CÁLCULOS

Voltaje activación Relé de Estado Solido.

$$I_{PLC_{MIN}} = 4mA$$

$$V_{PLC_{MIN}} = 4 * 10^{-3}A * 330\Omega$$

$$V_{PLC_{MIN}} = 1.32V$$

$$I_{PLC_{MAX}} = 20mA$$

$$V_{PLC_{MAX}} = 20 * 10^{-3}A * 330\Omega$$

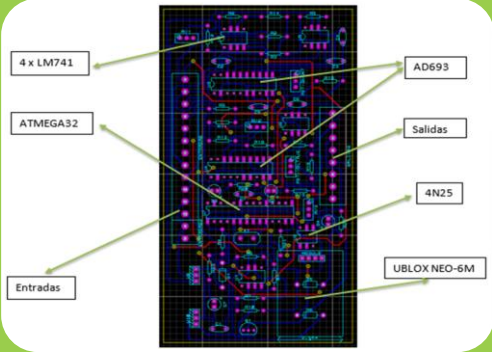
$$V_{PLC_{MAX}} = 6.6V$$

$$V_{LM741} = V_{PLC} * \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right)$$

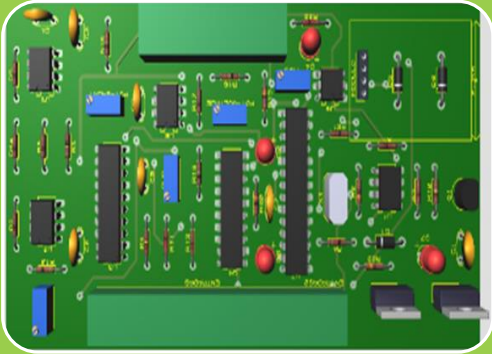
$$V_{LM741} = V_{PLC} * \left(1 + \frac{1000}{1000000}\right)$$

$$V_{LM741} = V_{PLC} * (1 + 0.001)$$

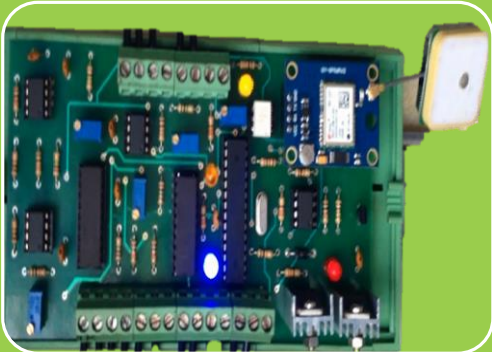
$$V_{LM741} = V_{PLC} * 1.001 V$$



Ruteado de Pistas Software Proteus.



Diseño 3D Software Ares.



Construcción de Circuito de Acondicionamiento y Sincronización.

CAPÍTULO III

Implementación del Prototipo en SSFD.

SELECCIÓN DE CABLES.

- Diseño del tablero eléctrico de baja tensión basado en la Norma IEC 61439.

Conexiones Internas:

- THW-LS – THHW-LS (16AWG) 600V 75°C / 90°C.
- THW-LS – THHW-LS (10AWG) 600V 75°C / 90°C.

Conexiones Externas:

- 2 Cables Armados 1Pr x 16AWG utilizados para llevar los voltajes del Shunt y la Tubería desde el rectificador hacia el tablero de control.
- 2 Cables Armados 3C x 10AWG utilizados para alimentar el tablero de eléctrico con 110V y conectar el voltaje de potencia.
- 1 Cable Armado 4Pr x 16AWG utilizado para conectar las señales del PLC RIO-01 hacia el tablero eléctrico.

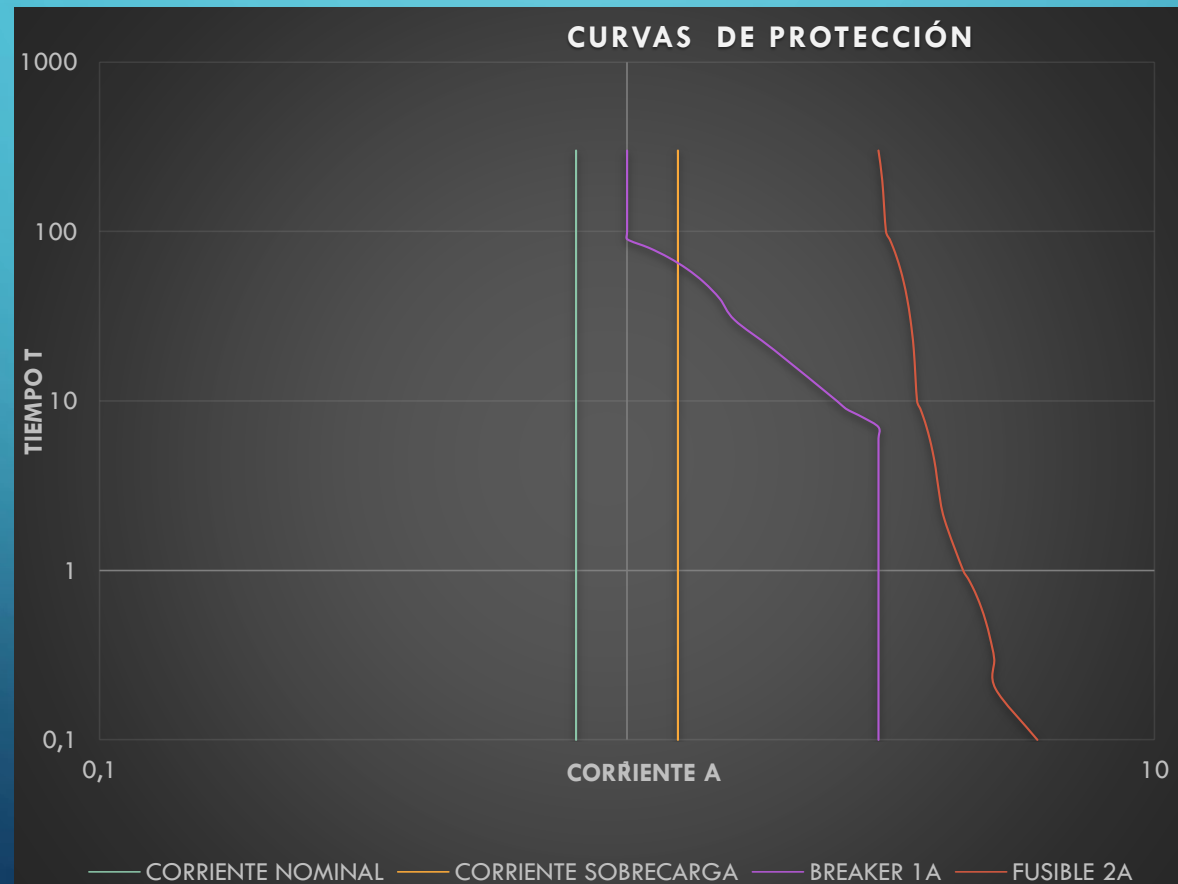
Carga Máxima del Tablero Eléctrico					
Señal	Voltaje		Corriente		AWG
Control DC	12	Vdc	100	mA	16
Alimentación AC	110	Vac	2	A	16
Potencia Rect.	60	Vdc	25	A	10

- 1 T (Thermoplastic):** Aislamiento termoplástico (este lo tienen todos los cables aislados).
- 2 H (Heat resistant):** Resistente al calor hasta 75° centígrados (167° F).
- 3 HH (Heat resistant):** Resistente al calor hasta 90° centígrados (194° F).
- 4 W (Water resistant):** Resistente al agua y a la humedad.
- 5 LS (Low smoke):** Significa que el cable tiene baja emisión de humos y bajo contenido de gas ácido (cumple con la NOM-063-SCFI).



