

Sistemas implementados en Node-Red

Contenido

I.	Introducción	2
II.	Scada	3
2.1.	DAVIS.....	4
2.2.	GUATIGUARA	6
2.3.	RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO	7
III.	Configuración Node-red	10
3.1.	Nodos requeridos para usar la solución existente	11
3.2.	Instalación en Node-red de la solución existente	12
3.2.1.	Configuración Nodo Gsheet.....	15
3.2.2.	Configuración email node	17
IV.	Como usar la solución de Node-red	18
4.1.	EBSDRADMIN y Node-red	19
4.2.	Funcionamiento pestaña “Estado del sistema”.....	21
4.3.	Reglas de configuración de variables pestaña “Estado del sistema”	23
4.3.1.	BW_hackRF	23
4.3.2.	f_centro.....	23
4.3.3.	nubeVirtual	23
4.3.4.	Azimut.....	24
4.3.5.	Elevación	24
4.3.6.	Altitud	24
4.3.7.	Latitud.....	24
4.3.8.	Longitud.....	24
4.3.9.	Descripción.....	24
4.3.10.	Reglas botón “ENVIAR DATOS”	24
4.4.	Reglas botones de control pestaña “Estado del sistema”	24
4.4.1.	START.....	24
4.4.2.	STOP.....	25
4.4.3.	SERVIDOR.....	25
4.4.4.	EBSDRADMIN.....	25
V.	Flow Radiotelescopio Educativo	25
5.1.	Ingreso y envío de variables	26
5.2.	Control	28

5.3.	Último Reporte del Sistema	29
5.4.	Visualización de espectro, gemelo digital y envío de mensaje a EBSDRADMIN.....	32
5.4.1.	Nodos template que contienen redirecciones en Flow Radiotelescopio Educativo 33	
VI.	Flow Davis.....	33
6.1.	Modificaciones a Devis	33
6.1.1.	Nodos template que contienen redirecciones en Flow Davis	34
VII.	Flow Guatiguara	34
VIII.	Imágenes usadas en los diferentes flow	34
IX.	Mejoras y desarrollo futuro	35
□	Identificar los sistemas existentes los cuales puedan ser implementados en Node-red y realizar propuestas para su implementación.	35

I. Introducción

En este documento se encontrara la información correspondiente a una solución realizada en Node-red, por medio de la cual se busca controlar y configurar un .py correspondiente a un diagrama de bloques de GNU radio, el cual fue desarrollado en un proyecto anterior, cuyo nombre es:” **PROTOTIPO DE RADIOTELESCOPIO PARA LA BANDA DE 1420MHZ EN APOYO DE LA COMPONENTE SOCIAL EJECUTADA EN EL PARAMO DE BERLIN EN EL MARCO DE UN PROYECTO DE RADIOASTRONOMÍA FINANCIADO POR MINCIENCIAS - VIE UIS**”, el cual por comodidad de ahora en adelante lo llamaremos:” **RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO**”, además de visualizar las mediciones de espectro que este realice las cuales se almacenaran en Google Drive, además también se configuro la solución para que esta pueda ser usada como parte de un **scada**, en el cual en el futuro se logren integrar los diferentes sistemas que han sido desarrollados y serán desarrollados, por lo que en esta solución también se integró el resultado de un proyecto desarrollado anteriormente en **Node-red** el cual se llama:” **Solución IoT basada en Node-red para la visualización, almacenamiento y procesamiento en la nube para la estación meteorológica CASIRI**” el cual por comodidad de ahora en adelante lo llamaremos: ” **DAVIS**”, y una propuesta para integrar un nuevo sistema.

II. Scada



Fig 1 Dashboard

Como se puede observar en la [Fig 1](#) El sistema scada consiste en que en el dashboard de **Node-red** en la parte superior izquierda se puede desplegar un menú, en ese menú se desplegara la lista de pestañas a las cuales se puede acceder, cada una de estas pestañas corresponde a un sistema diferente, además debido a que se desarrolló un programa llamado **EBSDRADMIN**, cada pestaña debe tener una ID, esto debido a que varios sistemas pueden tener instalado **EBSDRADMIN** y por medio de la **ID** se puede filtrar la información correspondiente a cada sistema.

Nota: **EBSDRADMIN** es una herramienta la cual fue desarrollada en Python y su función es controlar el funcionamiento de scripts de GNU Radio (.py). Se recomienda revisar la documentación de EBSDRADMIN

2.1. DAVIS

Monitoreo de la estación meteorológica CASIRI									
Historial de datos	Historial de datos sensados por la estación meteorológica CASIRI								
Temperatura	FECHA	HORA	TemOut["F"]	Templn["F"]	WindSpeed[mph]	WinDir[GRADES]	HumIn[%]	HumOut[%]	Barometer[inHg]
Aire	2017-05-14	19:37:26	75,4	78,9	0	197	68	73	29,789
Humedad	2017-05-14	19:37:28	75,4	78,9	0	197	68	73	29,789
Presión atmosférica	2017-05-14	19:37:30	75,4	78,9	0	197	68	73	29,787
Google Drive	2017-05-14	21:00:01	75,4	78,9	0	196	68	73	29,787
Google Calendar	2017-05-23	21:00:03	75,4	78,9	0	197	68	73	29,789
	2017-05-24	21:10:54	75,4	78,9	0	197	68	73	29,789
	2017-05-25	21:10:55	76	78,8	0	263	74	78	29,882
	2017-05-26	22:22:10	76	78,8	0	263	74	78	29,882
	2017-05-27	22:22:11	76	78,8	0	263	74	78	29,882
	2017-06-14	22:25:22	73	74	0	274	67	62	29,771
	2017-06-15	22:25:23	73	74	0	274	67	62	29,771
	2017-06-16	22:52:34	71,4	73,3	0	276	65	65	29,76
	2017-06-17	22:52:35	71,4	73,3	0	276	65	65	29,76
	2017-06-18	00:33:05	69,9	72,9	0	345	68	74	29,722

Fig 2 Monitoreo de la estación meteorológica CASIRI

Fue una solución la cual se desarrolló en un proyecto pasado Fig 2, en la cual se pueden visualizar las mediciones realizadas por la estación Davis perteneciente a la estación meteorológica **CASIRI** en el dashboard de **Node-red**, la forma en que lo realiza es al leer una hoja de Google sheet en la cual se almacenan las respectivas mediciones realizadas, **Node-red** no tiene comunicación directa con ella. Para la implementación del sistema Scada solo se le realizaron **3** modificaciones, las cuales no interfieren con su funcionamiento, sino modifican la forma en la que se visualiza esta solución. (Para conocer mas acerca de este sistema consulte las siguientes URL:

Anexos: https://drive.google.com/drive/folders/1IFOKWc6hhazon5kel37bGtAXQtMZ-4-l?usp=drive_link y Libro:

https://docs.google.com/document/d/1lwd4Tcn1smWIhxxw0aLXq2ErnDV5H6m9Y/edit?usp=drive_link&oid=105950836331124238568&rtpof=true&sd=true)

- **La primera** fue cambiar el título de *Monitoreo de la estación meteorológica CASIRI* a *DAVIS* esto con el fin de especificar a que sistema es el que pertenece esa pestaña de forma más específica Fig 3.



Fig 3 Nuevo titulo

- La **segunda** fue ocultar todas las pestañas de la solución Fig 2 y agregarle un botón llamado “REGRESAR” a cada una, cuya función es redirigir a la pestaña principal Fig 3.

≡ Historial de datos								
FECHA	HORA	TemOut[°F]	Templn[°F]	WindSpeed[m/s]	WinDir[GRADES]	HumIn[%]	HumOut[%]	Barometer[inHg]
2017-05-14	19:37:26	75,4	78,9	0	197	68	73	29,789
2017-05-14	19:37:28	75,4	78,9	0	197	68	73	29,789
2017-05-14	19:37:30	75,4	78,9	0	197	68	73	29,787
2017-05-14	21:00:01	75,4	78,9	0	196	68	73	29,787
2017-05-14	21:00:03	75,4	78,9	0	197	68	73	29,789
2017-05-14	21:10:54	75,4	78,9	0	197	68	73	29,789
2017-05-14	21:10:55	76	78,8	0	263	74	78	29,882
2017-05-14	22:22:10	76	78,8	0	263	74	78	29,882
2017-05-14	22:22:11	76	78,8	0	263	74	78	29,882
2017-05-14	22:25:22	73	74	0	274	67	62	29,771
2017-05-14	22:25:23	73	74	0	274	67	62	29,771
2017-05-15	22:52:34	71,4	73,3	0	276	65	65	29,76
2017-05-15	22:52:35	71,4	73,3	0	276	65	65	29,76
2017-05-16	00:33:05	69,9	72,9	0	345	68	74	29,722
REGRESAR								

Fig 4 Botón REGRESAR agregado

- La **tercera** modificación consistió en crear una pestaña principal en la cual al hacer clic en la imagen asociada a la pestaña deseada, esto lo redirigirá al apartado deseado Fig 4 Esta interfaz principal creada se puede decir que es un gemelo digital de la estación DAVIS, ya que la mayoría de imágenes representan los sensores de la estación, y al hacer clic en ellos se accede al historial de las mediciones realizadas. Fig 5.



