



System Supervisory for the Center Transmitter of Waves Mediates “Rebelde 670”

Rubén Gerardo Cervantes Madan¹, Roberto Luís Ballesteros Horta²

^{1,2} División Radiocuba Villa Clara y Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas.

Email: ruben@vclara.radiocuba.cu, rball@uclv.edu.cu

th

ABSTRACT

Received: October 11, 2018th

Accepted: November 20, 2018th

Published: December 31, 2018

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



The Company Radiocuba looks after the correct operation of the radio transmissions and television. Schedules in that the facilities are not exist assisted, therefore, the operator of the Center of Provincial (CPD) Address doesn't know the main parameters of the transmitters, neither when a team is outside of service, another aspect, is that it doesn't have the state of the alarms of the center in real time. The main objective is to design a system supervisor for "Rebellious CTOM 670" located in Santa Clara's city. For it was analyzed it the bibliography related with the Centers Transmitters of Modulated (CTOM) Width, it was designed the architecture and a SCADA to give solution to the outlined problem, the results and obtained contributions of the carried out tests were evaluated. In the work PLC IP2CHOICE was used, which has great potentiality for the radio systems and television for its communication facilities and graphic programming. SCADA that was designed allows to know in real time the parameters and alarms of each transmitter, the same actions in a local way can be executed as remote and the flaws are valued by the specialists before moving to the place. For what is viable and necessary, because it guarantees the technological independence. The simulation and the carried out tests, as much in the laboratory as in situ, they validate their functionality and it is conceived in a scalable and flexible way to assimilate future amplifications.

Keywords: System SCADA, center transmitter of Waves stockings, Programmable Robots.

Sistema supervisorio para el Centro Transmisor de Ondas Medias “Rebelde 670”

RESUMEN

La Empresa Radiocuba vela por el correcto funcionamiento de las transmisiones de radio y televisión. Existen horarios en que las instalaciones se encuentran **no atendidas**, por lo tanto, el operador del Centro de Dirección Provincial (CPD) no conoce los principales parámetros de los transmisores, ni cuándo un equipo está fuera de servicio, otro aspecto, es que no cuenta con el estado de las alarmas del centro en tiempo real. El principal objetivo del trabajo es diseñar un sistema supervisorio para el CTOM “Rebelde 670” ubicado en la ciudad de Santa Clara, provincia Villa Clara. Para ello se analizó la bibliografía relacionada con los Centros Transmisores de Amplitud Modulada (CTOM), se diseñó la arquitectura y el SCADA para darle solución a la problemática planteada, se evaluó los resultados y aportes obtenidos de las pruebas realizadas. En el trabajo se utilizó el PLC IP2CHOICE, el cual tiene gran potencialidad para los sistemas de radio y televisión por sus facilidades de comunicación y programación gráfica. El SCADA que se diseñó permite conocer en tiempo real los parámetros y alarmas de cada transmisor, se pueden ejecutar las mismas acciones de forma local como remota y las fallas se valoran por los especialistas antes de trasladarse al lugar. Por lo que es viable y necesario, debido a que garantiza la independencia tecnológica. La simulación y las pruebas realizadas, tanto en el laboratorio como *in situ*, validan su funcionalidad y está concebido de manera escalable y flexible para asimilar futuras ampliaciones.

Palabras claves: Sistema SCADA, centro transmisor de Ondas medias, Automatas Programables.

I INTRODUCCIÓN

En Santa Clara existe un Centro de Dirección Provincial donde radica un técnico de guardia encargado de velar por el correcto funcionamiento de las transmisiones de radio y televisión de la provincia Villa Clara. El Centro Transmisor de Ondas Medias “Rebelde 670” debe ser supervisado las 24 horas del día. En el horario de 8:00 am a 5:00 pm se dispone de personal calificado en dicha instalación, el resto del tiempo centro es considerado como **no atendidos**.

Por lo anteriormente expresado durante el horario nocturno no se tiene de ningún tipo de información de estos centros, tales como: potencial real de los transmisores, el operador desconoce cuándo un transmisor está fuera del aire y no se cuenta con el estado de las alarmas del centro. Debemos señalar que en Cuba no se dispone de un sistema supervisorio para Centros Transmisores de Ondas Medias.

Por lo antes planteado se realizó un análisis bibliográfico de conceptos imprescindibles para la realización de nuestro trabajo.

