DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA Y SINCRONISMO DE UNA PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON TRES MOTORES MTU DE 1.2 MW EN EL DISTRITO AMAZÓNICO

Andrea Villacís, Oscar Orbea

Ing. Rodolfo Gordillo, Ing. Edgar Tipán.

Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército

Av. El Progreso S/N, Sangolquí, Ecuador

RESUMEN

Se realizó el diseño e implementación de la ingeniería básica y de detalle para un sistema de adquisición y control de datos de tres grupos electrógenos en la locación Cononaco 19, este proyecto contiene los siguientes elementos de control: tres Administradores energéticos Easygen 3200 marca Woodward, tres controladores lógicos programables Micrologix 1100 marca Allen Bradley, 3 módulos de aplicación y servicio marca MTU. Adicional se realizó una interface humano-maquina en el software FactoryTalk, instalado en un servidor ubicado en el cuarto de control.

INTRODUCCIÓN

El sistema eléctrico de potencia conformado por subsistemas parciales como la generación, transmisión, subtransmisión y distribución, necesita expandirse con el tiempo a medida que aumenta la demanda progresivamente por parte de los consumidores, distintas exigencias son requeridas para proveer de energía lo suficientemente económica, confiable, de bajo consumo de energía primaria y que sean ecológicamente aceptables.

Este sistema de generación está conformado por uno o varios grupos electrógenos, formados por una unidad motriz (motor de combustión interna, turbinas, etc.) y un alternador eléctrico acoplado al eje de la unidad. Estos grupos electrógenos operan con combustibles como por ejemplo gas natural, petróleo, diesel.

Actualmente se utilizan sistemas aislados para resolver esta problemática, conjuntamente con sistemas automatizados SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de datos) diseñados para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo y controlando el proceso de forma automática desde un servidor.

Cada uno de los ítems de los sistemas SCADA involucra muchos subsistemas permitiendo al operador conocer el estado de desempeño de las instalaciones y los equipos alojados en la planta, lo que permite dirigir las tareas de mantenimiento y estadística de fallas.

DISEÑO DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE

Descripción del sistema a ser implementado

TME está en la obligación a instalar una RTU o PLC en la sala de control de la central eléctrica, la cual debe tener todos los parámetros eléctricos (estado de los interruptores, potencia activa, reactiva, voltaje en todas las fases, corriente en todas las fases, factor de potencia y frecuencia en cada unidad de generación, y en el punto de entrega de energía a 13.8 kV, la energía total entregada kWh), un switch conversor a fibra óptica para integrar estas unidades al sistema SCADA de la EP Petroecuador.

Las señales de control tanto de corriente como tensión trifásica, deben poseer el tipo de conexión en Y (estrella). Las señales de corriente en el lado secundario del transformador de corriente tienen que ser a 5A, y las señales de los secundarios de los transformadores de potencial deben ser a 120 VAC.

Las señales de control tanto para protección como medición deben llevarse por separado al sitio previamente establecido por EP Petroecuador.
Operarán las unidades a modo de operación base, isócrono, droop.

Composición básica del sistema

Los grupos electrógenos, insonorizados en CABINA o CONTENEDOR, o bien en ejecución ABIERTA, se definen para servicio de emergencia (ESP - Emergency Stand By Power) y Servicio Continuo (PRP - Principal Prime Power). Son accionados por un motor diesel, marca MTU a 1800 r.p.m., según ISO 3046, refrigerado por agua mediante radiador y acoplado a un alternador trifásico marca LEROY.
La Figura. 1. muestra los elementos de control.