Fig 5 Sistema DAVIS

2.2. GUATIGUARA



Antena 2



Centro de control



Antena 1

Fig 6 Propuesta gemelo digital radiointerferómetro

En GUATIGUARA se encuentran los equipos de un radiointerferómetro por lo que se plantea para el futuro desde Node-red controlar estos equipos, por lo que inicialmente se propone un diseño inicial correspondiente al gemelo digital. [Fig 6](#).

2.3. RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO



Fig 7 Pestaña RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO y su gemelo digital

En la [Fig 7](#) se puede observar la pestaña que se desarrolló para el RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO, en ella se colocó su correspondiente gemelo digital, donde cada una de las imágenes representa una parte de él.

- **ANTENA:** Esta imagen [Fig 8](#) representa la antena que fue diseñada y se usa para realizar mediciones, es una antena fija por lo cual no se le puede realizar ninguna configuración, por ende al hacer clic sobre ella no realiza ninguna acción.



Fig 8 ANTENA

- **Hackrf ONE:** Esta imagen [Fig 9](#) representa al dispositivo SDR usado, el cual es un Hackrf ONE, que es el equipo que se tiene a disposición para usar, al hacer clic sobre esa imagen redirigirá a una nueva pestaña llamada: "Estado del sistema" [Fig 10](#), desde la cual se pueden configurar las variables y con los botones controlar el .py de GNU radio, además de que en la interfaz, **EBSDRADMIN** reporta los parámetros que están cargados y el estado de la ejecución de GNU radio, también hay botones por medio de

los cuales se configura quien tiene el control sobre GNU radio, si :”EBSDRADMIN” o “servidor”(Node-red).



Fig 9 Hackrf ONE

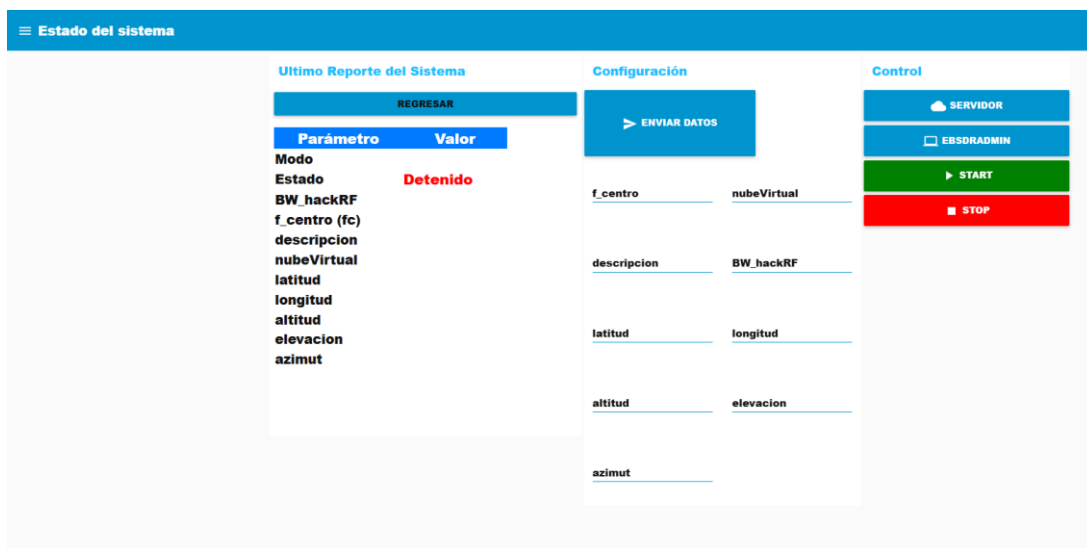


Fig 10 Pestaña donde se controla la ejecución de GNU radio

- **PC** : Esta imagen Fig 11 representa el equipo al cual está conectado el **Hackrf ONE**, y por ende la ejecución de GNU radio está sucediendo en él, al hacer clic en él se abre una ventana emergente Fig 12 la cual representa si EBSDRADMIN está en ejecución o no.



Fig 11 PC



Estado del Sistema

Estado de conexión: ● Desconectado

Cerrar

Fig 12 Estado de conexión con EBSDRADMIN

- **Nube:** Esta imagen [Fig 13](#) representa la Internet, significa que el PC envió la información por internet, al hacer clic a dicha imagen no realiza ninguna acción



Fig 13 Nube

- **Google Drive:** Esta imagen [Fig 14](#) representa la base de datos en la cual el RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO almacenara las mediciones de espectro las cuales realice, al hacer clic en la imagen se abrirá una ventana emergente en la cual se tendrán 3 opciones para la visualización de espectro [Fig 15](#), al dar clic sobre alguna se redirigirá a su correspondiente pestaña en la cual se puede interactuar con una interfaz la cual permite elegir alguno de los diferentes archivos de mediciones de espectro que estén disponibles en la base de datos [Fig 16](#). Cada una de las 3 opciones de visualización de espectro permite acceder a una interfaz la cual corresponde a un webapp, para conocer mas sobre el funcionamiento de los correspondientes 3 webapp usados, se debe acceder a su respectiva documentación disponible en el siguiente enlace [aquí](#).



Fig 14 Base de datos Google Drive



Fig 15 Ventana emergente la cual se abre al dar clic sobre Google drive

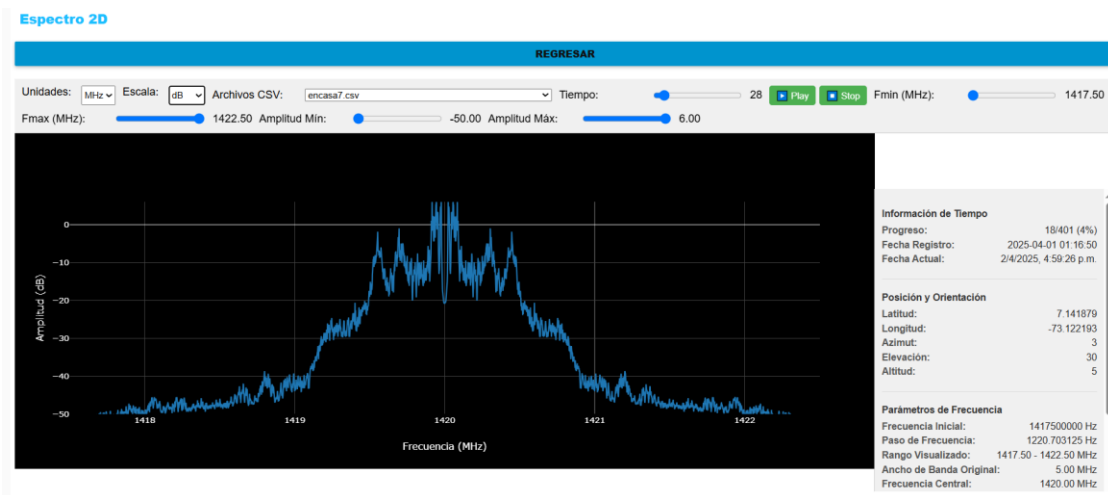


Fig 16 Ejemplo al dar clic a Espectro 2D

III. Configuración Node-red

Para usar **Node-RED** de manera accesible desde cualquier lugar, es recomendable instalarlo en un **servidor o máquina virtual en la nube**. Esto es necesario porque **Node-RED** requiere una **IP pública** para permitir la interacción de usuarios externos con la plataforma y garantizar la comunicación con EBSDRADMIN. También se debe instalar mosquito ya que **EBSDRADMIN** y **Node-RED** se comunican usando MQTT, se recomienda usar el puerto 1883 para MQTT.

Para instalarlos se recomienda revisar sus respectivas páginas web ya que el método de instalación puede ser diferente dependiendo la plataforma elegida:

- Node-red: <https://nodered.org/>
- Mosquitto: <https://mosquitto.org/>

3.1. Nodos requeridos para usar la solución existente

Una vez **Node-red** y Mosquitto fueron debidamente instalados, se procederá a cargar la solución existente, pero antes se deben descargar los nodos necesarios para su funcionamiento en **Node-red**. Para abrir la interfaz de configuración de **Node-red** se hace con: http://<IP_DEL_SERVIDOR>:1880, donde “<IP_DEL_SERVIDOR>” se remplazara por la ip correspondiente al servidor o máquina virtual donde se instaló **Node-red** y Mosquitto

- **Primero.** en la parte superior derecha hay un menú, el cual en la Fig 17 está encerrado con un cuadro verde, se da clic en él, se desplegará el menú visto en la Fig 17 y se hará clic en “Manage palette”

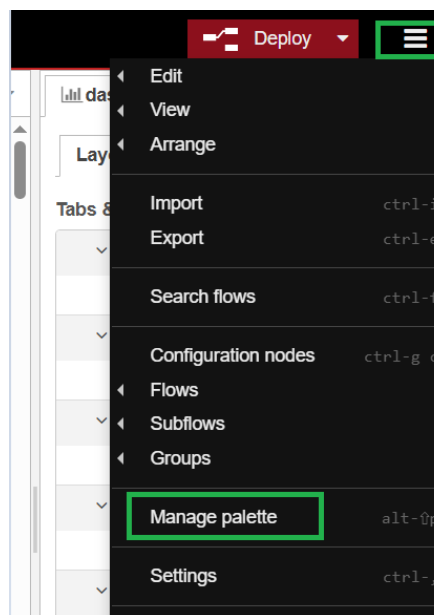


Fig 17 Menú configuraciones

- **Segundo.** Se abrirá una ventana Fig 17 la cual tiene 2 pestañas “Nodes” que es donde se muestran los nodos que se tengan instalados, y “Install” que es donde se buscan nodos para instalar.