SELECCIÓN DE PROTECCIONES.

- Protección Fuente AC/DC Breaker 1A y Fusible 2A.
- Protección Circuito de Acondicionamiento y Sincronización 2 Fusibles 0,5A.

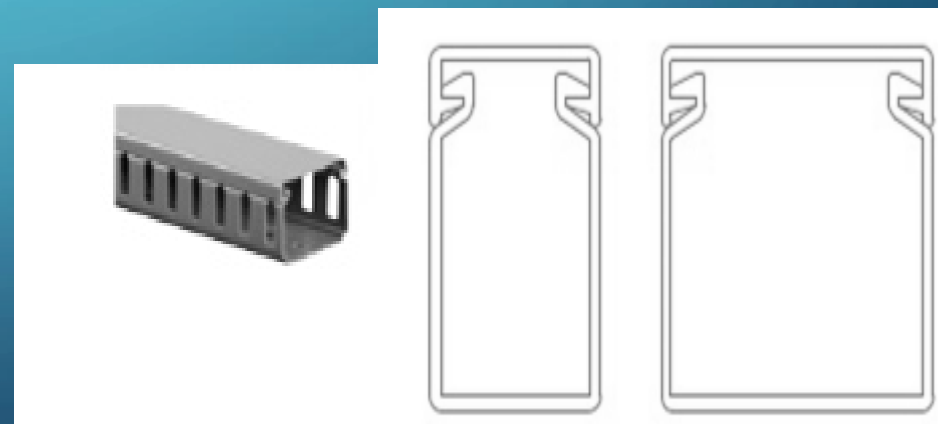


SELECCIÓN DE CANALETAS

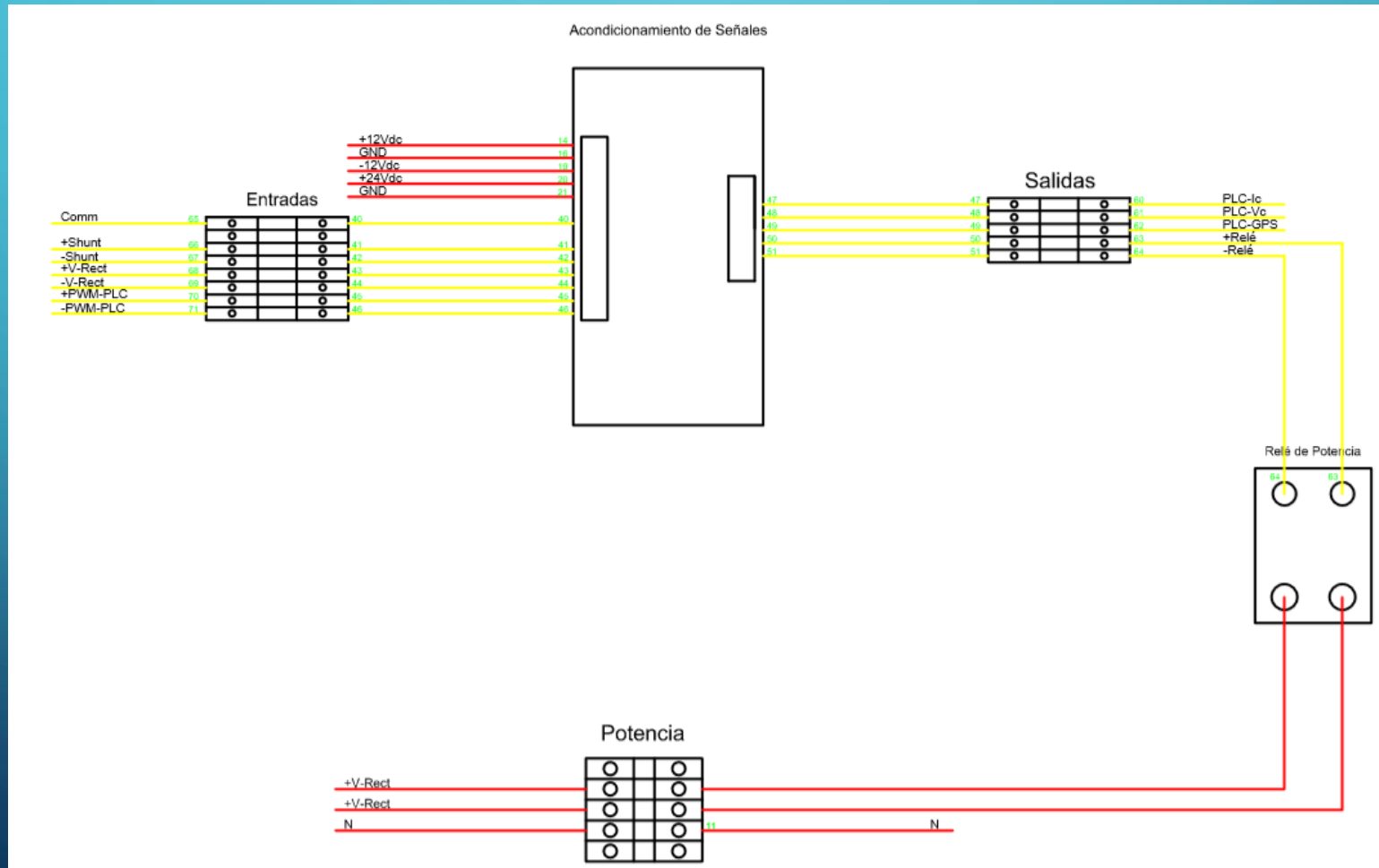
- Canaleta Ranurada de 25x44mm.

Cálculo Canaleta				
AWG	Área	Cantidad	Área Total	
16	1,3	40	52	mm2
10	5,26	2	10,52	mm2
		Total	62,52	mm2

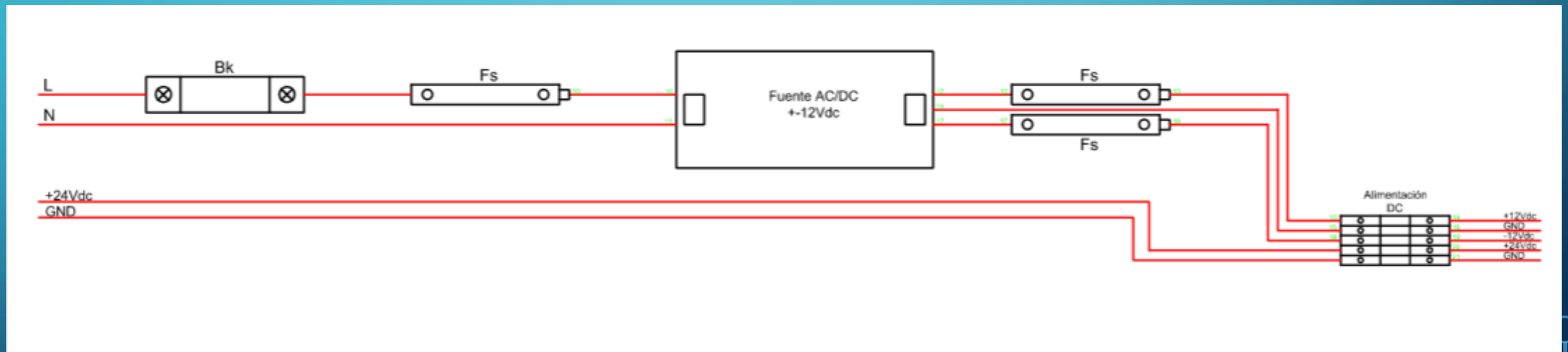
Color	Ancho	Alto	Ref.	Característica
Gris	25 mm	40 mm	DXN10042	Ranurada