Una aplicación SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) es un sistema que incluye software y hardware y realiza la tarea de interfaz entre los niveles de control donde se encuentran dispositivos como los PLC y los de gestión a un nivel superior. En general todos los programas necesarios y el hardware como controladores digitales autónomos, autómatas programables, instrumentación inteligente entre otros, se denomina en general sistema SCADA. Estos sistemas pueden monitorizar y supervisar desde un centro de control, los procesos de estaciones remotas distantes, con el empleo diversos tipos de enlaces de comunicaciones como sistema satelital, buses de campo, radiocomunicaciones, telefonía celular, entre otros [1].

También, fue necesario profundizar en las principales características de los transmisores para poder realizar con mayor facilidad el proceso de diseño de SCADA [4], [5] y [6].

El funcionamiento general de un radiotransmisor de amplitud modulada se muestra en la figura 1 en forma de diagrama de bloques.

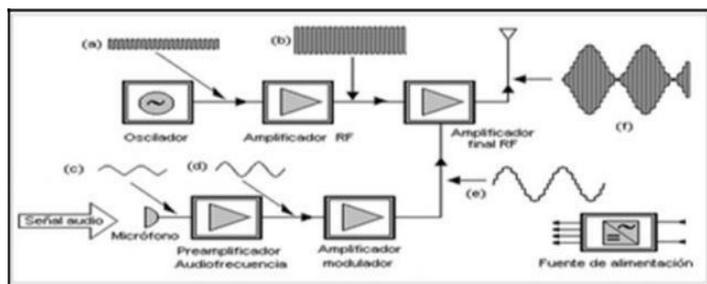


Figura 1: Diagrama en bloques de un radiotransmisor de AM.
Fuente: Los autores, (2018).

Los principales bloques de un radiotransmisor se relacionan a continuación:

- Generar la señal portadora con la estabilidad adecuada al servicio destinado.
- Modular la portadora con la señal que contiene la información (señal en banda base).
- Amplificar la señal portadora modulada hasta el nivel requerido por el servicio y el alcance deseado del enlace con los receptores (cobertura).

- Efectuar un filtrado sobre la señal modulada antes de ser radiada por la antena, para generar el menor nivel de interferencias posibles con otros servicios de telecomunicación que trabajen en bandas próximas.

El PLC que se utilizó fue el, IP2CHOICE, recomendado por la Empresa Radiocuba del Ministerio de Comunicaciones y constituye un requisito impuesto por el cliente.

El IP2CHOICE es un tipo de PLC muy utilizado para la supervisión y control de señales de radio y televisión, el país de procedencia del mismo es Francia y pertenece a la firma Audemat, es comercializado en Cuba por la Corporación COPEXTEL y como características principales se destacan la utilización de 4 tipos de módulos: digitales, analógicos, a relés y de audio; facilidades de comunicación utilizando protocolo TCP-IP, historial de evento, programación gráfica y otros [5] y [6].

II DESARROLLO

La **arquitectura** del centro muestra los equipos que son supervisados con el PLC del tipo IP2CHOICE y así como dispositivos para la comunicación entre el PLC y la PC del técnico del Centro de Dirección Provincial (CPD), que se realiza vía Ethernet, utilizando fibra óptica (FO) a 2 Mbit. El ODF y el Metro 500 son equipos terminales de FO.

En la figura 2 (elaboración propia) se observan los principales componentes de la arquitectura para la automatización de CTOM “Rebelde 670”:

- 1- Transmisor Nautel, de 50 kW que amplifica la señal de radio Rebelde en la frecuencia de 670 kHz.
- 2- Transmisor TSD-10, de 10 kW que amplifica la señal de Radio Rebelde en la frecuencia de 1550 kHz.
- 3- Interfaz entre los transmisores y el PLC.
- 4- PLC, del tipo IP2CHOICE.
- 5- Switch y router de la marca Huawei para la comunicación Ethernet.
- 6- ODF, equipo de fibra óptica para la comunicación.
- 7- PC del técnico, se utiliza para la supervisión del CTOM “Rebelde 670”.

Todos estos componentes se relacionan, los transmisores a través de una interfaz se conectan al IP2CHOICE.

A continuación, se procede a la selección de las variables a supervisar, luego del estudio de los transmisores Nautel y TSD-10.

