

Ingeteam's Wi-Fi Mesh, the wireless communication network

Guide for general installations
Guía genérica de instalaciones

Contents

1	About this manual	3
1.1	Scope and nomenclature	3
1.2	Recipients.....	3
1.3	Symbols.....	3
2	Description of the communication network.....	4
2.1	General vision	4
2.2	Network topology.....	5
2.3	Supported distances and coverage	5
2.4	Transmission speed and latency	6
3	Plant examples.....	8
3.1	Inverters with direct visibility.....	8
3.2	Inverters without direct visibility	9
4	Configuration.....	10
4.1	Assignment of an SSID for the <i>Wi-Fi Mesh</i> network.....	10
4.2	Reservation of IP addresses	10
4.3	<i>MeshBridge</i> devices configuration.....	11
4.4	Inverters (<i>MeshPoint</i>) configuration	12
4.5	Connectivity check	14
5	Antenna installation.....	15
5.1	Height and security	15
5.2	Homologated Antenna	15
5.3	Other antennas.....	15

1 About this manual

The purpose of this manual is to describe the architecture, configuration, design and commissioning of Ingeteam's *Wi-Fi Mesh* wireless communication network.

INFO

To download the last version of this manual visit www.ingeteam.com.

1.1 Scope and nomenclature

In this document, the generation units will be generically referred to as *inverter* and the photovoltaic system will be referred to as *the installation* or *the plant*.

1.2 Recipients

The connection of the system is intended for qualified personnel only. This refers to workers who can certify the qualifications to meet every safety standards, regulations and laws applicable to the tasks of installing and operating all the components of the system.

The responsibility for designating these qualified workers will always belong to the company they work for. It is necessary to decide which workers are suitable or not for carrying out a specific work to preserve their safety while complying with occupational safety legislation.

These companies are responsible for providing appropriate training in electrical equipment to their personnel and for explaining them the contents of this guide.

The final configuration of the system is intended for the end user.

1.3 Symbols

Throughout this manual we include warnings to highlight certain information. Relative to the nature of the text, there are three types of warnings:



This indicates a hazard to personnel or the device.



Indicates importance.



Additional information or references to other parts of the document or documents.

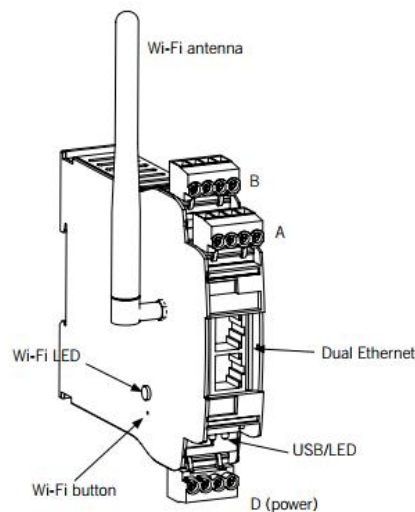
2 Description of the communication network

2.1 General vision

The *Wi-Fi Mesh* is a communication network consisting of several nodes organized to communicate with each other via Wi-Fi at 2.4GHz.

The *Wi-Fi Mesh* consists of two types of radio devices or nodes:

- **MeshBridges:** These devices route traffic from the *Wi-Fi Mesh* network to and from the outside. In order to do this, apart from a Wi-Fi interface, a fast Ethernet switch at 100Mbps must be connected to the wiring infrastructure of the plant's communication network. In the *Wi-Fi Mesh* network developed by Ingeteam, the *MeshBridge* devices act like a bridge.



- **MeshPoints:** They create the *Wi-Fi Mesh* network. They are able to communicate with each other and route traffic in the most optimal way. In the *Wi-Fi Mesh* network developed by Ingeteam, each inverter is a *MeshPoint*.

The *Wi-Fi Mesh* network is reliable and offers redundancy. When a node is not in operation the rest of the nodes can communicate with each other since the traffic is routed by the rest of the nodes as efficiently as possible, or directly if there is direct visibility between the source and the destination nodes, or using other nodes as intermediate hops.

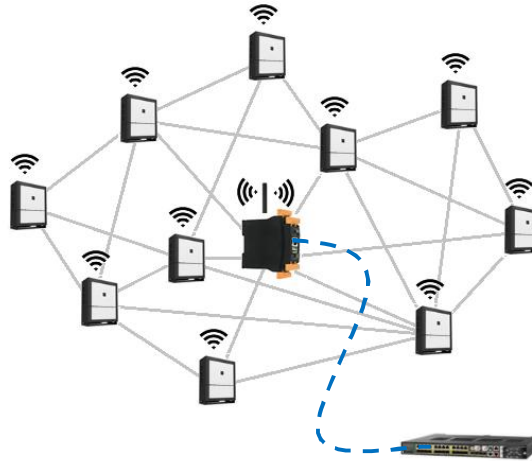
From a conceptual point of view, the *Wi-Fi Mesh* network is like having all nodes connected to the same *switch*, which makes it transparent to higher level protocols such as TCP / IP.