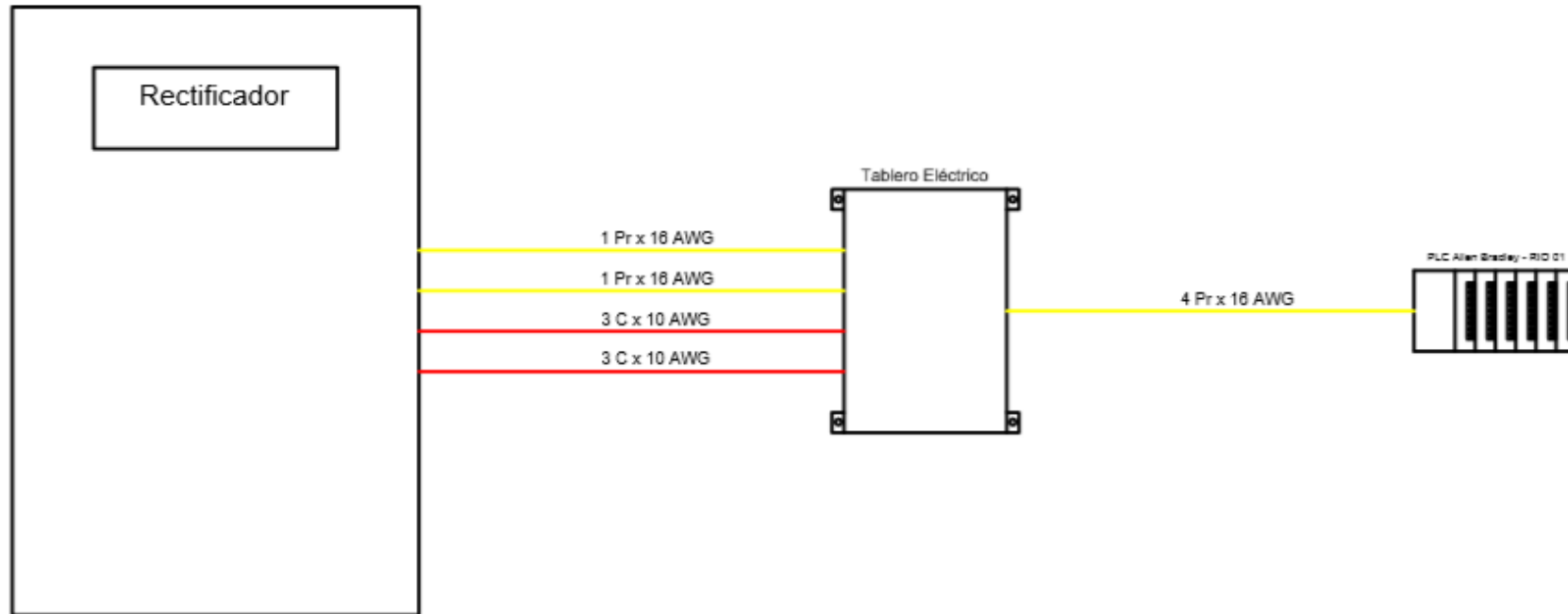
CONEXIONES DE CONTROL Y POTENCIA



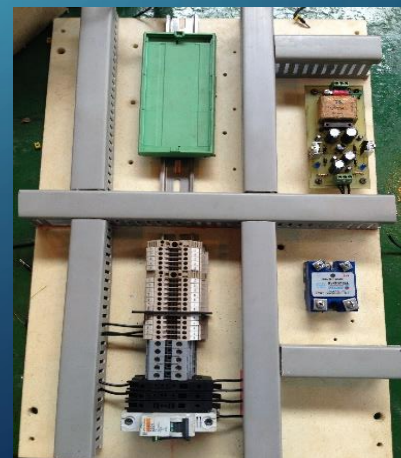
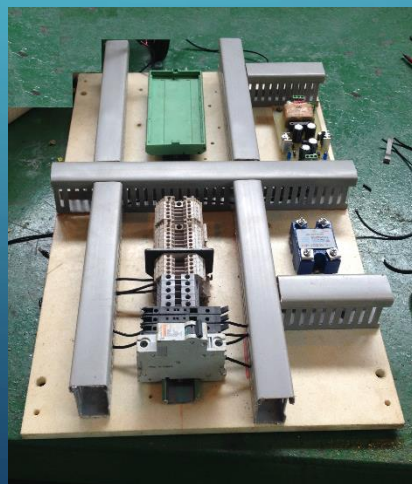
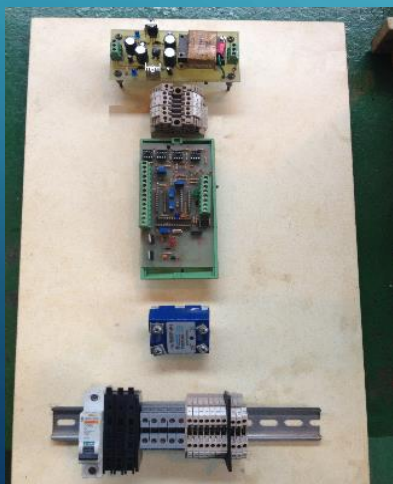
CONEXIONES DE ALIMENTACIÓN