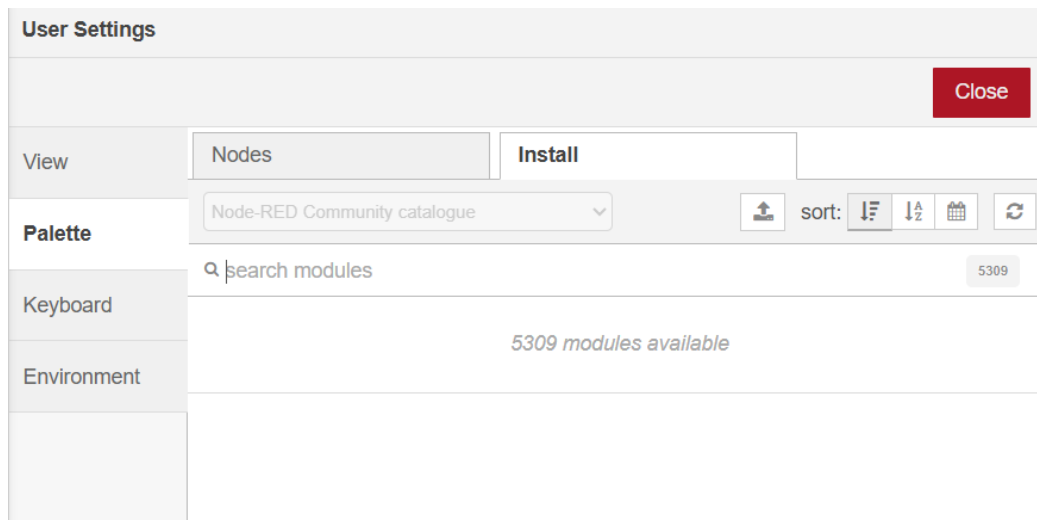


Fig 18 Instalación Nodos

- Se deben instalar los siguientes nodos:
 - node-red-contrib-google-sheets
 - node-red-dashboard
 - node-red-node-email
 - **Nota:** si se desea hacer uso del radiotelescopio de forma individual, sin ninguno de los otros sistemas basta con instalar (node-red-dashboard) únicamente.

Una vez instalados se verifica en la pestaña “Nodes” Fig 18 donde se mostraran los nodos de **Node-red** que han sido instalados si se encuentran hay la instalación de los nodos fue un éxito.

3.2. Instalacion en Node-red de la solución existente

Una vez descargados los nodos requeridos se puede proceder a cargar la solución ya existente la cual corresponderá a tres archivos JSON Fig 19 (disponible aquí: https://drive.google.com/drive/folders/1hegHZIYaWocKuMNX-J_kup1BqVdigRiA?usp=drive_link).

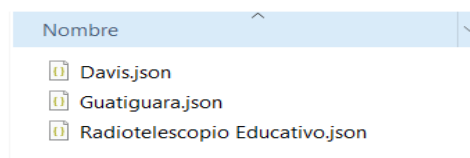


Fig 19 FLUJOS NODE-red

- **Davis.json.** Corresponde a la solución creada en un proyecto anterior para la estación meteorológica CASIRI.
- **Radiotelescopio Educativo.json.** Corresponde a la solución creada para el radio telescopio educativo.
- **Guatiguara.** Corresponde al gemelo digital propuesto para los equipos presentes en esas instalaciones.
- Para cargar los archivos en la parte superior derecha hay un menú, el cual en la [Fig 20](#) está encerrado con un cuadro verde, se da clic en él, se desplegará el menú visto en la [Fig 20](#) y se hará clic en "import", se abrirá una ventana emergente y se da clic en "select a file to import"

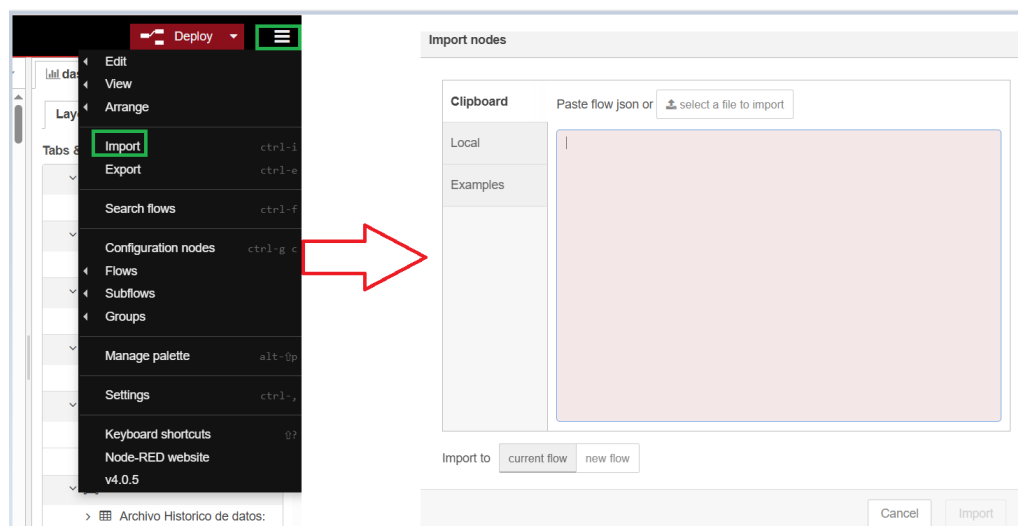


Fig 20 Cargar solución existente en Node-red

- Luego se abrirá una ventana para buscar archivos .JSON en el equipo del usuario [Fig 21](#), buscar el directorio donde guardo los 3 archivos, elegirá uno dará clic en el botón Abrir y luego en el botón Import, con esto ya tendrá cargado uno, luego volverá a realizar el mismo proceso y cargara los demás archivos faltantes.

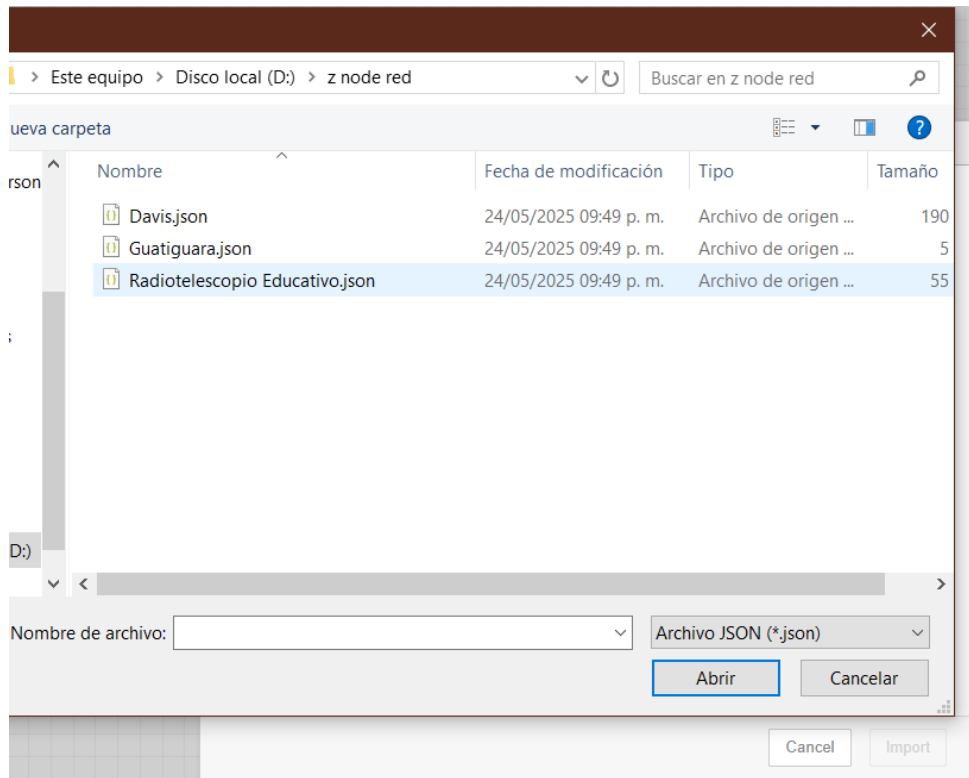


Fig 21 Cargar solución existente en Node-red

- Lo siguiente es verificar que el orden de las pestañas del dashboard sea correcto, para eso se seguirán los pasos de la [Fig 22](#).