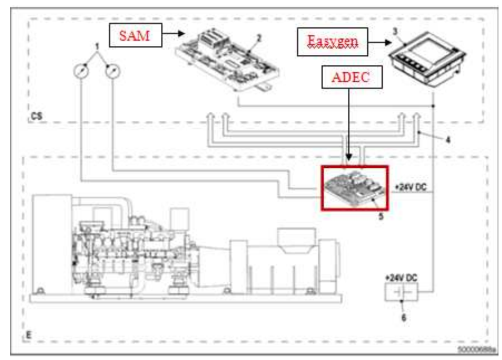
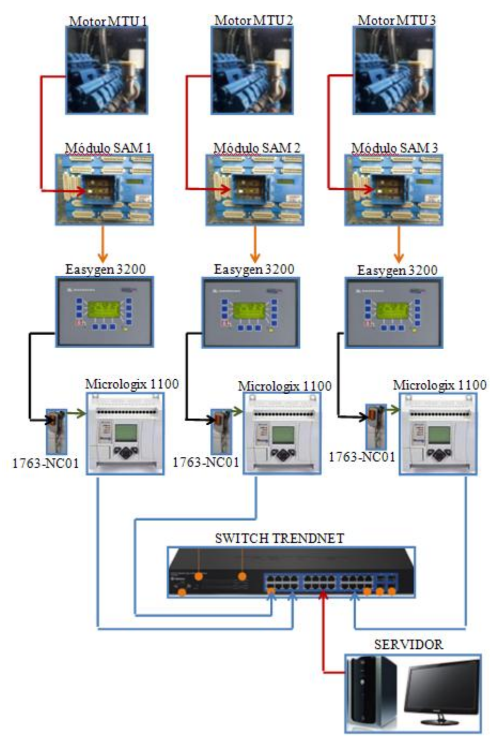


Figura. 1 Elementos Generador

ARQUITECTURA DEL SISTEMA A SER IMPLEMENTADO

La arquitectura que se va a implementar se observa a continuación:



Descripción

En la Tabla. 1 se identifica los elementos del sistema a ser diseñado e implementado.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Micrologix 1100	Control Lógico Programable
Easygen 3200	Controlador y administrador energético
SwitchTrendnet	16 puertos y 2 puertos con salida a F.O
Servidor	PC Intel Core i5
Módulo SAM	Con la tarjeta CCB2
L1763-NC01	Cable de comunicación Modbus

Tabla. 1

El sistema presenta un monitoreo y control por medio de un servidor recopilando la información de los tres PLCs.

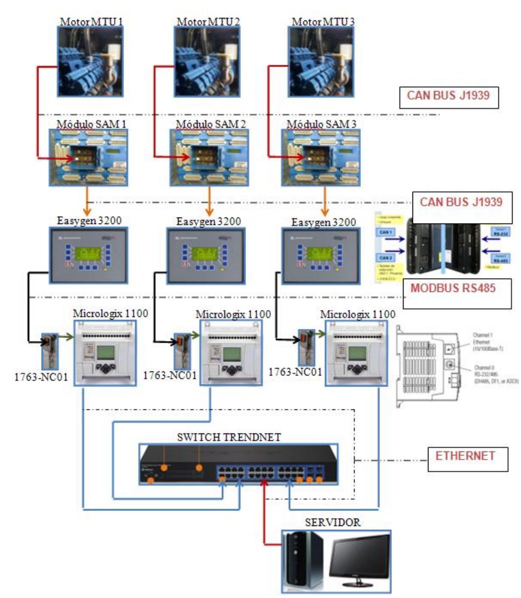
El PLC utilizado (Micrologix 1100 de Allen Bradley) es un controlador lógico programable que debe comunicarse para el envío y recepción de datos del Easygen 3200 para lo cual se necesita un cable de comunicación 1763 NC01 Allen Bradley para obtener una comunicación MODBUS.

La información que se debe adquirir del motor MTU se lo realizará mediante comunicación Can Bus J1939, es decir se realizará la conexión por medio de cable Belden 2x16 AWG con un conector DB9 hembra conectado al CAN 2 del Easygen 3200 y el otro extremo se colocará en la tarjeta MTU en el canal H-L y GND que se encuentra en la bornera –X1 terminales 2 – 1 – 3 respectivamente.

Para facilidad del operador en la sala de control se tendrá un HMI (Interfaz humano-máquina) realizada en FactoryTalk donde se visualizará, controlará las variables y los estados de los grupos electrógenos CYMASA.

DISEÑO DEL CIRCUITO DE COMUNICACIONES

Para la lectura y escritura de datos en los equipos a ser utilizados en el presente proyecto se utilizaron los siguientes protocolos de comunicación:



Direcciones IP

Existen 3 grupos electrógenos los mismos que van a ser monitoreados y controlados en la sala de control por medio de un servidor.