CONEXIONES EXTERNAS



IMPLEMENTACIÓN DEL TABLERO ELÉCTRICO

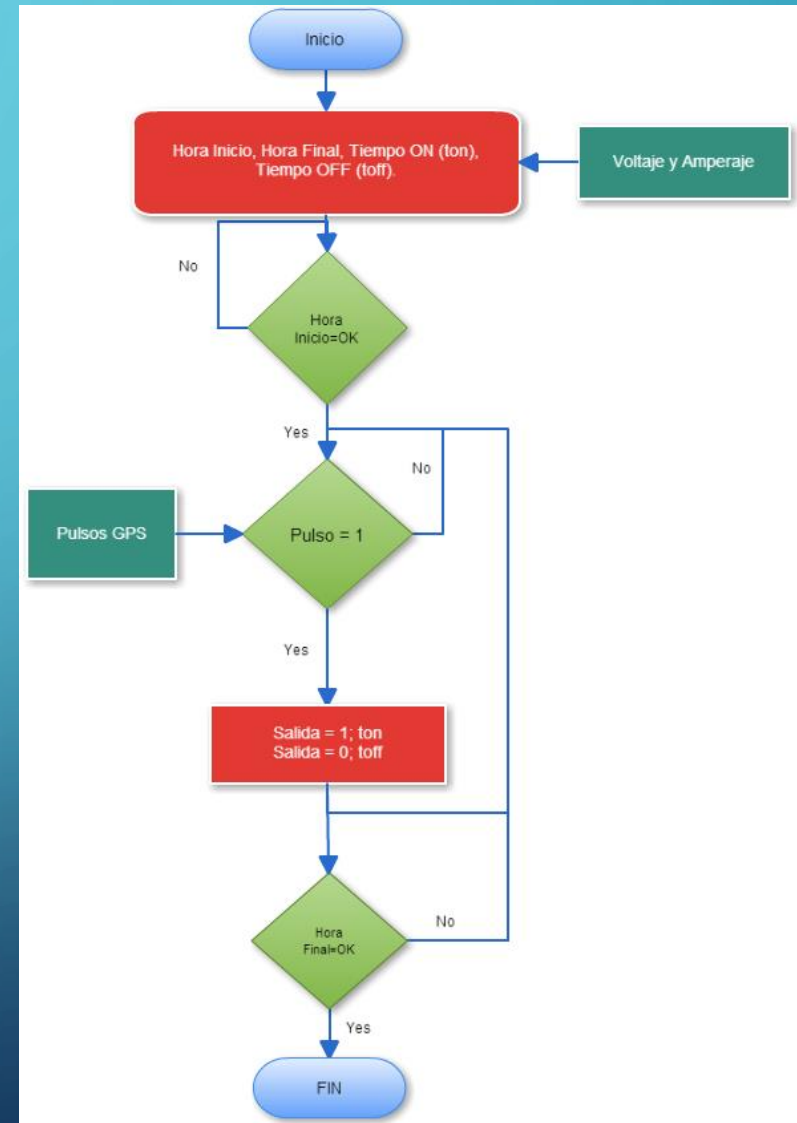




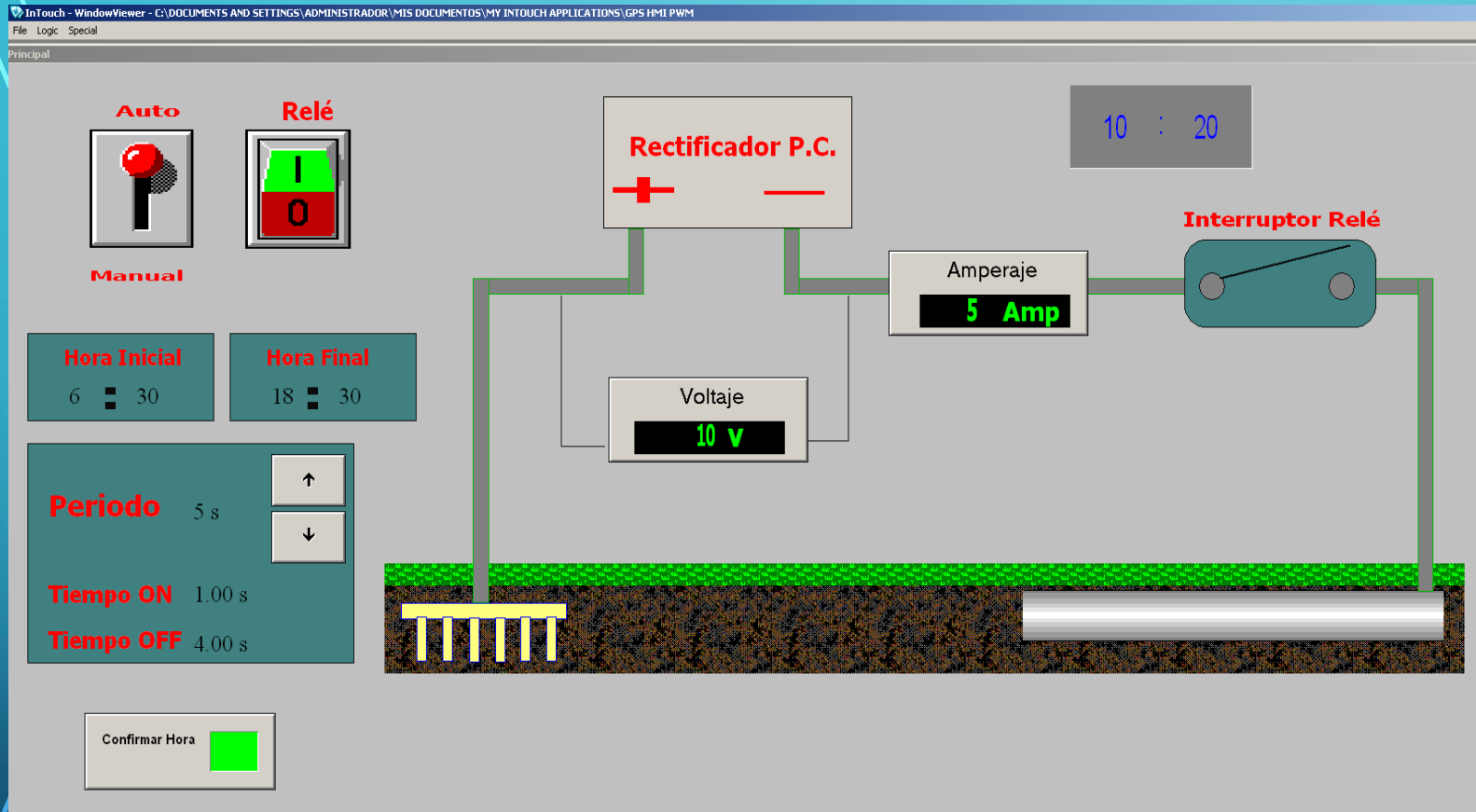


PROGRAMACIÓN PLC

- PLC RIO-01 Allen Bradley 5000.
- Rutina X_1609_CP.



HMI



Condiciones:

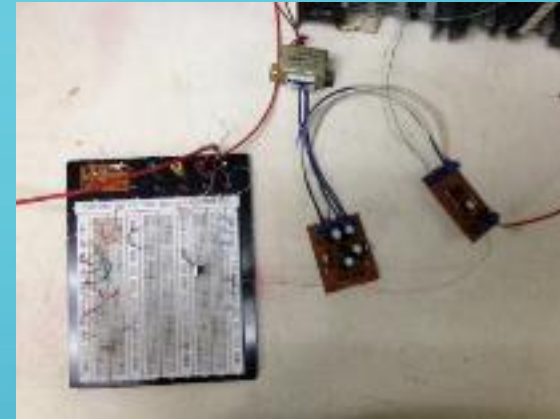
- Seleccionar Auto para estudios CIPS o Potenciales de Protección.
- Seleccionar manual para comprobar funcionamiento.
- Hora de Inicio.
- Hora Finalización.
- Confirmar Hora.
- Seleccionar el periodo deseado en segundos.

CAPÍTULO IV

Pruebas y Validación de Hipótesis

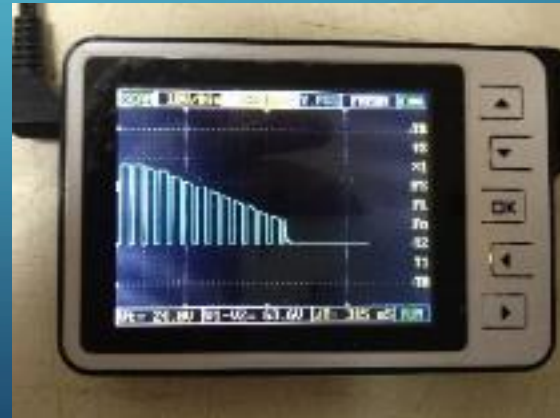
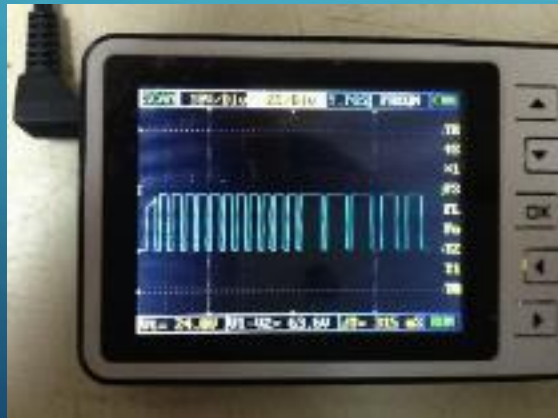
PRUEBA 1

CIRCUITO DE CONTROL Y PLC 5 A. B.