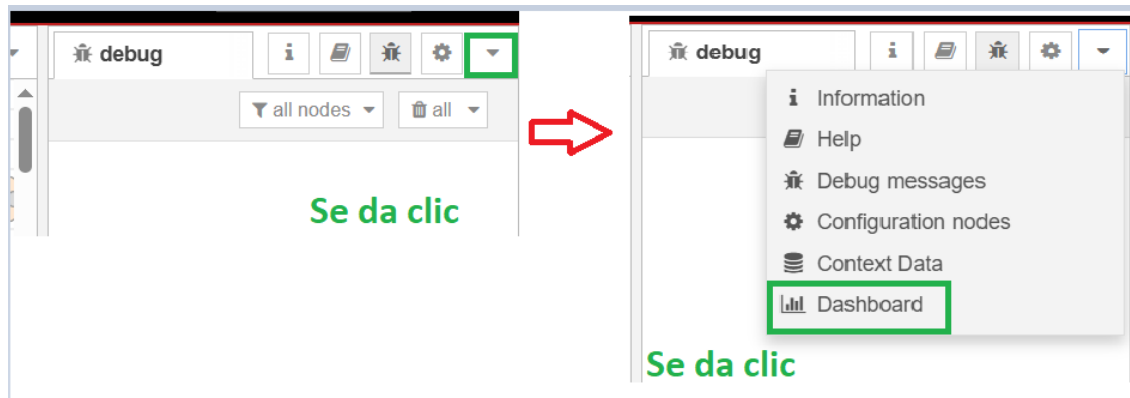


Fig 22 Configuración pestañas

- Se abrirá la configuración del dashboard y se verá algo como:

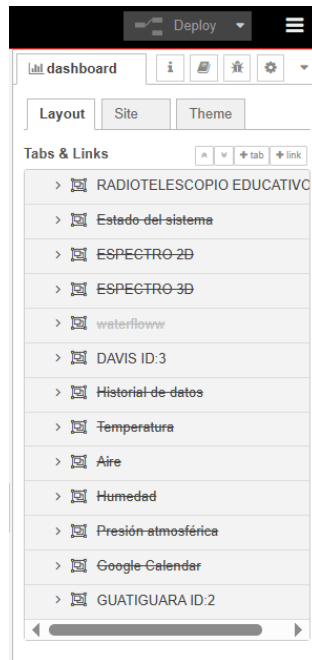


Fig 23 Configuración pestañas.

- Cada pestaña tiene un identificador, la que se encuentra de primeras "RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO" su identificador es 0, y aumenta de a 1 (0,1,2,3.... Npestañas-1), por lo que para que las operaciones de Node red funcionen correctamente las pestañas deben tener el orden mostrado en [Fig 23](#), si el orden esta diferente se puede modificar arrastrando la pestaña a su lugar que corresponda. Hay 13 pestañas en total, y el identificador de la ultima (GUATIGUARA) es el 12.

3.2.1. Configuración Nodo Gsheet

Es un nodo correspondiente a Google sheet, para buscarlo entramos al flujo " Davis" y lo buscamos se llama "Registro_Datos" [Fig 24](#).

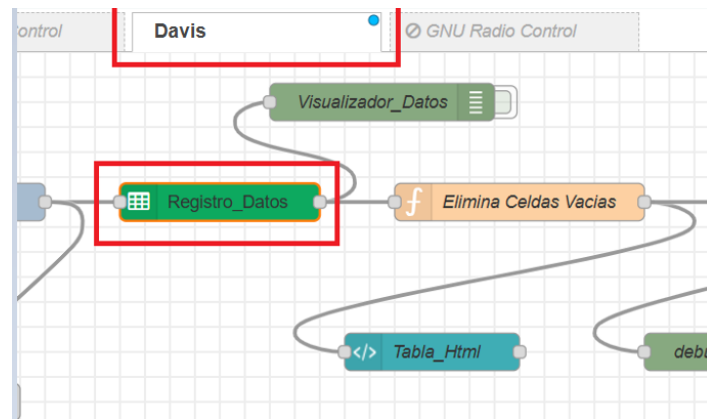


Fig 24 Nodo Gsheet

Entonces le damos doble clic y se abre su ventana de configuración Fig 25, hay varios parámetros a configurar, y son la ID de la hoja de Google sheets donde se almacenan las mediciones tomadas por la **DAVIS**, las celdas a usar A-J y por último se da clic en el lápiz para editar

Fig 25 Configuración nodo Gsheet

Se dispone de un archivo JSON el cual contiene las credenciales de la API de Google sheet Fig 26, lo abrimos copiamos su contenido y procedemos a pegarlo después de dar clic para editar las creds Fig 25 y damos clic a Update Fig 27 y en la ventana de configuración Fig 25 se le da clic a “Done” para guardar los cambios.

tomadedatos-c853d383a01c.json 06/02/2025 10:28 a. m. Archivo de origen ... 3 KB

Fig 26 archivo credenciales Gsheet



Fig 27 Configuración credenciales API Gsheet

3.2.2. Configuración email node

Es un nodo el cual tiene la capacidad de enviar correos, para buscarlo entramos al flujo " Davis" y lo buscamos, se llama "Datos promedio" Fig 28.

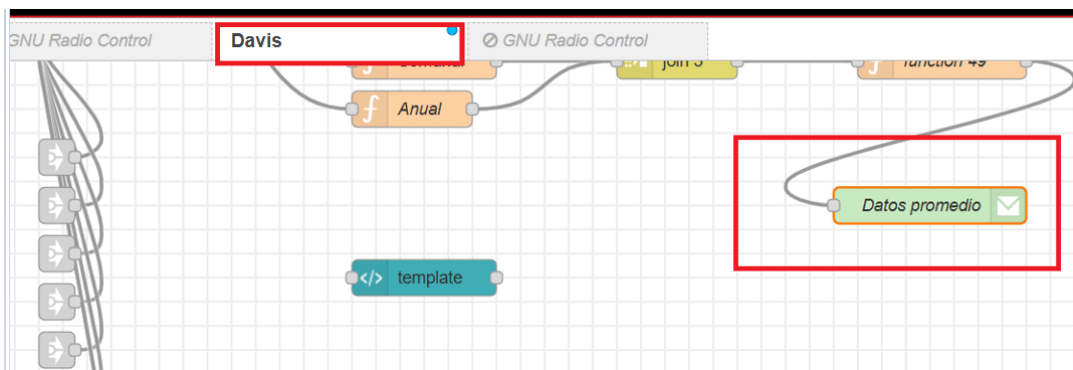


Fig 28 Ubicación nodo email

Entonces le damos doble clic y se abre su ventana de configuración Fig 29, hay varios parámetros a configurar, los cuales son el correo electrónico al cual se le enviara información, el correo electrónico y contraseña de la cuenta que será usada para para enviar los informes, luego de configurar esto se da clic en "Done"

Edit email node

Delete Cancel Done ← **Guardar cambios**

Properties

Name: Datos promedio

To: rojaspovedaelian@hotmail.com ← **correo al cual se enviaran los informes**

Server: smtp.gmail.com

Port: 465 ☒ Use secure connection.

Auth type: Basic

Userid: rojas.elian@radiogis.uis.edu.co ← **credenciales del correo el cual envia los informes**

Password:

TLS option: ☒ Check server certificate is valid

Fig 29 Configuración nodo email

Finalmente para que se apliquen todos los cambios realizados se debe dar clic en “Deploy” Fig 30, esto aplicara los cambios realizados, se recomienda usarlo siempre que se realice cualquier modificación a los Flow.

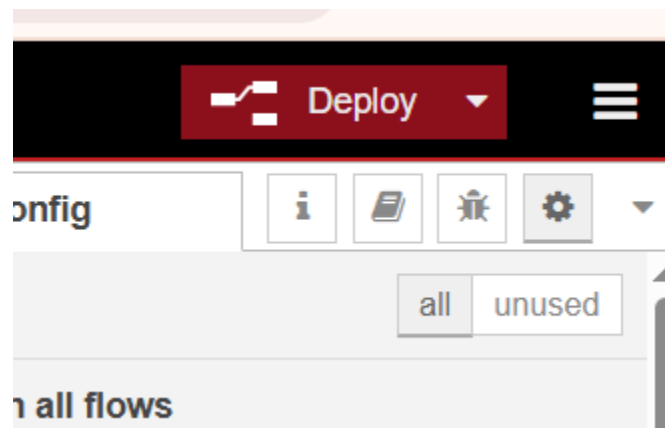


Fig 30 Deploy

IV. Como usar la solución de Node-red

Lo primero es identificar que hay 2 entornos en **Node red**, el primero corresponde a la interfaz de configuración el cual ya se mencionó en [Nodos requeridos para usar la solucion existente](#) y el otro corresponde al dashboard cuya primera introducción fue en [Scada](#), el dashboard es el

entorno al cual los usuarios accederán y en el interactuarán con los sistemas que se encuentren en él, para acceder al dashboard se hace con: http://<IP_DEL_SERVIDOR>:1880/ui, donde “<IP_DEL_SERVIDOR>” se remplazara con la IP del servidor o máquina virtual usada Fig 31.



Fig 31 Ejemplo dirección URL del dashboard

En apartado anterior [Scada](#) ya se explicó en que consiste la solución realizada en **Node-red**, se mencionaron los 3 sistemas que actualmente están presentes, los cuales son **DAVIS**, el cual fue resultado de un proyecto previo y en la solución actual se garantizó la interoperabilidad con él, **RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO** solución la cual fue recientemente desarrollada y **GUATIGUARA**, la cual es una propuesta para realizarse en un futuro.