Las principales variables de entrada y salida que se utilizaron durante el proceso de diseño del SCADA se relacionan en la tabla 1 (elaboración propia) y en total fueron 63 divididas en entradas digitales, analógicas y salidas a relés. Estas señales corresponden a los dos transmisores, un Nautel de 50 KW y otro GDT-10 de 10 KW. Las principales variables son las siguientes:

- Indicadores de niveles de potencia de 1 al 6.
- Excitadora A o B.
- Fallo de corriente alterna.
- Fallo de la fuente principal.
- Fallo de módulo.
- Encender el transmisor.
- Apagar transmisor.
- Subir potencia.
- Bajar potencia.
- Valor de la potencia incidente.
- Valor de la potencia reflejada.
- Valor de la corriente de transmisor.

- Valor del voltaje en 1 transmisor.
- Nivel de audio.

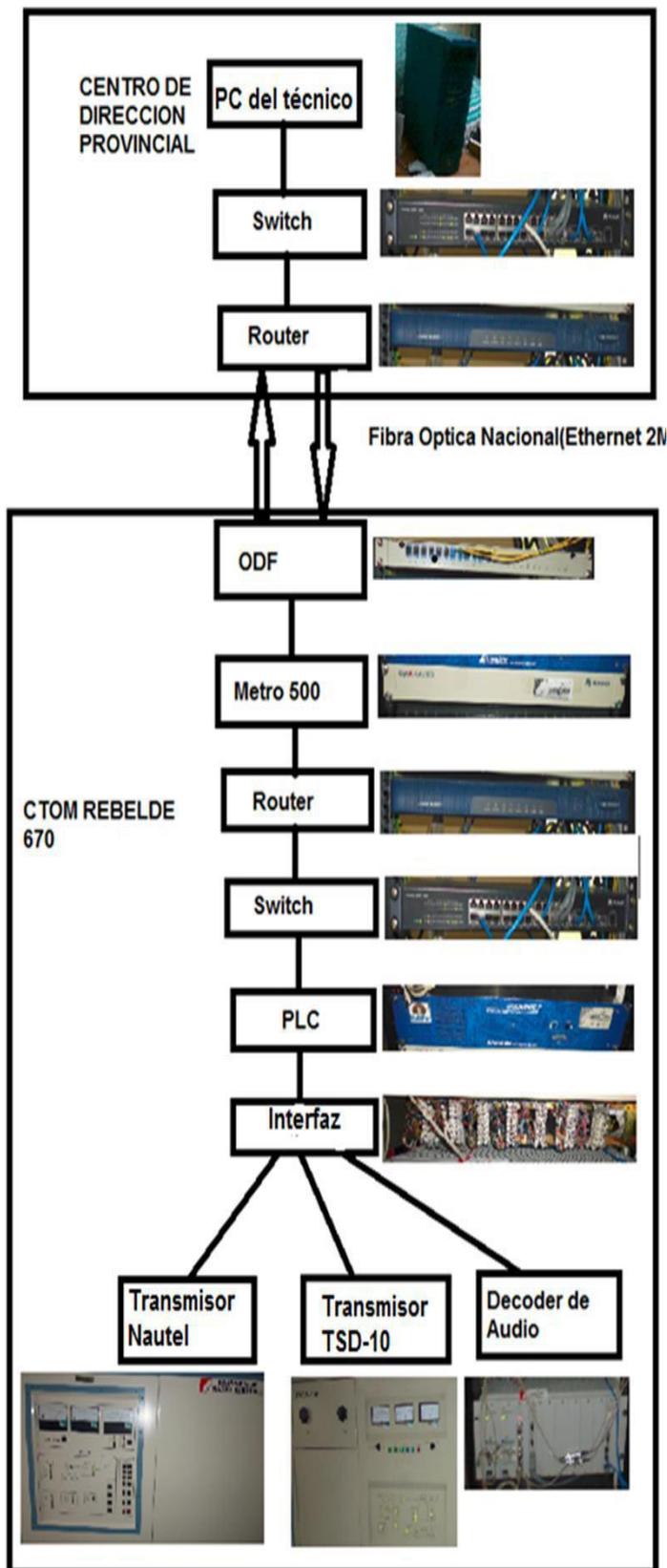


Figura 2: Arquitectura CTOM "Rebelde 670".

Fuente: Los autores, (2018).

A continuación, se muestra la interface de conexión entre el PLC y los diferentes equipos, figura 3 (elaboración propia).