Condiciones:

- Varios intervalos de Tiempo.
- Varios Niveles de Voltaje.
- Circuito Control.
- Programación PLC5.
- Fuente DC - Resistencias.
- Fuente de Poder.



Resultados:

- Señal de Control 0-12Vdc.
- Velocidad Adecuada Pulsos de Salida.
- Retardo en Activación de 5ms.

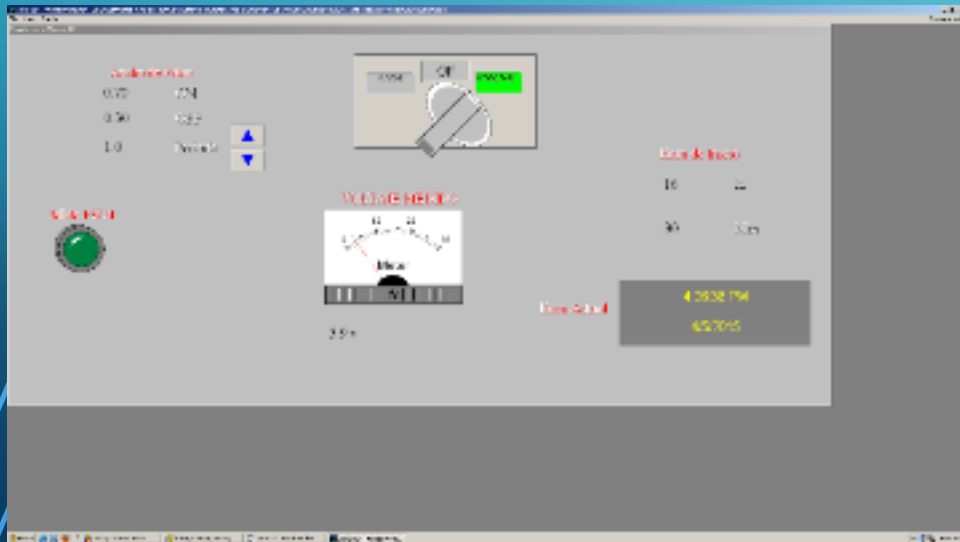
PRUEBA 2

CIRCUITO DE ACONDICIONAMIENTO, HMI, PLC 5 Y RECT. NPF



Condiciones:

- Rectificador NPF.
- Programación PLC5.
- HMI
- Fuente de Poder.
- Circuito Control.
- Circuito Acondicionamiento.
- Relé Potencia Mosfet.

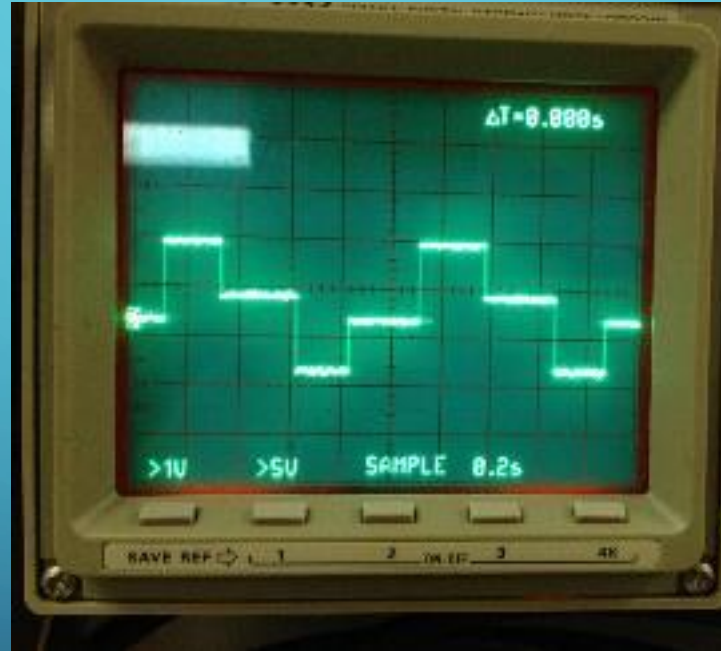


Resultados:

- Interrupción de Corriente.
- Retardo de Activación 5ms.
- Adecuado Funcionamiento HMI.
- Ruido en Señales.
- OK Fuente de Poder.

PRUEBA 3

SINCRONISMO HORA PLC VS INTERRUPTOR RADIO DETECTION



Condiciones:

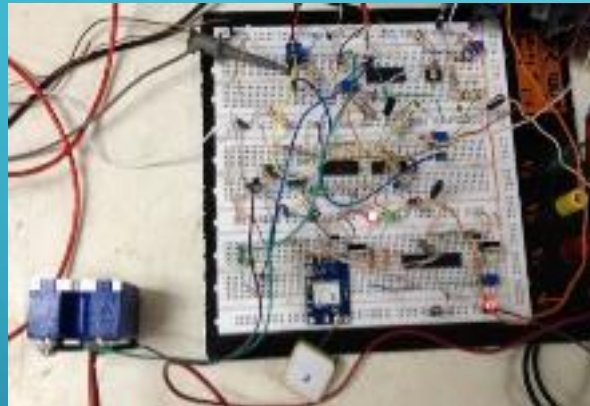
- Sistema Prueba 2.
- Interruptor Radio Detection.
- Fuente Dc – Resistencias.

Resultados:

- Error Sincronismo.
- Tiempos Adecuados.
- Retardo de Activación 5ms.

PRUEBA 4

CIRCUITO DE ACONDICIONAMIENTO, GPS, PLC 5 Y FUENTE DC.

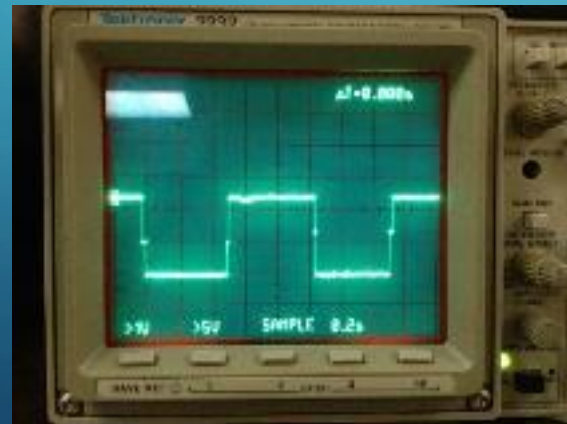
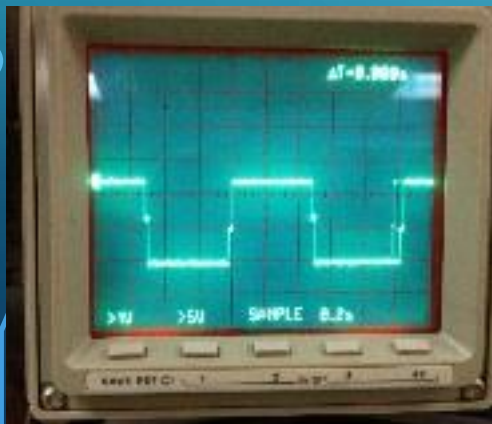