Las direcciones IP con las que se trabajó se identifican en la Tabla. 2

Grupo electrógeno 1		**Grupo electrógeno 2**		**Grupo electrógeno 3**	
PLC 1	10.0.0.5	**PLC 2**	10.0.0.15	**PLC 3**	10.0.0.20
SERVIDOR 10.0.0.50					
SWITCH 10.0.0.10					

Tabla. 2

DISEÑO DEL TABLERO DE CONTROL

El tablero que se utilizará cumple con la normativa NEMA siendo un gabinete Tipo 5 proporcionando un grado de protección contra el acceso a piezas peligrosas y contra el ingreso de objetos extraños sólidos (suciedad que cae y sentamiento de polvo, pelusa, fibras y contaminantes aéreos), es decir tiene como finalidad proporcionar un grado de protección contra e ingreso de agua (goteo y salpicaduras ligeras)

El tablero que fue diseñado e implementado se identifica en la Figura. 2

Figura. 2 Tablero de Control

Las dimensiones del tablero de control se muestran en la Figura. 3 Las unidades están en centímetros.

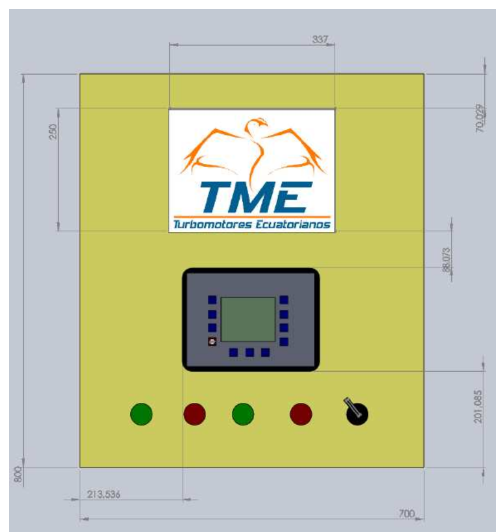


Figura. 3 Medidas Tablero de Control

Internamente se realizó la distribución de equipos y borneras, visualizadas en la Figura. 4.

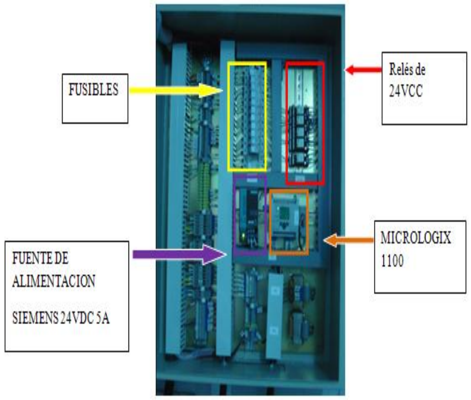


Figura. 4 Elementos tablero de control

CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LOS EQUIPOS

Designar direcciones IP a los PLC´s

En la Figura. 6 se visualiza la ventana del RsLinx Classic con los equipos conectados y las direcciones IP establecidas.

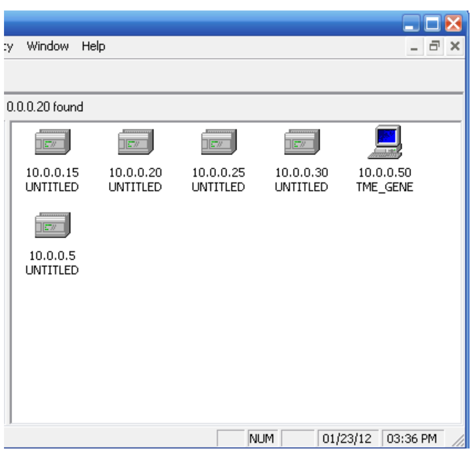


Figura. 5 Direcciones IP

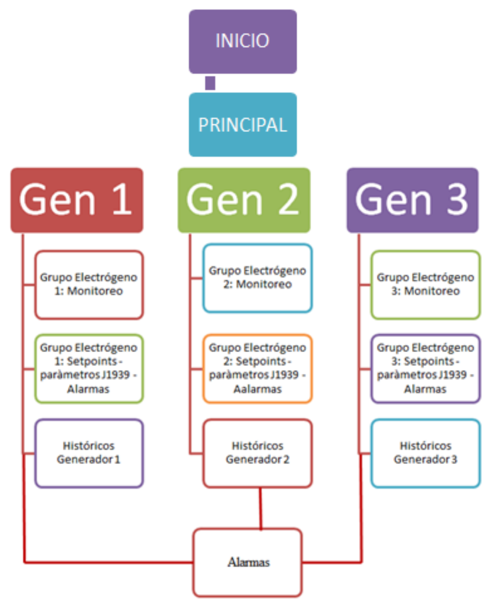
Descripción del programa

La programación para los Micrologix 1100 de AB se realizó mediante el lenguaje de programación escalera distribuyendo como se muestra en la Figura. 6.