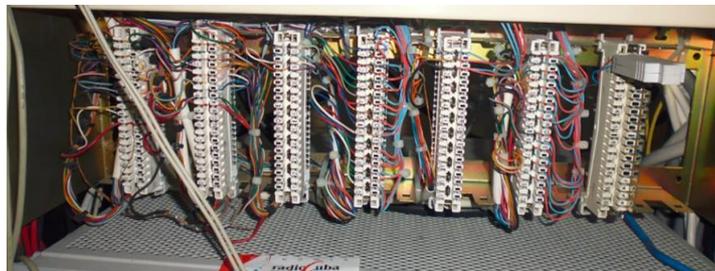


Figura 3: Interfaz de conexión.

Fuente: Los autores, (2018).

Tabla 1: Principales variables de entrada y salida.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	INTERFAZ DE CONEXIÓN		RANGO	TIPO
		TRANSMISORES	IP2CHOICE		
			SLOT 2		
RF PWR Status 1 (Tx Rebelde 670)	Indicador Nivel de Potencia 1(Tx Rebelde 670)	TB2-17	DB25-1	0 ó 1	Entrada Digital
RF PWR Status 2 (Tx Rebelde 670)	Indicador Nivel de Potencia 2(Tx Rebelde 670)	TB2-18	DB25-14	0 ó 1	Entrada Digital
RF PWR Status 3 (Tx Rebelde 670)	Indicador Nivel de Potencia 3(Tx Rebelde 670)	TB2-19	DB25-2	0 ó 1	Entrada Digital
RF PWR Status 4 (Tx Rebelde 670)	Indicador Nivel de Potencia 4(Tx Rebelde 670)	TB2-20	DB25-15	0 ó 1	Entrada Digital
RF PWR Status 5 (Tx Rebelde 670)	Indicador Nivel de Potencia 5(Tx Rebelde 670)	TB2-21	DB25-3	0 ó 1	Entrada Digital
RF PWR Status 6 (Tx Rebelde 670)	Indicador Nivel de Potencia 6(Tx Rebelde 670)	TB2-22	DB25-16	0 ó 1	Entrada Digital
Exciter B(Tx Rebelde 670)	Presencia de Excitadora B(Tx Rebelde 670)	TB2-16	DB25-4	0 ó 1	Entrada Digital
RF Over Current(Tx Rebelde 670)	Alarma de Sobrecorriente en la Antena(Tx Rebelde 670)	TB2-24	DB25-17	0 ó 1	Entrada Digital
High V SWR(Tx Rebelde 670)	Alto V SWR(Tx Rebelde 670)	TB2-26	DB25-5	0 ó 1	Entrada Digital
AC Fail(Tx Rebelde 670)	Fallo de A.C(Tx Rebelde 670)	TB3-6	DB25-18	0 ó 1	Entrada Digital
B+ PIS Fail(Tx Rebelde 670)	Fallo de la Fuente Principal(Tx Rebelde 670)	TB3-5	DB25-6	0 ó 1	Entrada Digital
			SLOT 3		
Battery Low(Tx Rebelde 670)	Batería Baja(Tx Rebelde 670)	TB3-9	DB25-1	0 ó 1	Entrada Digital
RF Drive Fail(Tx Rebelde 670)	Fallo de Drive de RF(Tx Rebelde 670)	TB5-4	DB25-3	0 ó 1	Entrada Digital
PDM Fail(Tx Rebelde 670)	Fallo de Módulo(Tx Rebelde 670)	TB5-3	DB25-15	0 ó 1	Entrada Digital
RF DRB+ Fail(Tx Rebelde 670)	Fallo Drive de la Fuente Principal(Tx Rebelde 670)	TB5-2	DB25-2	0 ó 1	Entrada Digital
LV PIS Fail(Tx Rebelde 670)	Bajo Voltaje en la Fuente Principal(Tx Rebelde 670)	TB5-5	DB25-16	0 ó 1	Entrada Digital
Standby(Tx Rebelde 670)	Standby(Tx Rebelde 670)	TB3-2	DB25-14	0 ó 1	Entrada Digital
			SLOT 4		
RESET Sistem(Tx Rebelde 670)	RESET del Sistema(Tx Rebelde 670)	TB2-1	DB25-1	12 V	Salida Relee
RF POWER ON(Tx Rebelde 670)	Encender Transmisor(Tx Rebelde 670)	TB1-1	DB25-15	12 V	Salida Relee
RF POWER OFF(Tx Rebelde 670)	Apagar Transmisor(Tx Rebelde 670)	TB1-3	DB25-4	12 V	Salida Relee
Exciter A(Tx Rebelde 670)	Excitadora A(Tx Rebelde 670)	TB1-5	DB25-18	12 V	Salida Relee
Exciter B(Tx Rebelde 670)	Excitadora B(Tx Rebelde 670)	TB1-7	DB25-7	12 V	Salida Relee
INCR RF PWR(Tx Rebelde 670)	Subir Potencia(Tx Rebelde 670)	TB1-21	DB25-21	12 V	Salida Relee
DECR RF PWR(Tx Rebelde 670)	Bajar Potencia(Tx Rebelde 670)	TB1-23	DB25-10	12 V	Salida Relee
PDM Inhibit(Tx Rebelde 670)	Inhibir Potencia(Tx Rebelde 670)	TB2-5	DB25-24	12 V	Salida Relee
			SLOT 5		
RF PWR 1(Tx Rebelde 670)	Nivel de Potencia 1(Tx Rebelde 670)	TB1-9	DB25-1	12 V	Salida Relee
