**SCADA**

**Conexión:**

Para la implementación del sistema SCADA se hizo uso de cloud computing, utilizando la plataforma de Google cloud, en la cual se creo un maquina virtual basada en Linux en donde se instaló el Gateway de Ignition, esto es gracias a que este software SCADA tiene soporte para diferentes sistemas operativos aun cuando los programas que estamos utilizando en la conexión están desarrollados para la plataforma Windows. Además de instalar un Gateway en la nube, se hizo necesario que cada integrante del grupo instalara su propio Gateway, esto para poder realizar una conexión exitosa entre todos al Gateway de la nube y así poder compartir datos de las diferentes simulaciones.

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron 3 software principales, Studio 5000 relacionado a la programación de PLC’s; SIEMENS NX, donde se construyó el gemelo digital y se aplicaron físicas y RobotStudio, en donde se implemento el gemelo digital y la programación de la celda robotizada para paletizado. Para conectar cada uno de estos softwares se utilizaron diferentes herramientas:

* Para Studio 5000 se utiliza RSlinx para establecer una comunicación OPC UA a Iginition, con el fin de compartir los diferentes tags utilizados en la lógica de programación para que puedan ser visualizados en la pantalla HMI, o implementados por otro software.
* Para Siemens NX se hizo uso de MCD para realizar una comunicación OPC DA, el cual permite compartir los valores de sensores y actuadores creados en el gemelo digital, con el fin de que estos puedan ser compartidos y visualizados, y ser controlados por un PLC.
* Para Robot Studio se utilizó ABB IRC5 OPC CONFIGURATION, para realizar una comunicación por protocolo OPC DA, aquí se pueden compartir diferentes variables del estado del proceso, y se pueden mandar acciones por el usuario para manejar la celda robotizada.

Cada uno de estos softwares fue instalado en un computador diferente y en una ubicación diferente, teniendo SIEMENS NX (Juan Ramirez) y Robot Studio (Luis Zuluaga) en dos lugares distintos de Bogota Colombia, y por otro lado se tiene instalado Studio 5000 (Francisco Rodriguez ) en Portugal. Para que cada uno de estos equipos de computo se pudiese comunicar con el SCADA Ignition en la nube, fue necesario instalar módulos para el protocolo de comunicación MQTT, el cual se usaría para compartir las diferentes variables del proceso agregadas en el Gateway local de Ignition en cada caso, al Gateway compartido en la nube.

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación

Descripción generada automáticamente

Una vez establecidas los protocolos de comunicación, como se puede observar en la imagen, cada integrante podía acceder a todas las variables de todo el proceso tanto desde Ignition nube como desde su Ignition local, lo ultimo que se hizo fue establecer que variables mandaban en el proceso, y cuales deben ser leídas y modificadas, por ejemplo, los sensores creados en SIEMENS NX, deben ser captados por el PLC para luego ejecutar una acción sobre los actuadores relacionados, por ello es necesario vincular esta variables en el sentido correcto, es decir la señal de salida de un sensor en SIEMENS NX, debe sobreescribir la señal de entrada relacionada al sensor en Studio 5000, y por el contrario la señal de salida para accionar un actuador desde el PLC, debe reescribir la señal de entrada a SIEMENS NX para accionar el actuador relacionado.

**Diseño interfaz HMI:**

Para el diseño de la pantalla HMI, se utilizó como guía el recurso de *The High Performance HMI Handbook,* el cual brinda algunas pautas para una buena implementación de interfaces humano- maquina. Siguiendo esto, a continuación, se muestran las diferentes pantallas creadas:

1. **Proceso:** En esta ventana se puede ver un resumen general del estado de funcionamiento de las diferentes etapas del proceso, en la siguiente imagen se puede observar un pantallazo de como luce la interfaz, donde se puede observar que hay indicadores gráficos para cada etapa del proceso, acompañados de un indicador que puede cambiar de color entre rojo y verde, el cual indica si dicha maquina del proceso esta en funcionamiento o no; también se pueden observar los controles de mando para inicio y parada del proceso, y por ultimo se puede observar el conteo de cajas según su calibre, como salida global del proceso.

Diagrama

Descripción generada automáticamente con confianza media

1. **Menú:** De la misma imagen anterior se puede observar que en el borde derecho se encuentra un panel con 3 botones, el cual permite acceder a cualquiera de las tres pantallas con un click.
2. **Panel superior:** Este panel muestra información relacionada a la compañía, como su nombre y logo.
3. **Actuadores:** Ventana utilizada para visualizar mas en detalle esta etapa, en la que se encuentra el estado de funcionamiento de los cilindros, así como también la detección de sensores y estados de las bandas transportadoras integradas en esta etapa, por ultimo se pueden observar unos display de que muestra el conteo de cajas según sea el calibre clasificado.

Interfaz de usuario gráfica

Descripción generada automáticamente

1. **Paletizado:** En el panel de paletizado se pueden supervisar toda la operación del manipulador, identificando cuando este se encuentra realizando una acción (operando), o cuando se encuentra sin realizar acciones (No operando), además es posible observar información en cuanto al gripper, de cuando este se abre o ce cierra; también se puede visualizar las rotaciones articulares de cada uno de los cuatro ejes del robot paletizador. Por otro lado, también se tiene información sobre la ubicación de los pallets, el estado de las bandas, y un contador para la construcción del pallet, el cual muestra el progreso y la cantidad de filas completadas

Interfaz de usuario gráfica

Descripción generada automáticamente

Por último, se muestran dos tablas utilizadas para evaluar el diseño de la interfaz tanto en la parte grafica como en la parte de navegación, estas tablas fueron tomadas de la referencia *The High Performance HMI Handbook;* su funcionamiento consta en la realización de preguntas asociadas al diseño grafico e interactivo de la interfaz, en donde sus respuestas deben ser SI, en el caso de haberse implementado dicho factor. Para el proyecto se tienen buenas aplicaciones como:

* El desarrollo de una pantalla general del proceso, donde se observa el funcionamiento general de todas las etapas de producción, y además algo de información base en cuanto al producto final.
* Se implemento una navegación eficiente mediante el uso de botones, los cuales están siempre presentes y es posible navegar entre los diferentes paneles por medio de un click.
* Se muestran las unidades dimensionales en los puntos requeridos, como en las rotaciones articulares del robot.
* Se hace uso de herramientas visuales como los colores rojo y verde para identificar estados de operación.

Por otro lado, hubo apartados que no se implementaron, principalmente por falta de tiempo, estos apartados son los relacionados a alarmas y visualización de históricos del proceso.