Figura. 6 Subrutinas RsLogix

Descripción de las ventanas creadas

El HMI implementado para el monitoreo y control de los parámetros de los grupos electrógenos, está estructurado de la siguiente manera en:



PRUEBAS REALIZADAS

Pantallas de pruebas

Se creó 2 pantallas adicionales para observar el cambio de los datos en los tres generadores, estas pantalla solo

son para pruebas, en el HMI final no estaran presentes.
En la Figura 7. se muestra los parametros de los 3 generadores.

Figura. 7 Pantalla de pruebas

Modos de trabajo

Manual

Este modo de trabajo solo se lo puede activar desde el administrador energético Easygen 3200 presionando el sofkey que se muestra en la Figura 8.

Figura. 8 Easygen

En la Figura 9. se visualiza en el RsLogix modo manual activado.

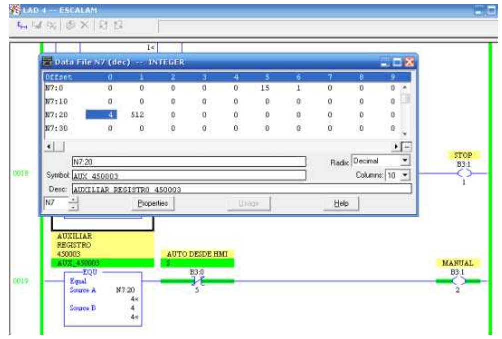


Figura. 9 Subrutina RsLogix

Lectura de los parámetros J1939

Con la finalidad de visualizar los datos obtenidos del módulo SAM por medio del protocolo de comunicación J1939 se tomo una fotografía del Easygen que se muestra en la Figura 10.

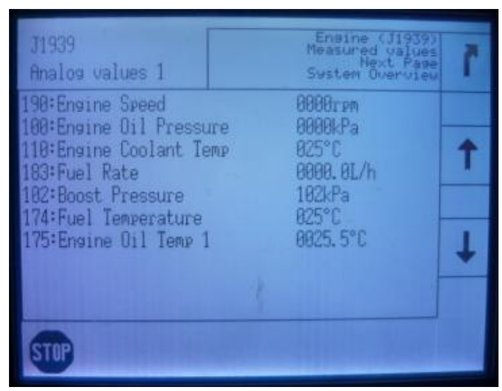


Figura. 10 Pantalla Easygen

Los datos que se comprobaran tienen las siguientes direcciones:

Temperatura del Refrigerante:
N11:3
Temperatura del combustible:
N11:6

El dato visualizado en el RsLogix se presenta en la Figura 11.

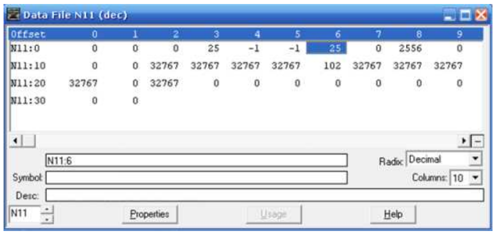


Figura. 11 Pantalla de RsLogix

Los parámetros mencionados fueron visualizados de la misma manera en el HMI del sistema SCADA realizado, como se muestra en la Figura 12.

Figura. 12 Pantalla HMI

Los parámetros mencionados fueron visualizados de la misma manera en Toolkit como se muestra en la Figura 13.

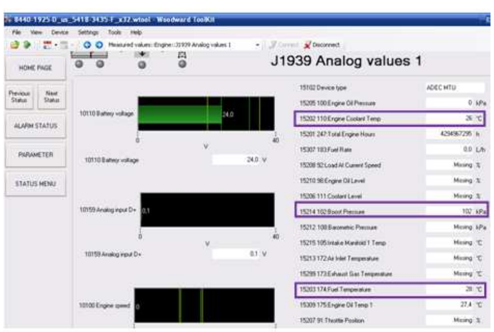


Figura. 13 Pantalla Easygen

Históricos

Cada uno de los generadores tendrá su ventana de históricos como se muestra en la Figura 14:

- Potencia Activa.
- Potencia reactiva.
- Frecuencia Generador.
- Voltaje Alimentación equipos de control VDC.
- Voltaje entre fases.