Condiciones:

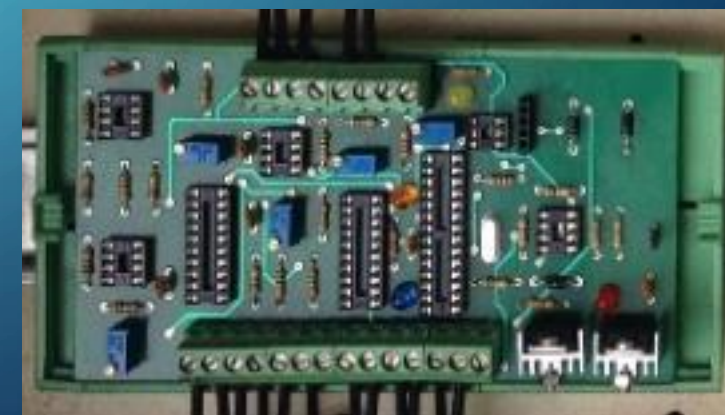
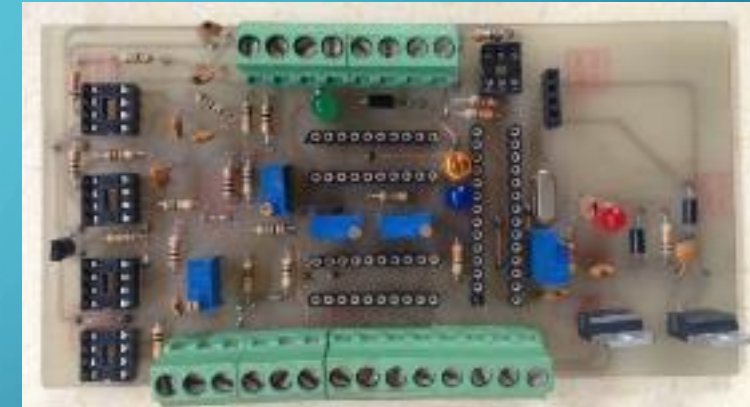
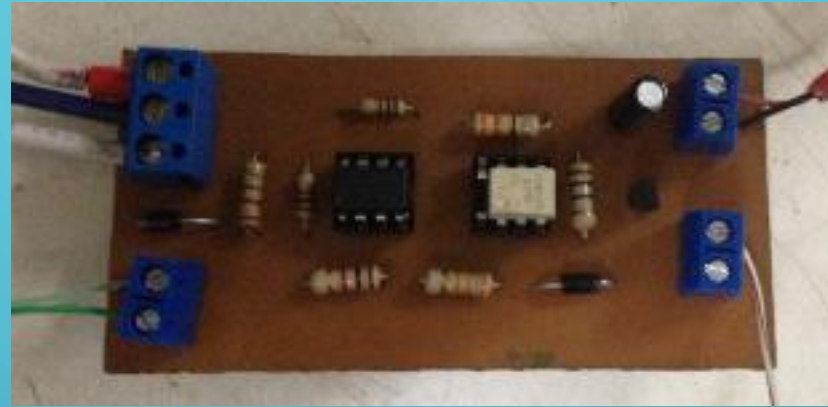
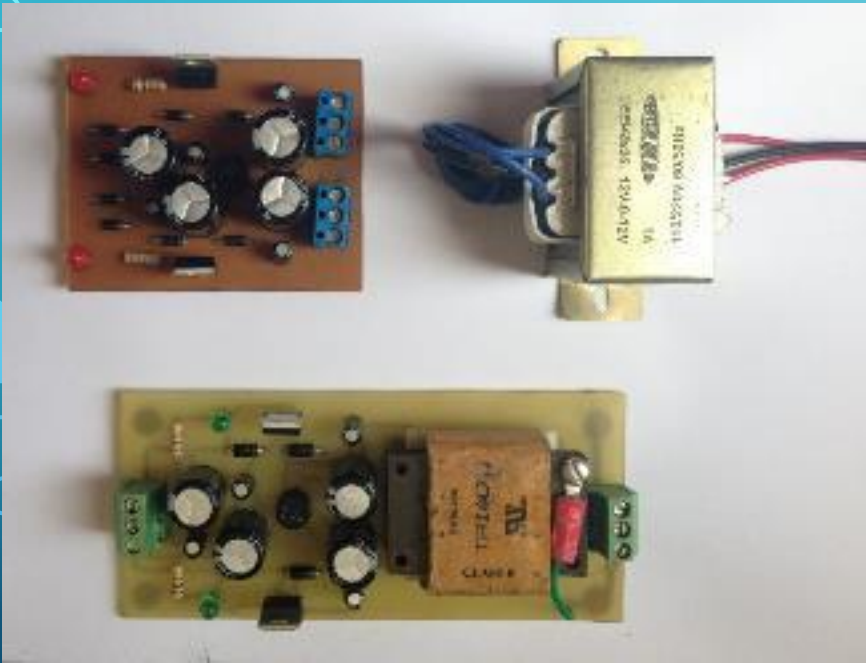
- Fuente de Poder.
- PLC5.
- HMI.
- Circuito Control.
- Circuito Acondicionamiento.
- Circuito de Sincronización
- Relé Potencia Mosfet..
- Interruptor Radio Detection.
- Fuente Dc – Resistencias.

Resultados:

- Desfase 0-60ms.
- Ok Acondicionamiento.
- Ok Señal GPS.
- Retardo de activación 10ms.