RF PWR 2(Tx Rebelde 670)	Nivel de Potencia 2(Tx Rebelde 670)	TB1-11	DB25-15	12 V	Salida Relee
RF PWR 3(Tx Rebelde 670)	Nivel de Potencia 3(Tx Rebelde 670)	TB1-13	DB25-4	12 V	Salida Relee
RF PWR 4(Tx Rebelde 670)	Nivel de Potencia 4(Tx Rebelde 670)	TB1-15	DB25-18	12 V	Salida Relee
RF PWR 5(Tx Rebelde 670)	Nivel de Potencia 5(Tx Rebelde 670)	TB1-17	DB25-7	12 V	Salida Relee
RF PWR 8(Tx Rebelde 670)	Nivel de Potencia 8(Tx Rebelde 670)	TB1-19	DB25-21	12 V	Salida Relee
			SLOT 0		
FWD PWR(Tx Rebelde 670)	Potencia Incidente(Tx Rebelde 670)	TB4-1	DB25-1	0-6000W	Análogica
REFLD PWR(Tx Rebelde 670)	Potencia Reflejada(Tx Rebelde 670)	TB4-3	DB25-2	0-5 V	Análogica
			CONECTORES DB-25		
			SLOT 6		
High Indicator(Tx Rebelde 1550)	Indicador de Potencia Alta(Tx Rebelde 1550)	DB25-18(CON 1)	DB25-1	0 ó 1	Entrada Digital
Med Indicator(Tx Rebelde 1550)	Indicador de Potencia Media(Tx Rebelde 1550)	DB25-18(CON 1)	DB25-14	0 ó 1	Entrada Digital
Low Indicator(Tx Rebelde 1550)	Indicador de Potencia Baja(Tx Rebelde 1550)	DB25-15(CON 1)	DB25-2	0 ó 1	Entrada Digital
Oscilator Fail(Tx Rebelde 1550)	Fallo del Oscilador(Tx Rebelde 1550)	DB25-1(CON 3)	DB25-15	0 ó 1	Entrada Digital
Blower Fail(Tx Rebelde 1550)	Fallo del Ventilador(Tx Rebelde 1550)	DB25-8(CON 4)	DB25-3	0 ó 1	Entrada Digital
Supply Voltage Fault(Tx Rebelde 1550)	Sobrevoltaje(Tx Rebelde 1550)	DB25-4(CON 4)	DB25-16	0 ó 1	Entrada Digital
Supply Current Overload Fail(Tx Rebelde 1550)	Sobrecorriente(Tx Rebelde 1550)	DB25-5(CON 4)	DB25-4	0 ó 1	Entrada Digital
High Voltage Supply Fail(Tx Rebelde 1550)	Fallo de la Fuente Principal(Tx Rebelde 1550)	DB25-9(CON 4)	DB25-17	0 ó 1	Entrada Digital
			SLOT 7		
PA Turn OFF(Tx Rebelde 1550)	Apagar Potencia(Tx Rebelde 1550)	DB25-1(CON 2)	DB25-2	12 V	Salida Relee
High Control(Tx Rebelde 1550)	Control de Alta Potencia(Tx Rebelde 1550)	DB25-2(CON 2)	DB25-16	12 V	Salida Relee
Low Control(Tx Rebelde 1550)	Control de Baja Potencia(Tx Rebelde 1550)	DB25-10(CON 2)	DB25-5	12 V	Salida Relee
Med Control(Tx Rebelde 1550)	Control de Media Potencia(Tx Rebelde 1550)	DB25-6(CON 2)	DB25-19	12 V	Salida Relee
Rise Control(Tx Rebelde 1550)	Control para Subir Potencia(Tx Rebelde 1550)	DB25-9(CON 2)	DB25-8	12 V	Salida Relee
Lower Control(Tx Rebelde 1550)	Control para Bajar Potencia(Tx Rebelde 1550)	DB25-5(CON 2)	DB25-22	12 V	Salida Relee
Overload RESET(Tx Rebelde 1550)	Control de RESET(Tx Rebelde 1550)	DB25-18(CON 2)	DB25-11	12 V	Salida Relee
Tx OFF(Tx Rebelde 1550)	Apagar el Transmisor(Tx Rebelde 1550)	DB25-13(CON 2)	DB25-25	12 V	Salida Relee
			SLOT 1		
Forward Power(Tx Rebelde 1550)	Potencia Incidente(Tx Rebelde 1550)	DB25-3(CON 1)	DB25-1	0-12000W	Análogica
Reflect Power(Tx Rebelde 1550)	Potencia Reflejada(Tx Rebelde 1550)	DB25-4(CON 1)	DB25-2	0-5 V	Análogica
Supply Current(Tx Rebelde 1550)	Corriente del Transmisor(Tx Rebelde 1550)	DB25-5(CON 1)	DB25-3	0-100 A	Análogica
Voltage(Tx Rebelde 1550)	Voltage del Transmisor(Tx Rebelde 1550)	DB25-6(CON 1)	DB25-4	0-300 V	Análogica