La documentación se centrara en **RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO**, ya que es la solución que fue desarrollada recientemente, en cambio **DAVIS** fue el resultado de un proyecto pasado y ya se encuentra debidamente documentado y en el apartado [Scada](#) se mencionaron las modificaciones que fueron realizadas las cuales fueron meramente estéticas, además de las direcciones URL por medio de las cuales se puede acceder a su respectiva documentación, cada pestaña está representada por el mismo símbolo y título que se encontraban en las soluciones originales y referente a **GUATIGUARA**, es una solución la cual actualmente aún no existe.

4.1. EBSDRADMIN y Node-red

A lo largo del documento se ha mencionado a **EBSDRADMIN (SISTEMA QUE PERMITE ADMINISTRAR LAS DIVERSAS ESTACIONES DE RADIO BASADAS EN SDR)**, pero no sé ha explicado cuál es su relación con el sistema del **RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO** desarrollado en **Node-red**.

Para comenzar, en el apartado de [RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO](#) se mencionó lo referente a un gemelo digital de este sistema y se describió los diferentes elementos que lo conforman, el elemento en el que debemos centrarnos es **PC Fig 11**, como se mencionó en este equipo es donde se ejecutara el diagrama de bloques de GNU radio, aquí es donde entra **EBSDRADMIN**, **EBSDRADMIN** es la herramienta la cual se encarga de controlar la ejecución del .py del diagrama de bloques de GNU radio, además de configurar los valores de las diferentes variables usadas para realizar las respectivas mediciones de espectro.

La forma en que EBSDRADMIN permite configurar los valores de las variables, además de controlar la ejecución, es de dos formas, la primera es por medio de una interfaz la cual estará abierta en el equipo **PC Fig 11**, la otra forma es por medio de comunicación MQTT, donde en diferentes tópicos se reciben los valores que tomaran las variables a usar en las mediciones, y las ordenes de control para ejecutar el . py, aquí es donde entra **Node-red**, en el apartado de [RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO](#) se mencionó que al hacer clic sobre la imagen del **Hackrf ONE Fig 9** se redirigirá a una pestaña llamada " Estado del sistema", en esta pestaña se puede ingresar el valor de cada una de las variables, y al dar clic en el botón "cargar datos" estas serán enviadas por medio de comunicación MQTT, lo mismo ocurrirá con los demás botones disponibles, a excepción del botón "REGRESAR", el cual redirigirá a la pestaña principal del sistema [Fig 32](#).

Parámetro	Valor
Modo	
Estado	Detenido
BW_hackRF	
f_centro (fc)	
descripcion	
nubeVirtual	
latitud	
longitud	
altitud	
elevacion	
azimut	

Configuración	
f_centro	nubeVirtual
descripcion	BW_hackRF
latitud	longitud
altitud	elevacion
azimut	

Control	
SERVIDOR	
AER	
START	
STOP	

Fig 32 Pestaña "Estado del sistema"

En [RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO](#) ya se explicó el funcionamiento de todas las partes del gemelo digital del radiotelescopio educativo, pero hay una la cual falta explicar en su totalidad y corresponde a la pestaña "Estado del sistema", esta pestaña es desde la cual se puede controlar la ejecución del .py correspondiente a un diagrama de bloques de GNU Radio y está

conformada por varias partes, por lo que en lo que falta de este capítulo [IV](#) se centrara en esa pestaña [Fig 32](#).

4.2. Funcionamiento pestaña “Estado del sistema”

- Cuando **Node-red** está en funcionamiento cíclicamente en un tópico publicara un mensaje (todos los mensajes que publique en cualquier tópico estarán acompañados de su correspondiente ID, la cual si no corresponde con la ID configurada en el JSON, **EBSDRADMIN** ignorara los mensajes), esto se hace con el fin de que **EBSDRADMIN** si después de un cierto intervalo de tiempo no detecta la llegada de este mensaje asuma que el servidor de Node-red no está en funcionamiento.
- Si **EBSDRADMIN** detecta que el mensaje está llegando dentro del intervalo de tiempo establecido, publicara el valor de las variables que tiene configuradas, el estado de la ejecución de GNU radio, el modo actual de EBSDRADMIN: "EBSDRADMIN ó servidor" de forma cíclica. Esto se imprimirá en la pestaña “Estado del sistema” en la parte correspondiente a “Último Reporte del Sistema” [Fig 33](#).

Último Reporte del Sistema

REGRESAR

Parámetro	Valor
Modo	EBSDRAdmin
Estado	Detenido
BW_hackRF	0.000
f_centro (fc)	0.000
descripcion	NoN
nubeVirtual	NoN
latitud	7.141126
longitud	-73.12289
altitud	959
elevacion	90
azimut	0

Fig 33 Último Reporte del Sistema

- Si **Node-red** detecta que al cabo de un tiempo determinado no se ha recibido actualización del estado de ejecución de GNU radio asumirá que EBSDRADMIN no está conectado [RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO](#) apartado de **PC** [Fig 11](#), además de que no permitirá que los botones disponibles en la pestaña “Estado del sistema” realicen alguna acción [Fig 34](#).

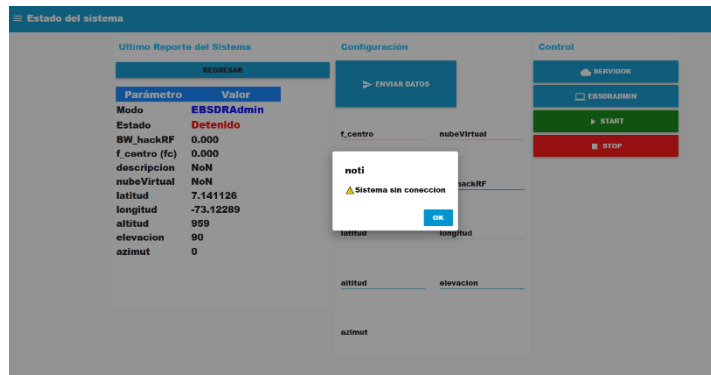


Fig 34 EBSDRADMIN no conectado

- En la parte de la pestaña “Estado del sistema” llamada “Configuración” es donde se pueden configurar los valores de las variables que se usan en GNU radio, hay reglas para el ingreso de las variables, si alguna de las variables no cumple las reglas al dar clic al boton “ENVIAR DATOS” las variables no serán enviadas Fig 35.

Configuración

ENVIAR DATOS

f_centro: 1240e6

nubeVirtual: prueba

descripcion: ejemplo

BW_hackRF: 5e6

latitud: 0

longitud: 0

altitud: 0

elevacion: 0

azimut: 0

Fig 35 Configurar variables

- En la parte de la pestaña “Estado del sistema” llamada “Control” hay 4 Botones, hay reglas para su funcionamiento, el botón “SERVIDOR”, se encarga de establecer el modo en “servidor” (significa que la configuración de las variables y el control serán realizados desde el dashboard), el botón “EBSDRADMIN” se encarga de establecer el modo en “EBSDRADMIN” (significa que la configuración de las variables y el control serán realizados desde la interfaz gráfica de **EBSDRADMIN**), el botón “START” se encarga de iniciar la ejecución de GNU radio, el botón “STOP” se encarga de detener la ejecución de GNU radio Fig 36.

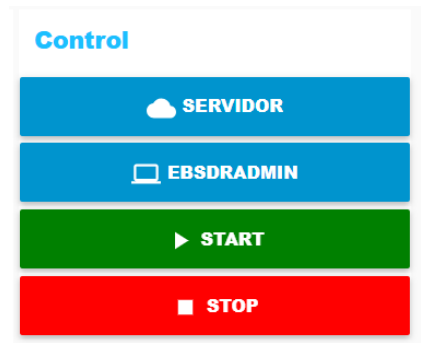


Fig 36 Control

- En [RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO](#) apartado de **Google Drive** se menciona lo referente a las opciones de visualización de las mediciones de espectro, las cuales son 3: Espectro 2D, Espectro 3D y Waterflow, las 3 opciones de visualización disponen del acceso a la base de datos para elegir la medición la, cual se quiera graficar, además de disponer de herramientas con las cuales configurar la respectiva visualización, para más información revisar la documentación.

4.3. Reglas de configuración de variables pestaña “Estado del sistema”

4.3.1. *BW_hackRF*

Corresponde al ancho de banda de la medición, solo se pueden ingresar valores numéricos, se admite notación científica (ejemplo:40e6) si no es un valor numérico no se permitirá cargar los datos y se generara una ventana de notificación informando que algunas de las variables no son valores numéricos válidos.

4.3.2. *f_centro*

Corresponde al valor central de frecuencia de la medición, solo se pueden ingresar valores numéricos, se admite notación científica (ejemplo:40e6) si no es un valor numérico no se permitirá cargar los datos y se generara una ventana de notificación informando que algunas de las variables no son valores numéricos válidos.

4.3.3. *nubeVirtual*

Corresponde al nombre del archivo .csv en el cual se guardaran las mediciones de espectro, hay algunos caracteres los cuales son caracteres restringidos los cuales no pueden ir en nombres de archivos: " \ / : * ? " < > |", por lo que si son ingresados no se permitirán cargar los datos y con una notificación se informara el problema.