AVANCE FUENTE DE PODER, CIRCUITO DE ACONDICIONAMIENTO Y SINCRONIZACIÓN

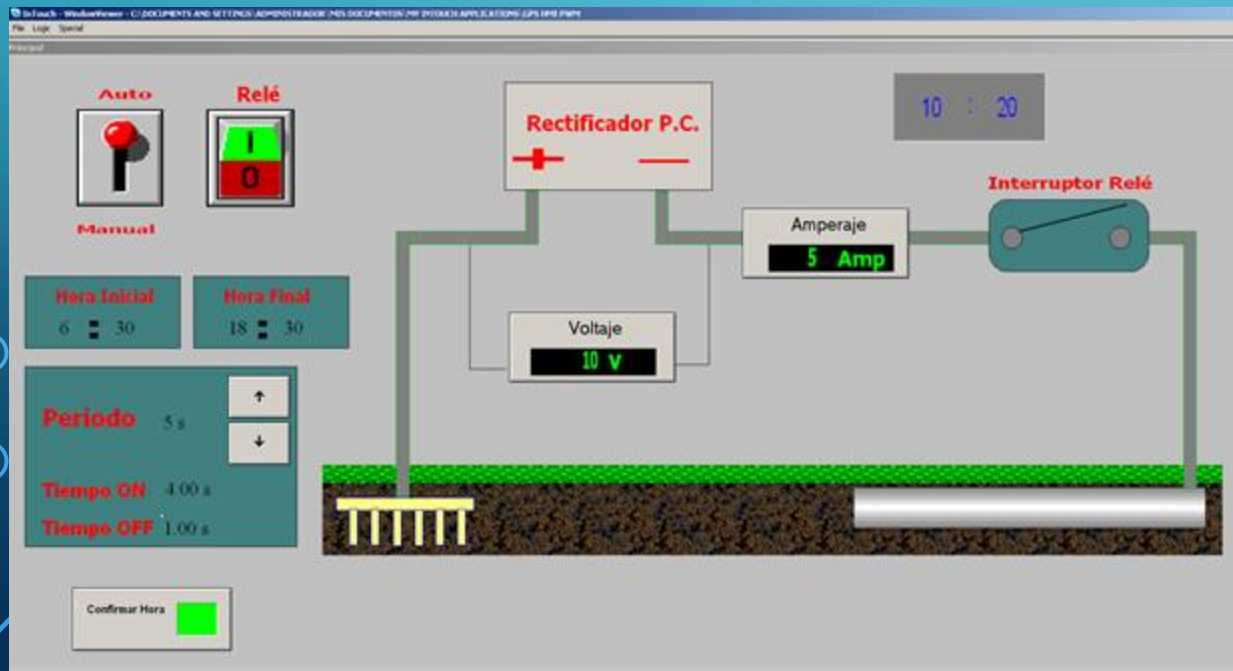


PRUEBAS FINALES LÍNEA PPY-SSFD EP PF16 Y EP PF14



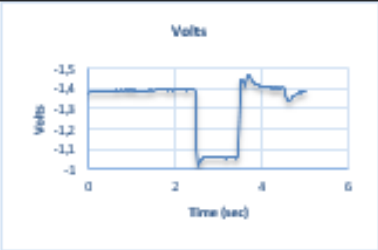
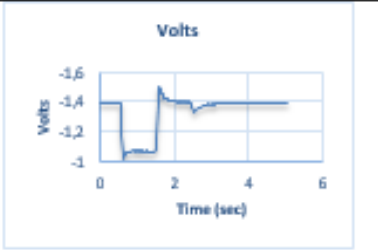
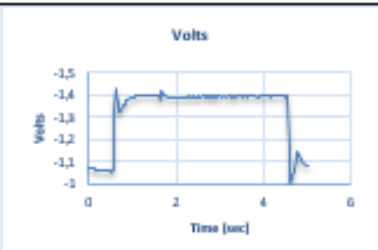
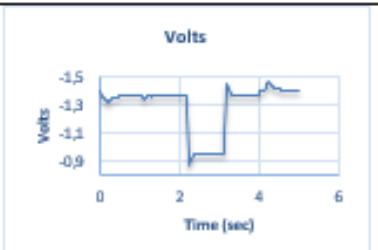
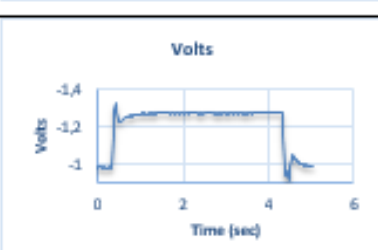
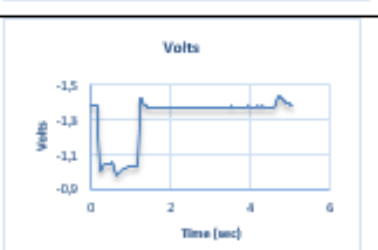
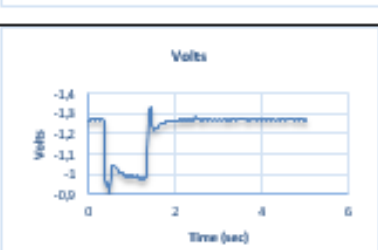
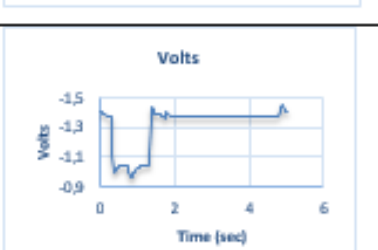
INTERRUPTOR Y SISTEMA SSFD.

- Desfase de 400 milisegundos.
- Reprogramación PLC.
- Mediciones Poste a Poste líneas de crudo y diésel.
- Hora de 06:30am a 18:30pm.
- Periodo de 4s ON y 1s OFF.



Poste	RadioDetection	Sistema de M y CR
EP PF 16 Crudo		
EP PF 16 Diésel		
EP PF 14 Crudo		
EP PF 14 Diésel		

CORRECCIÓN DE DESFASE

Poste	RadioDetection	Sistema de M y CR
EP PF 16 Crudo		
EP PF 16 Diésel		
EP PF 14 Crudo		
EP PF 14 Diésel		

VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

- Se comprobó que sí, se puede diseñar e implementar un sistema de monitoreo y control remoto cumpliendo con la medición del voltaje y amperaje inyectado por el rectificador trifásico a las líneas de crudo-diésel de 16 y 4 pulgadas, también se pudo visualizar dichos valores en el SCADA de Integridad ubicado en la planta del SPF aproximadamente 200 Km de distancia del sitio de monitoreo.
- También se comprobó que se puede utilizar los PLC de la planta para implementar estos prototipos de monitoreo y control remoto facilitando la programación para los distintos estudios sobre la línea, se redujo tiempos porque el sistema puede ser controlado desde un SCADA.

The background is a dark blue gradient. In the corners, there are decorative white line-art elements resembling circuit boards or neural networks, with lines connecting to small circles.

CAPÍTULO V

Conclusiones

Y

Recomendaciones

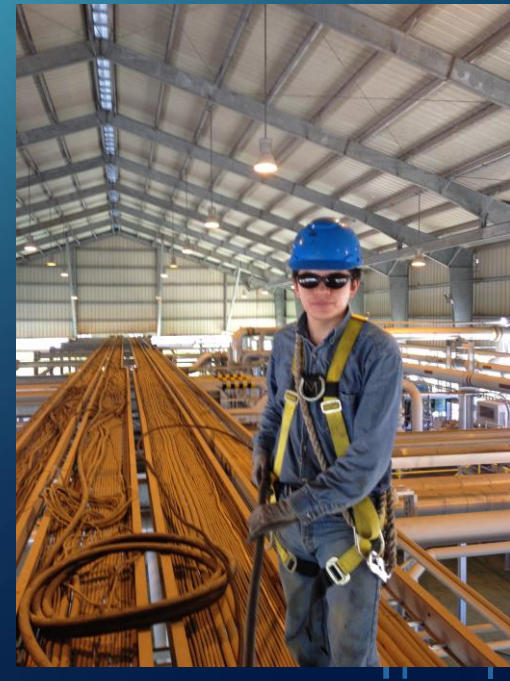
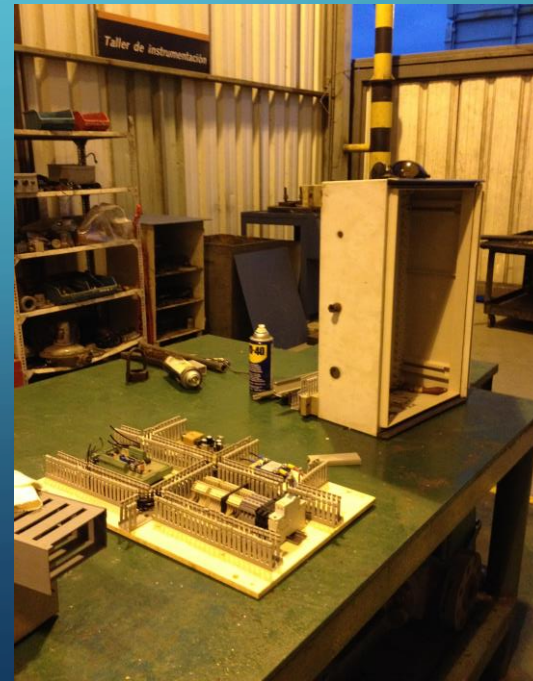
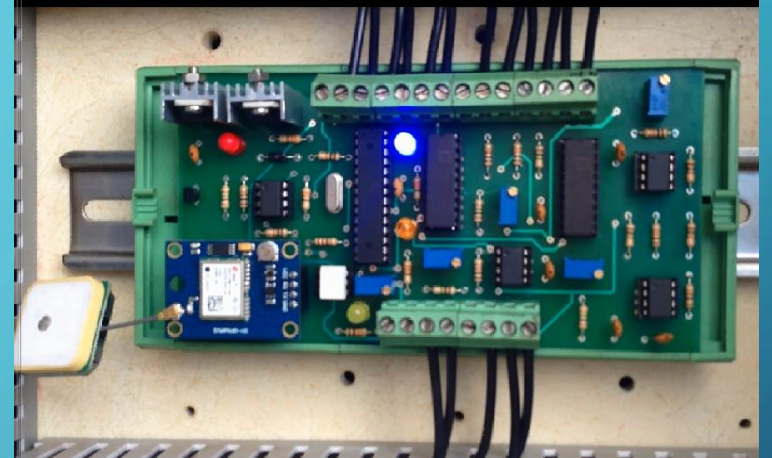
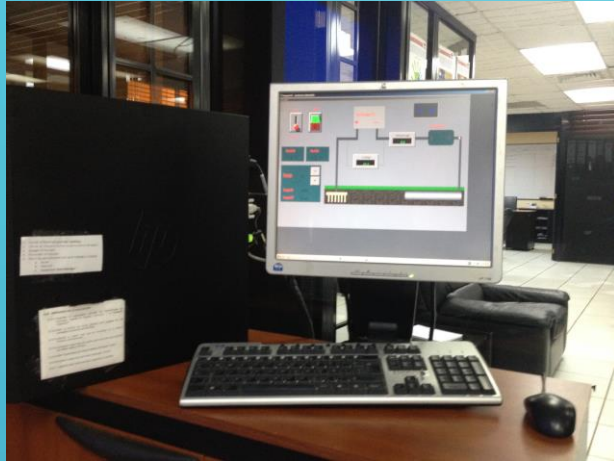
CONCLUSIONES