Fuente: Los autores, (2018).

Otro aspecto importante es la programación del PLC que es propia para este PLC.

Con la utilización de la opción “Script Designer” del software scripteasy se diseñó el script utilizado para el CTOM “Rebelde 670”. Como la programación se realiza de forma gráfica permitió vincular las diferentes variables digitales y analógicas. Además, se pueden realizar un grupo de acciones de control: subir potencia, bajar potencia; encender y apagar los transmisores. Las figuras 4 representan de forma parcial el script creado para uno de los transmisores, específicamente para el de la frecuencia 670 kHz.

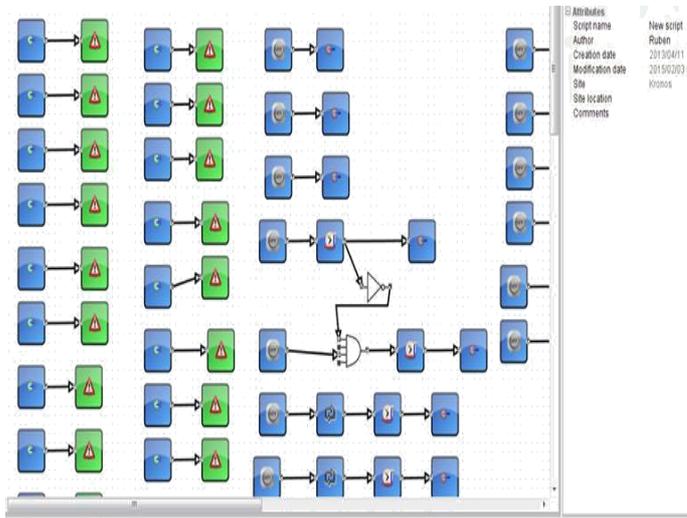


Figura 4: Scripteasy transmisor Rebelde 670. Fuente: Los autores, (2018).

El software Master View que utiliza el PLC, IP2CHOICE, es el que permite al técnico del CPD establecer la relación con los equipos que se encuentran en el CTOM “Rebelde 670” el establece el vínculo entre el scripteasy y el usuario. Las figuras 5 y 6 representan las pantallas que sirven de interfaz humano-máquina, del día 13 de junio de 2017. Lo que se encuentra dentro de los cuadros rojos significan acciones de control y los verdes, variables analógicas. Las demás son señales de indicaciones digitales.