4.3.4. Azimut

Solo se pueden ingresar valores numéricos, se admite notación científica (ejemplo:40e6) si no es un valor numérico no se permitirá cargar los datos y se generara una ventana de notificación informando que algunas de las variables no son valores numéricos válidos.

4.3.5. Elevación

Solo se pueden ingresar valores numéricos, se admite notación científica (ejemplo:40e6) si no es un valor numérico no se permitirá cargar los datos y se generara una ventana de notificación informando que algunas de las variables no son valores numéricos válidos.

4.3.6. Altitud

Solo se pueden ingresar valores numéricos, se admite notación científica (ejemplo:40e6) si no es un valor numérico no se permitirá cargar los datos y se generara una ventana de notificación informando que algunas de las variables no son valores numéricos válidos.

4.3.7. Latitud

Coordenada geográfica que indica la posición de un punto en la Tierra con respecto al ecuador. Solo admite valores numéricos.

4.3.8. Longitud

es una coordenada geográfica que indica la posición de un punto en la Tierra con respecto al meridiano de Greenwich. Solo admite valores numéricos.

4.3.9. Descripción

Descripción de la medición, no tiene restricciones.

4.3.10. Reglas botón “ENVIAR DATOS”

Realiza la acción de actualizar las variables, solo si las variables tienen valores válidos, si la ejecución de **GNU radio** está detenida, si el modo es **servidor**, además de que **EBSDRADMIN** esté conectado, de lo contrario no hará nada, solo se desplegara una ventana de notificación que informara el problema.

4.4. Reglas botones de control pestaña “Estado del sistema”

4.4.1. START

Realiza la acción de iniciar ejecución de **GNU radio** solo si hay datos iniciales cargados, cuando la aplicación se inicia por primera vez tiene algunos datos por defecto, pero no son datos correctos, por lo que primero se deben cargar datos adecuados para iniciar **GNU radio**, cuando la ejecución de **GNU radio** está detenida, si el modo es **servidor**, además de que **EBSDRADMIN** esté conectado, de lo contrario no hará nada, solo se desplegara una ventana de notificación que informara el problema.

4.4.2. STOP

Realiza la acción de iniciar ejecución de **GNU radio** solo si hay datos iniciales cargados, cuando la aplicación se inicia por primera vez tiene algunos datos por defecto, pero no son datos correctos, por lo que primero se deben cargar datos adecuados para iniciar **GNU radio**, cuando la ejecución de **GNU radio** está iniciada, si el modo es **servidor**, además de que **EBSDRADMIN** esté conectado, de lo contrario no hará nada, solo se desplegara una ventana de notificación que informara el problema.

4.4.3. SERVIDOR

Realiza la acción de cambiar el modo a **servidor**, solo si el modo es **EBSDRADMIN**, además de que **EBSDRADMIN** esté conectado, de lo contrario no hará nada, solo se desplegara una ventana de notificación que informara el problema.

4.4.4. EBSDRADMIN

Realiza la acción de cambiar el modo a **EBSDRADMIN**, solo si el modo es **servidor**, además de que **EBSDRADMIN** esté conectado, de lo contrario no hará nada, solo se desplegara una ventana de notificación que informara el problema.

V. Flow Radiotelescopio Educativo

En esta parte del documento se procederá a explicar de forma resumida que nodos y cual es su funcionamiento en este Flow, el cual fue creado en **Node-red** y corresponde al **RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO**.

5.1. Ingreso y envío de variables

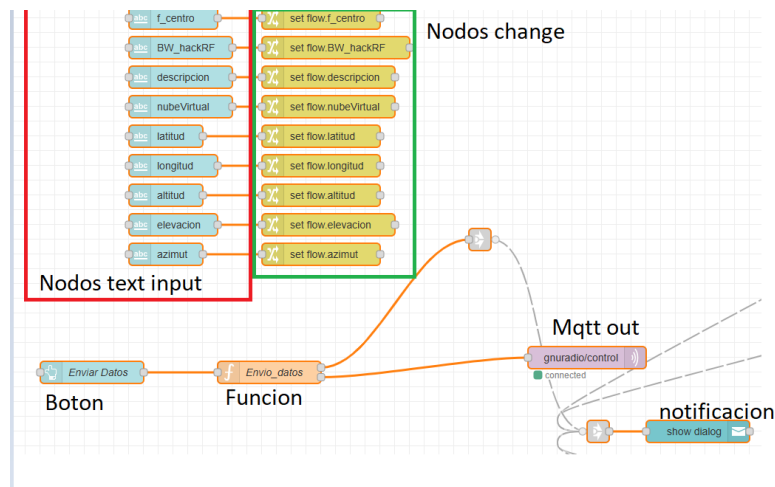


Fig 37 Parte del flow encargado del ingreso y envío de datos.

La parte del flow que se visualiza en la [Fig 37](#) se encarga de recibir desde el dashboard (*Pestaña “Estado del sistema” - Configuración*) las variables ingresadas por los usuarios mediante los **nodos text input**, mediante los **nodos Change** estas variables ingresadas serán almacenadas en variables tipo flow, las cuales son variables que pueden ser usadas en cualquier nodo siempre y cuando estén en el mismo Flow.

Cuando en el dashboard se hace clic al botón “Enviar Datos”, la función “Envio_datos” evaluará las reglas ya previamente definidas en [Reglas de configuración de variables](#), si cumple con las reglas creará un JSON y lo retornará junto con una notificación que indica su correcto funcionamiento, si no se cumplieron las reglas no retornará nada y una notificación que indica el fallo. También en la función antes mencionada se usan las variables tipo Flow, si alguna variable no tiene valor se le asignará uno por defecto [Fig 38](#).

```

1 // Obtener valores globales
2 let f_centro = flow.get("f_centro") || 0;
3 let BW_hackRF = flow.get("BW_hackRF") || 0;
4 let nubeVirtual = flow.get("nubeVirtual") || "NoN";
5 let descripcion = flow.get("descripcion") || "NoN";
6 let verificador1 = flow.get("status") || "stopped";
7 let verificador3 = flow.get("modo") || "AER";
8 let verificador4 = flow.get("conexion");
9 let latitud = flow.get("latitud") || 0;
10 let longitud = flow.get("longitud") || 0;
11 let altitud = flow.get("altitud") || 0;
12 let elevacion = flow.get("elevacion") || 0;
13 let azimut = flow.get("azimut") || 0;
14 if (verificador4 === undefined || verificador4 === null) {
15   verificador4 = 1; // Solo si no existe la variable
16 }
17 // Lista de caracteres no permitidos en nombres de archivo
18 const INVALID_FILENAME_REGEX = /(<|>|"/\\|?*\n)/;
19 // comprobar conexion
20 if (verificador4 === 1) {
21   return [{ payload: "⚠ Sistema sin conexion" }, null];
22 }
23 // comprobar modo AER
24 if (verificador3 === "AER") {
25   return [{ payload: "⚠ Modo AER activo" }, null];
26 }
27 // Validar que sean números
28 if ([f_centro, BW_hackRF, latitud, longitud, altitud, elevacion, azimut].some(isNaN)) {
29   // no se usará el comando. Todos los valores deben ser números.

```

Fig 38 Parte de la función Envio_datos

Si es retornado un JSON, este se publicara mediante un nodo Mqtt OUT en el tópico “gnuradio/control”, todos los nodos Mqtt out tendrán la misma configuración, el único cambio que tendrán es el Topic usado, QoS=0 ya que no se verificara si se recibió el mensaje, Retain false, ya que no se quiere retener el mensaje, además el Server será “localhost” ya que mosquitto estará instalado en el mismo servidor que **Node-red**, “1883” el cual es el puerto en el cual funciona Mosquitto [Fig 39](#).

The screenshot shows the 'Edit mqtt out node' configuration interface. At the top, there are 'Delete', 'Cancel', and 'Done' buttons. Below is a 'Properties' section with a settings icon. The configuration includes:

- Server:** A dropdown menu set to 'localhost:1883' with edit and add icons.
- Topic:** A text input field containing 'gnuradio/control'.
- QoS:** A dropdown menu set to '0'.
- Retain:** A checkbox labeled 'Retain' which is unchecked, and a dropdown menu set to 'false'.
- Name:** A text input field containing 'Name'.

At the bottom, a yellow tip box states: 'Tip: Leave topic, qos or retain blank if you want to set them via msg properties.'