Figura. 14 HMI Históricos

Alarmas

En esta pantalla se despliegan las alarmas activadas con fecha/hora/descripción, cada generador tiene sus propias descripciones de alarmas como se muestra en la Figura 15.

Figura. 15 Pantalla HMI Alarmas

REGISTROS PARA LA SINCRONIZACIÓN DE LOS TRES GENERADORES

En la Figura 16 se muestra la conexión de los generadores y los equipos para el sincronismo, con sus respectivos controles de los Breaker del GCB, MCB y parámetros necesarios para el sincronismo

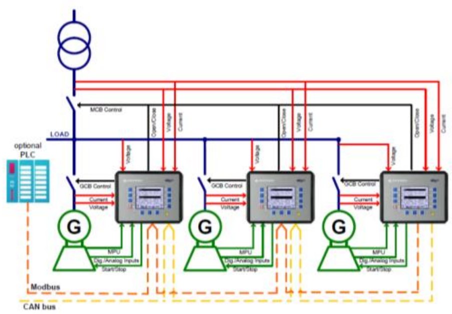
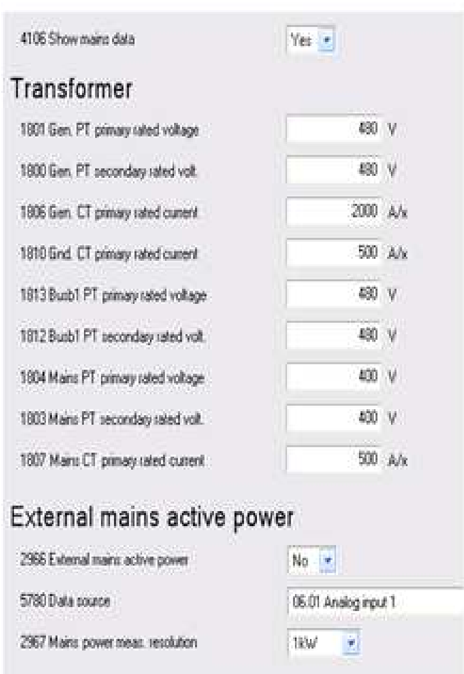


Figura. 16 Estructura Conexión

En la Figura 17 se observa los parámetros listos para el sincronismo.



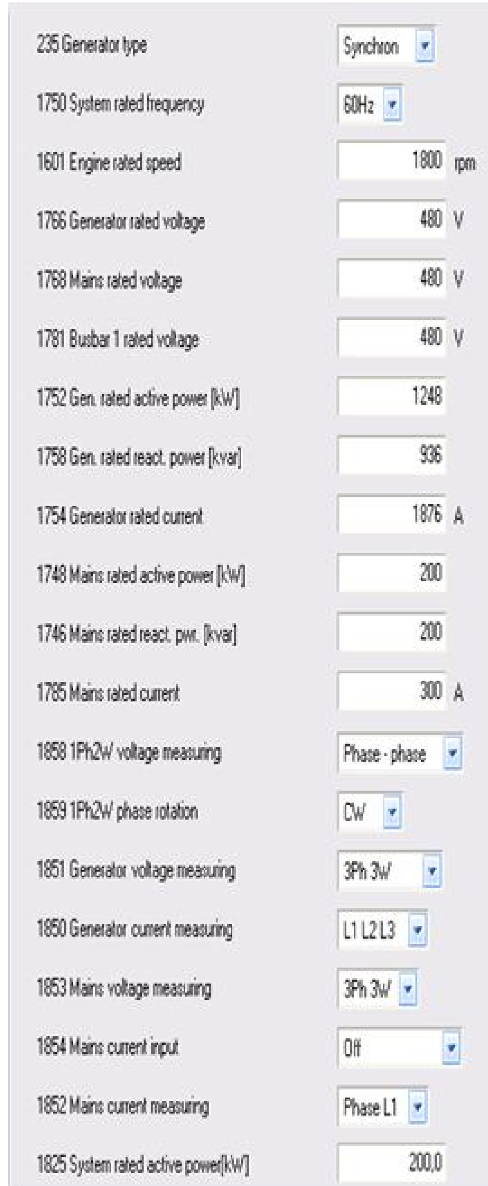


Figura. 17 Parámetros Sincronismo

CONCLUSIONES

- Se diseñó e implementó el sistema de adquisición de datos en tiempo real de 3 grupos electrógenos de 1.2 MW, visualizado a través de un HMI, utilizando el administrador energético Easygen 3200 y el controlador lógico programable Micrologix 1100.