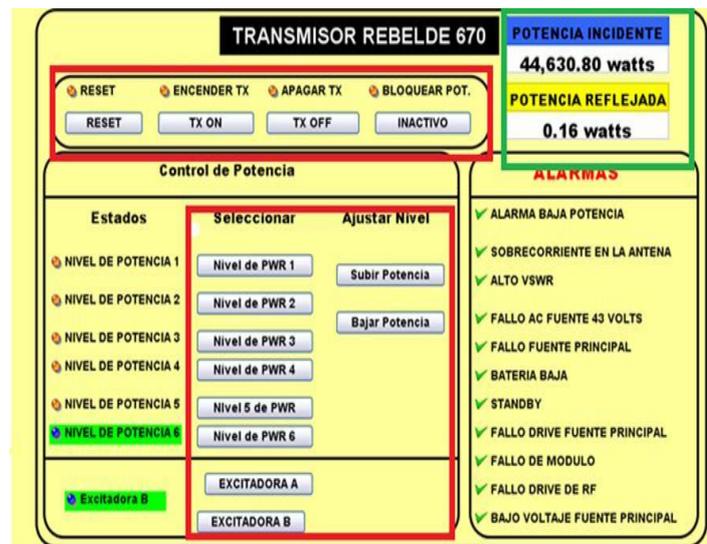


Figura 5: Pantalla del transmisor de la emisora Rebelde en 670 kHz (Nautel). Fuente: [6], (1999).

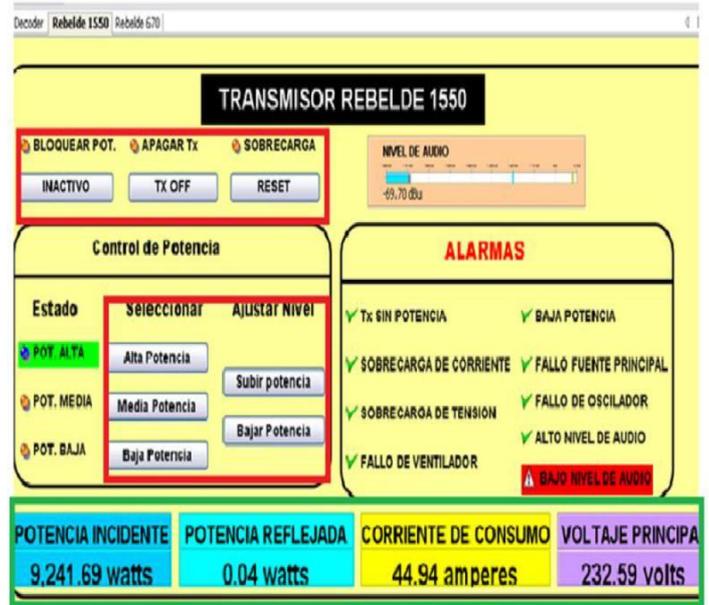


Figura 6: Pantalla del transmisor de la emisora Rebelde en 1550 kHz (TSD-10). Fuente: [5], (2003).

A continuación, se muestran los históricos del sistema los cuales sirven para hacer evaluaciones sobre el funcionamiento del centro y poder tomar posibles acciones en caso de ser necesarias los mismos se pueden ser en tiempo real o un período de tiempo seleccionado (figura 7).

En el proyecto se pueden observar los diferentes niveles de automatización: primer nivel, PLC; segundo nivel, PC en el centro transmisor; tercer nivel, PC en el CPD; cuarto nivel, PC en el Centro de Dirección Nacional, de la Empresa Radiocuba.