Fig 39 Configuración MQTT out

5.2. Control

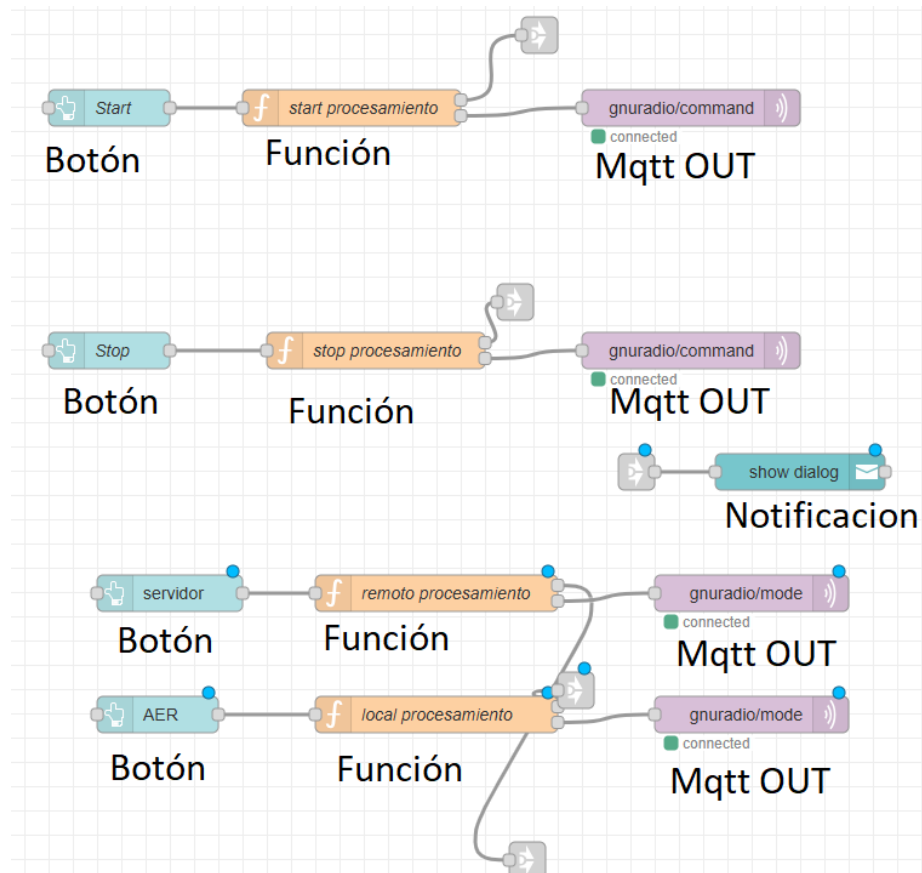


Fig 40 Configuración MQTT out

La parte del flow que se visualiza en la Fig 40 es la correspondiente al control que se puede realizar mediante el dashboard (*Pestaña "Estado del sistema"- Control*), Donde al dar clic a alguno de los botones con base en [Reglas botones de control](#) en el nodo Función, si se cumplen las reglas el mensaje del Botón será retornado junto con una notificación la cual informe el éxito de la operación, por el contrario si no las cumple no será retornado y con una notificación se informara el problema. Cuando se cumple con las reglas y el mensaje es retornado, este será publicado en un topic mediante un nodo Mqtt out, cuya configuración se mencionó en Fig 39 y lo único que varía es el topic usado.

5.3. Último Reporte del Sistema

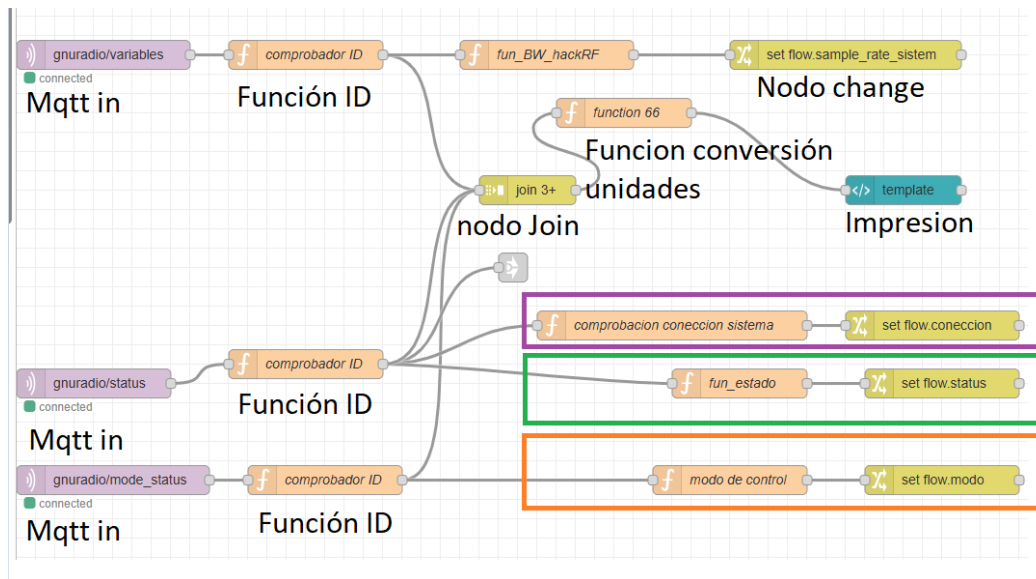


Fig 41 Último Reporte del Sistema

La parte del flow que se visualiza en la Fig 41 es la cual se encarga de recibir y procesar los mensajes que publica EBSDRADMIN reportando el estado de la ejecución de GNU radio y el valor de las variables que estén configurados, esta información será impresa en el dashboard lo cual es realizado gracias a un nodo template (Impresión Fig 41), este es un nodo el cual sirve para generar contenido dinámico en formato HTML, JSON o texto plano usando plantillas Mustache (`{{ }}`).

Los mensajes enviados por **EBSDRADMIN**, en **Node-red** son recibidos usando nodos Mqtt in Fig 41, los cuales todos tienen la misma configuración, la única configuración que cambia en cada uno es el tópico del cual recibirá mensajes. QoS =0, ya que no se enviara confirmación del mensaje recibido, Action: la suscripción se realizara a un solo tópico y el Server será "localhost" ya que mosquitto estará instalado en el mismo servidor que **Node-red**, "1883" el cual es el puerto en el cual funciona Mosquitto Fig 42.

Fig 42 Configuración nodo Mqtt in

El nodo “Función Id” [Fig 41](#) es el encargado de comprobar que los mensajes recibidos contengan la ID correspondiente al **RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO** “ID=1”, si no contienen esta ID los mensajes son ignorados.

El nodo Función “fun_BW_hackRF” [Fig 41](#) es el encargado de extraer la variable “**BW_hackRF**” enviada por el topico “gnuradio/variables”, la cual se usa para comprobar si han sido cargadas variables iniciales, ya que esta variable al ejecutar **EBSDRADMIN** por primera vez su valor es 0, su valor se guarda en una variable tipo Flow usando un nodo change y se usara para aplicar algunas de las reglas descritas en [Reglas de configuración de variables](#) y [Reglas botones de control](#).

El nodo Join es el encargado de combinar los mensajes recibidos por los 3 tópicos en un solo mensaje, este nodo está conectado a un nodo funtion (Funcion de conversión de unidades) [Fig 41](#), el cual es el encargado de hacer la respectiva conversión de unidades de:” **BW_hackRF**” y “**f_centro**”, finalmente este nodo está conectado a un nodo template (Impresión), este nodo es el encargado de crear la tabla vista en [Fig 33](#) del dashboard.

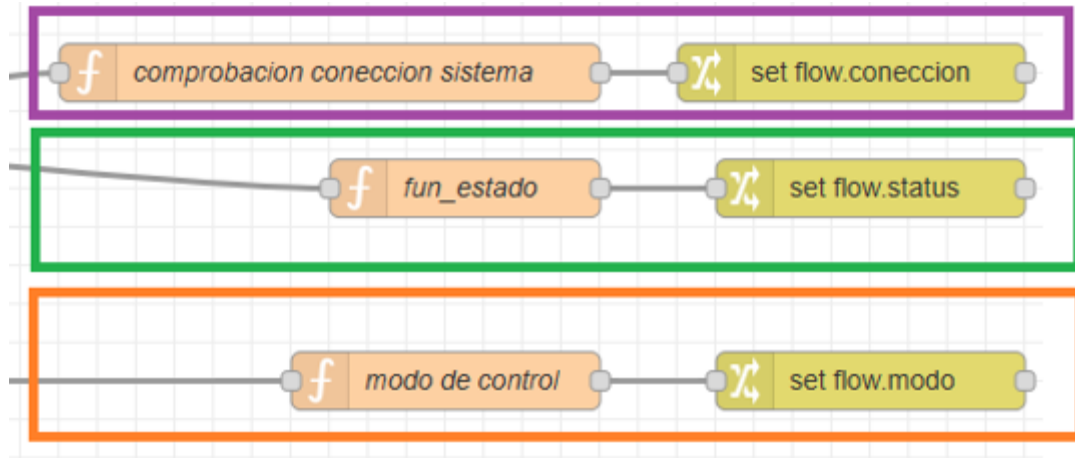


Fig 43 Variables de reglas internas

Finalmente estan las ultimas variables las cuales definen el funcionamiento que tendrá la pestaña estado del sistema, primero los nodos encerrados en color morado Fig 43, el primero es un nodo función el cual por medio de un temporizador identifica si **EBSDRADMIN** se está ejecutando o no(0 ó 1), esto se envía a un nodo change, en el cual se guarda, estan los nodos encerrados por el recuadro verde Fig 43, el primero es un nodo function el cual extrae del mensaje la variable que identifica si GNU radio se esta ejecutando o no, esto se guarda en un nodo change, finalmente el recuadro naranja Fig 43, el nodo funtion se encarga de extraer del mensaje la variable la cual identifica si el control sobre GNU radio lo tiene Node-red ó EBSDRADMIN y esto se guarda en un Nodo change.