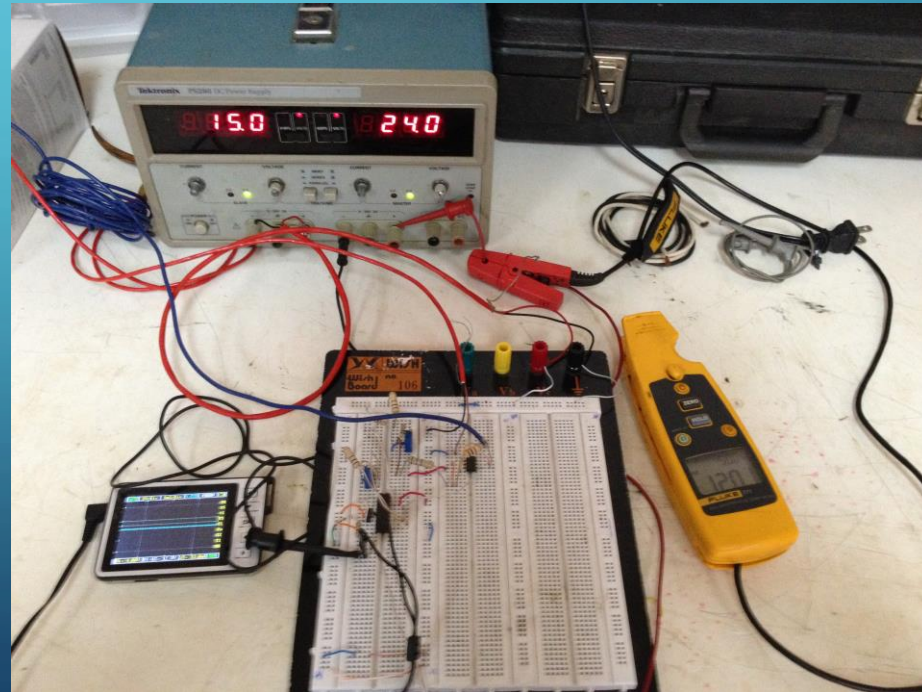
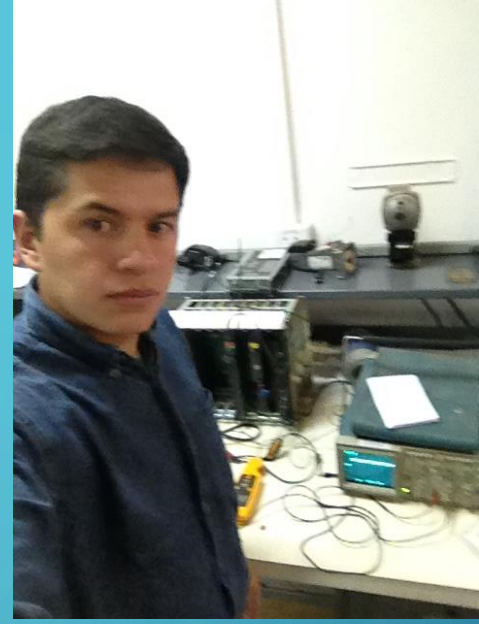
- Con la implementación de un sistema de monitoreo y control remoto para la protección catódica se puede disminuir la pérdida de tiempo en viaje que actualmente es de 2 días por un trabajo de 3 horas lo que corresponde a un tiempo muerto del 87% del tiempo efectivo de trabajo.
- Se logró utilizar todos los recursos de la estación de bombeo de SSFD como PLC RIO-01 para la implementación y puesta en marcha del sistema, es por esto que se redujo la inversión inicial hasta en un 50%.
- REPSOL al contar con las licencias de *Maker* y *Viewer* de InTouch facilito el diseño e inclusión del HMI al SCADA ya existente sin ningún inconveniente, evitando el gasto innecesario en compras de nuevos software para realizar la pantalla requerida.
- El sistema de monitoreo y control remoto está valorado en 1200 dólares con la utilización de los recursos de la empresa, es un 200% menos costoso que los sistemas que se venden actualmente en el mercado.
- Con los estudios adquiridos en ingeniería mecatrónica se pudo dar solución a los circuitos requeridos para la adquisición de datos y conversión es estándares de corriente, se buscó alternativas y aplicando reingeniería se logró solucionar los problemas correspondientes a la sincronización GPS del sistema.

RECOMENDACIONES

- Se debe eliminar los saltos de corriente AC a las líneas enterradas con un mejor aislamiento dieléctrico en las juntas porque la protección catódica necesita de corriente continua totalmente pura.
- Se debe implementar sistemas actuales de monitoreo y control para la protección catódica la cual suministre información sobre potenciales, voltaje y amperaje de forma precisa, de esa manera se llevara un monitoreo en tiempo real.
- Se debe disponer de personal con conocimiento en electrónica para manejar el área de protección catódica ya que tiene un alto grado de complejidad en lo que se refiere a la materia de electrónica y eléctrica.
- Se recomienda el cambio de los rectificadores trifásicos, en varias zonas están sobredimensionados y en otras están con sobre carga.

REGISTRO FOTOGRÁFICO





The background is a blue gradient with white circuit-like lines in the corners. The word "GRACIAS" is centered in white, bold, uppercase letters.

GRACIAS