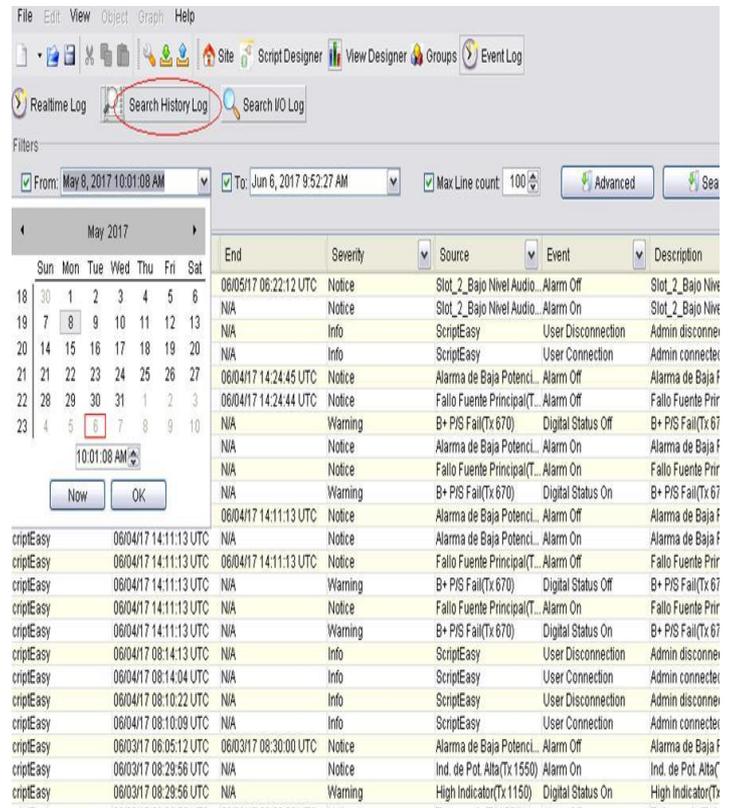


Figura 7: Históricos del sistema. Fuente: Los autores, (2018).

III RESULTADOS

Se realizaron diferentes simulaciones y pruebas, en primer lugar, se realizó la simulación con el autómata y se comprobó que el script diseñado funciona correctamente, las comprobaciones de laboratorio demostraron que la programación representa de forma fiel lo diseñado y por último las *in situ*, 10 en total y las figuras 5 y 6 representan los parámetros más importantes que el técnico del CPD debe conocer, incluyendo las alarmas. La figura 6 representa el transmisor Nautel y muestra que la potencia incidente es de 44 630.80 W, potencia reflejada 0.16 W, se encuentra trabajando la excitadora B y no presenta ninguna alarma. La figura 7 muestra que la potencia incidente del transmisor TSD-10 es de 9241.79 W, potencia reflejada 0.04W, la corriente de consumo es 44.99 A, voltaje principal: 232.59 V, se encuentra en potencia alta, no tiene alarmas y existe bajo nivel de audio. Todo coincide, lo que muestran los transmisores en el centro y lo que representa la HMI en el CPD. Por lo que se puede afirmar que el SCADA nos permite:

- 1- Conocer en tiempo real los principales parámetros que nos muestra cada transmisor.
- 2- Ejecutar las mismas acciones que muestra cada transmisor tanto de forma local como remota.
- 3- Los técnicos pueden realizar una valoración de alguna falla que se presente antes de tener que trasladarse al lugar.

IV CONCLUSIONES

El sistema SCADA diseñado para el Centro Transmisor de Amplitud Modulada “Rebelde 670” es viable y necesario, puesto que hoy día es preciso crear nuevas soluciones tecnológicas que permitan un mejor servicio de radiodifusión para la población, como parte de la Batalla de Ideas en la que se encuentra nuestro país. Las pruebas realizadas de laboratorio e *in situ*, garantizan la validez y funcionalidad del diseño creado. Asimismo, constituye una fortaleza de dicho sistema el estar concebido de manera escalable y flexible para asimilar futuras ampliaciones. Los clientes muestran un índice de satisfacción muy alto por los servicios prestados, ya que permite conocer en tiempo real los principales parámetros que nos muestra cada transmisor. Los técnicos pueden realizar una valoración de alguna falla que se presente antes de tener que trasladarse al lugar.

V REFERENCIAS

- [1] Penín, A.R. **Sistemas SCADA** [Online]. Ciudad México, México. Available: <<https://books.google.com/cu/books?hl=es&id=32kgCNG34TwC>>. Accessed 22 octubre 2017.
- [2] Chavarria, M. L. E. **SCADA System's & Telemetr.** In: AIU (ed.). Mexico City, Atlantic International University. Mexico, 2007
- [3] Boyer, S.A. **Scada: Supervisory Control and Data Acquisition**, USA, International Society of Automation, 2009
- [4] Zherebtsov, I.P., “**Fundamentals of Radio**”. Moscow, 1969.
- [5] TSD, “**Manual TSD-10 10 kW All Solid State Digitally Modulated Medium Wave Transmitter**”. The figures of

electrical principle. Shanghai Mingzhu Broadcasting TV Science and Technology Co., 2003

- [6] NAUTEL, “**Manual XL60. 50 kW AM Broadcast Transmitter**”. Prepared by Nautel Limited, 1999.
- [7] AUDEMAT, “**User Manual IP2CHOICE**” (Software version 2.1.x). Audemat WorldCast Systems Group, 2010.
- [8] AUDEMAT, “**Manual de Usuario SCRIPTEASY V2**”. Audemat Broadcasting Innovation, 2008.