5.4. Visualización de espectro, gemelo digital y envío de mensaje a EBSDRADMIN

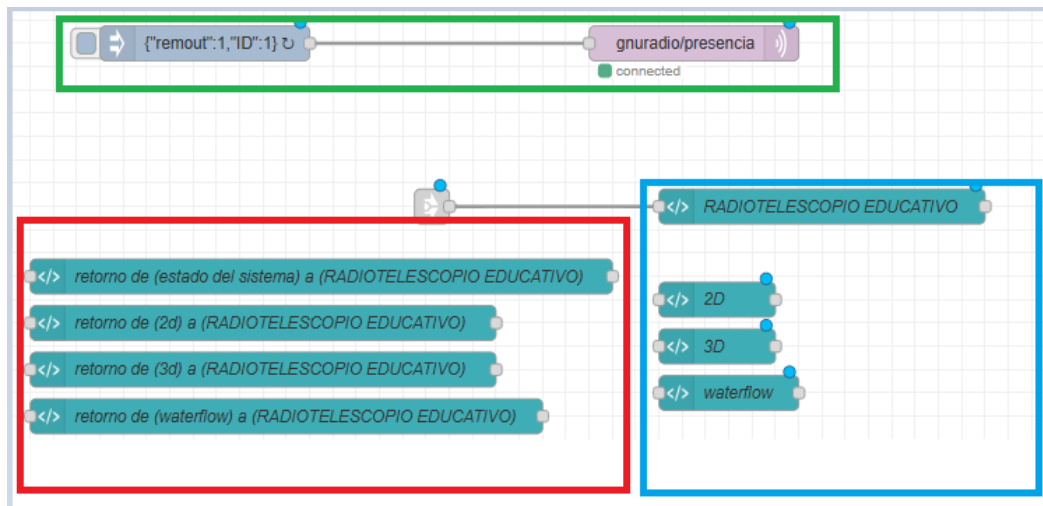


Fig 44 Nodos implementados

Los nodos encerrados de color azul en Fig 44 son nodos template, el primero (RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO) corresponde a la implementación del gemelo digital del radiotelescopio educativo, en el se encuentra todo el código usado para realizar dicha implementación, los siguientes 3 (2S 3D y waterflow) son los nodos en los cuales se embebio su correspondiente web app para la visualización de espectro.

Los nodos encerrados en color rojo en Fig 44 son nodos template, todos son botones programados para retornar al gemelo digital, su programación se puede observar en Fig 45 el numero 0 que se encuentra en la parte de la programación encerrada en morado corresponde al identificador de la pestaña del RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO, por eso son importantes mantener el orden de las pestañas, si se desea cambiar el orden deben revisarse los nodos template y realizar las modificaciones pertinentes.

```

1 <md-button class="md-raised md-primary" onclick="redirectTab()">
2   regresar
3 </md-button>
4
5 <script>
6   function redirectTab() {
7     window.location.hash = "#!/0"; // Cambia el número según la pestaña destino
8   }
9 </script>

```


Fig 45 Boton retorno

5.4.1. Nodos template que contienen redirecciones en Flow Radiotelescopio Educativo

- retorno de (estado del sistema) a (RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO)
- retorno de (2d) a (RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO)
- retorno de (3d) a (RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO)
- retorno de (waterflow) a (RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO)
- RADIOTELESCOPIO EDUCATIVO

Finalmente los nodos que están encerrados en verde Fig 44 son un nodo inject encargado de generar periódicamente un mensaje y pasarlo a un nodo mqtt out y esto lo envía a **EBSDRADMIN**, el cual lo usa **EBSDRADMIN** para identificar si el servidor de Node-red está activo o no.

VI. Flow Davis

Tal como se comentó antes el funcionamiento de este Flow no fue modificado, solo la forma en la cual se visualizaba esta solución, la cual es una pestaña principal, y agregar botones a las demás pestañas para retornar a la pestaña principal. Por lo que se procederá a mostrar los nodos que fueron añadidos y cual es sus funciones.

6.1. Modificaciones a Deivis

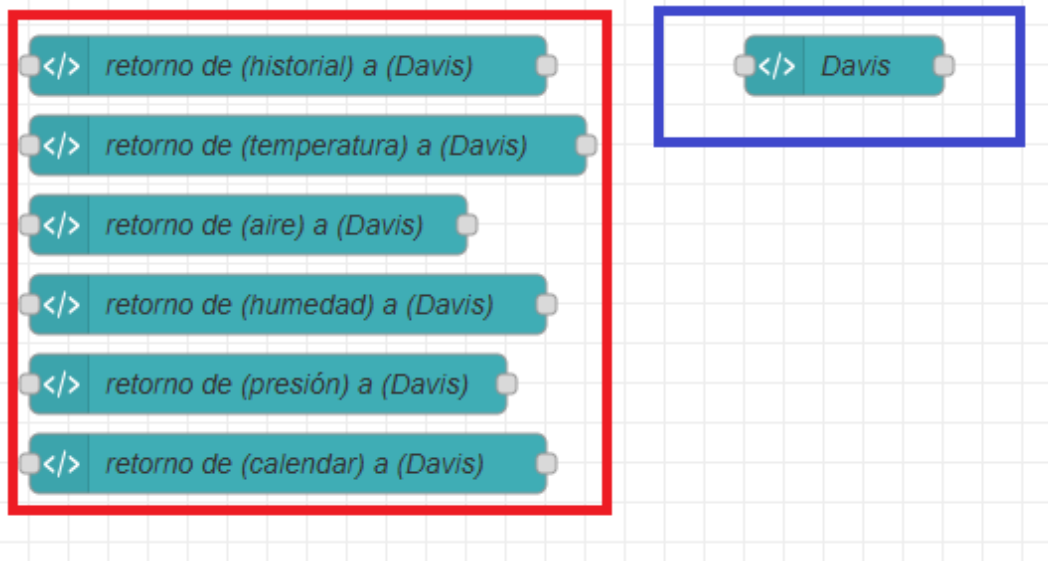


Fig 46 Nodos añadidos a Davis

La modificación hecha a Davis fue agregarle los nodos vistos en Fig 46, donde los nodos encerrados en color rojo son nodos template, los cuales funcionan como botones en todas las pestañas originales para retornar a la pestaña principal que se creó, su funcionamiento es el mismo que el que se muestra en [Visualización de espectro, gemelo digital y envío de mensaje a EBSDRADADMIN](#), El nodo template encerrado en azul, es en el cual se implementó el gemelo digital de Davis Fig 5. Este simplifica la forma en la cual se puede ver y acceder a las herramientas disponibles en esa solución.

6.1.1. Nodos template que contienen redirecciones en Flow Davis

- retorno de (historial) a (Davis)
- retorno de (temperatura) a (Davis)
- retorno de (aire) a (Davis)
- retorno de (humedad) a (Davis)
- retorno de (presión) a (Davis)
- retorno de (calendar) a (Davis)
- Davis

VII. Flow Guatiguara

Este es el Flow en el cual se muestra una propuesta de cómo se puede ver el gemelo digital de los dispositivos presentes en esas instalaciones Fig 47, en la actualidad no tiene funcionamiento alguno, su función solo es visual. Está conformado por un nodo template en el cual se realizó la implementación de la propuesta del gemelo digital.



Fig 47 Flow Guatiguara

VIII. Imágenes usadas en los diferentes flow

Para los diferentes gemelos digitales de los 3 sistemas, se usaron imágenes, estas se encuentran guardadas en la nube en Google drive (disponible aquí:

<https://drive.google.com/drive/folders/1hegHZIYaWockuMNX->

[J_kup1BqVdigRiA?usp=drive link](https://drive.google.com/uc?export=download&id=1NT1A483P2VuF6Eyvsh67ehfMo95TWZD1)), las imágenes están identificadas por **alt**, que es el texto alternativo, están identificadas por su respectivo nombre, el cual corresponderá al que se encuentra en **alt**, de esta forma si llegan a fallar se facilita identificarlas y remplazarlas.

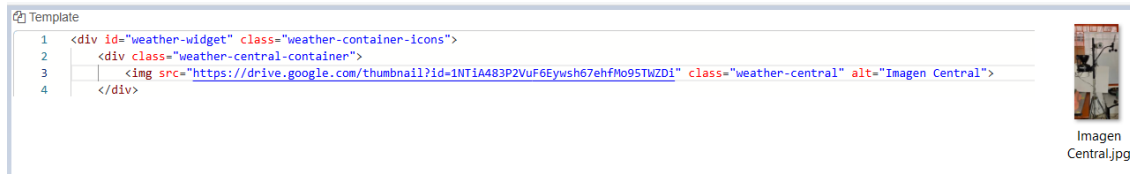


Fig 48 Identificador nombre de la imagen

IX. Mejoras y desarrollo futuro

- Identificar los sistemas existentes los cuales puedan ser implementados en Node-red y realizar propuestas para su implementación.
- Estudiar la posibilidad de hacer la interfaz de Node-red mas atractiva para los usuarios.
- Realizar optimización en el funcionamiento de los servicios ya realizados de ser necesario, esto con el fin de obtener un sistema el cual funciones de manera más eficiente
- La implementación en los entornos de trabajo de los servicios desarrollados, además de personal el cual se encargue de brindar soporte técnico.