- Con la implementación del Easygen 3200, se elimina una serie de equipos utilizados para igualar el voltaje, frecuencia y ángulo de fase en el sincronismo, adicional a esto proporciona diversos PIDs que logran la estabilidad en el funcionamiento del generador en forma óptima.

- La versatilidad del administrador energético permite controlar dispositivos externos al HMI o control del generador, de tal forma que se active o desactive entradas/salidas discretas/analógicas, dependiendo o no de algún parámetro del generador o sensor conectado, brinda las facilidades de un PLC, pero no con la misma variedad de funciones.

- El sistema SCADA implementado lleva un control exhaustivo de los elementos como, generadores, sensores y dispositivos de control, mediante la herramienta de históricos y alarmas, lo cual ayuda a detectar posibles causas de algún daño acontecido y poder solucionarlo de manera eficiente.

- Con el sistema implementado se logra aumentar la eficiencia en el funcionamiento del generador y disminuir los posibles errores de manipulación y operación humana.

RECOMENDACIONES

- Se debe manipular los tiempos de transmisión de datos, prolijamente, para dar cavidad a la escritura humana en el HMI, 3000ms para esclavos, es un tiempo prudente para que no se pierdan los datos, sin embrago se debe tomar en cuenta factores como capacidad, velocidad del procesador, en este caso particular, hemos colocado 5s ya que al hacer pruebas, con este tiempo no se tiene ningún inconveniente, esto se debe a que se usa un computador con características altas, pero no un servidor específicamente para estas aplicaciones.

- Para la construcción y montaje de los tableros de control se debe dimensionarlo de tal manera que se tenga espacio suficiente, para futuros escalamientos ya sea en los dispositivos de control, cableado o cualquier mejora del sistema, además dejar cables en espera para evitar pasarlos nuevamente por la tubería, para cualquier uso como pruebas o alguna emergencia.

- Antes de energizar los equipos se debe asegurar que se encuentre conectados a la malla de tierra el sistema tanto de control de generación, como transformadores de alta potencia y reconectadores, de esta manera se logra tener una protección más para los equipos, y la parte más importante es que se logra estabilización en las señales analógicas tanto de salida como de entrada, a los equipos de control.

- Realizar el mantenimiento respectivo en cada una de las unidades conforme se visualicen los datos en el sistema SCADA, tomando como referencia los manuales entregados para verificar aspectos mecánicos y eléctricos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Manual básico de instalación y configuración Micrologix 1100, Allen Bradley – Rockweel Automation.

- MAGES, Loren J, **Grupos Electrógenos,** 1987.

- WOODWARD, Manual de instalación del EASYGEN 3200. EngineGenerator Control Package.

- WOODWARD, Manual de Configuración del EASYGEN 3200. EngineGenerator Control Package.

- WOODWARD, Manual de Operación del EASYGEN 3200. EngineGenerator Control Package.

- WOODWARD, Manual de Aplicación del EASYGEN 3200. EngineGenerator Control Package.

- Manuales y catálogos Factory Talk View (Rockwell automation)

- www.woodward.com

Andrea Carina Villacís Molina,

Nació en Quito - Ecuador, el 07 de octubre de 1988. Realizó sus estudios secundarios en la Unidad Educativa Fuerza Aérea Ecuatoriana Nº1 obteniendo el título de bachiller técnico en Electrónica. Estudió Ingeniería Electrónica en Automatización y Control en la Escuela Politécnica del Ejército.

Oscar Alejandro Orbea Corredores,

Nació en Quito - Ecuador, el 25 de diciembre de 1987. Realizó sus estudios secundarios en el Colegio Técnico obteniendo el título de bachiller técnico en especialidad Electrónica en el 2004-2005. Realizó sus estudios en la Escuela Politécnica del Ejército la carrera de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Automatización y Control.