INFO

All the devices of the *Wi-Fi Mesh* network, whether a *MeshBridge* or a *MeshPoint*, must have a static IP address associated within the same network.

2.2 Network topology

The *Wi-Fi Mesh* network has a *Mesh-Cells* topology with a MeshBridge core device that provides 2.4 GHz Wi-Fi coverage to a total of 100 inverters interconnected in the *Wi-Fi Mesh* network and which is connected to the plant's communications network via fast Ethernet.



Example of Ingeteam's *Wi-Fi Mesh* network for a typical plant.

If the plant features more than 100 inverters that need to be connected to the *Wi-Fi Mesh* network, we must repeat the *Mesh-Cells* topology as many times as necessary using as many *MeshBridge* central points as necessary.

INFO

The algorithm of the *Wi-Fi Mesh* network redirects the traffic by the most optimal route. Thus, using the nearest *MeshBridge* device.

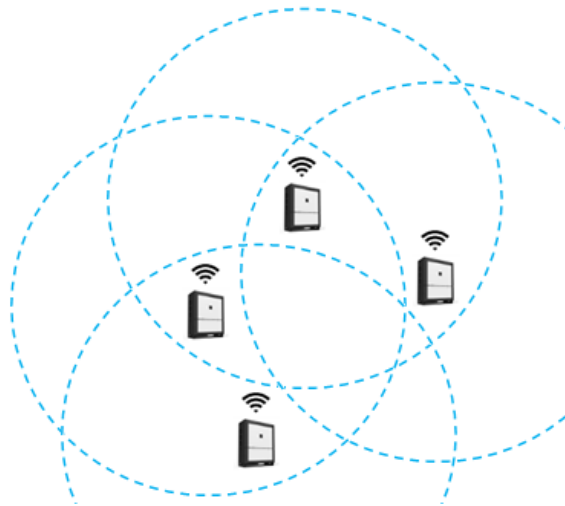
2.3 Supported distances and coverage

The maximum distance supported by the Wi-Fi link in direct visibility for a single hop is 70 meters / 230 feet. With this distance, the obtained Wi-Fi signal level is close to -75 dBm, necessary to ensure a correct operation of the communications.



INFO

Ingeteam states that it is necessary to design the *Wi-Fi Mesh* network to ensure that the loss of one inverter does not affect the rest. For this reason, each inverter must have at least two other inverters under its operational range: 70 meters / 230 feet.

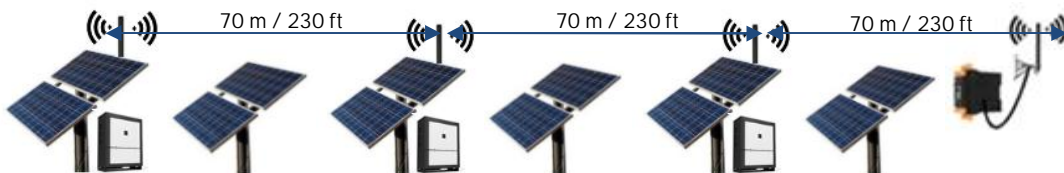


Coverage Graph.

In a Mesh network each additional hop between nodes increases the effective distance in another 70 meters / 230 feet.



Ingeteam states that the *Wi-Fi Mesh* network cannot have more than three hops. Thus, the maximum allowed distance in a *Mesh-Cell* between an inverter and the most distant *MeshBridge* is 210 meters / 690 feet.



INFO

Read the section "Antenna installation" for a correct installation of the antennas.

CAUTION

It is necessary that the Wi-Fi antennas have direct visibility to each other.
 Placing a photovoltaic panel between its line of sight causes the signal to drop 20dBm, decreasing the effective distance to less than 35 meters / 115 feet.

2.4 Transmission speed and latency

For a signal level of -75 dBm the physical transmission rate achieved is 12 Mbps. This bandwidth must be shared between all the *Wi-Fi Mesh* nodes belonging to the same *Wi-Fi Mesh*

network inside the same *Mesh-Cell*. As it is a Wi-Fi network, when a node is transmitting the other nodes that are within its range cannot transmit.

The effective latency that affects the plant controller depends on the number of hops that need to be made to have communication between the inverter and the nearest *MeshBridge* node.

The following graph presents the latencies for 0 hops (inverter in the own card) and 1 hop.



The number of hops increases both the mean and the dispersion in the latency values.

CAUTION

Ingeteam states that the *Wi-Fi Mesh* network cannot have more than 3 hops.

3 Plant examples

3.1 Inverters with direct visibility

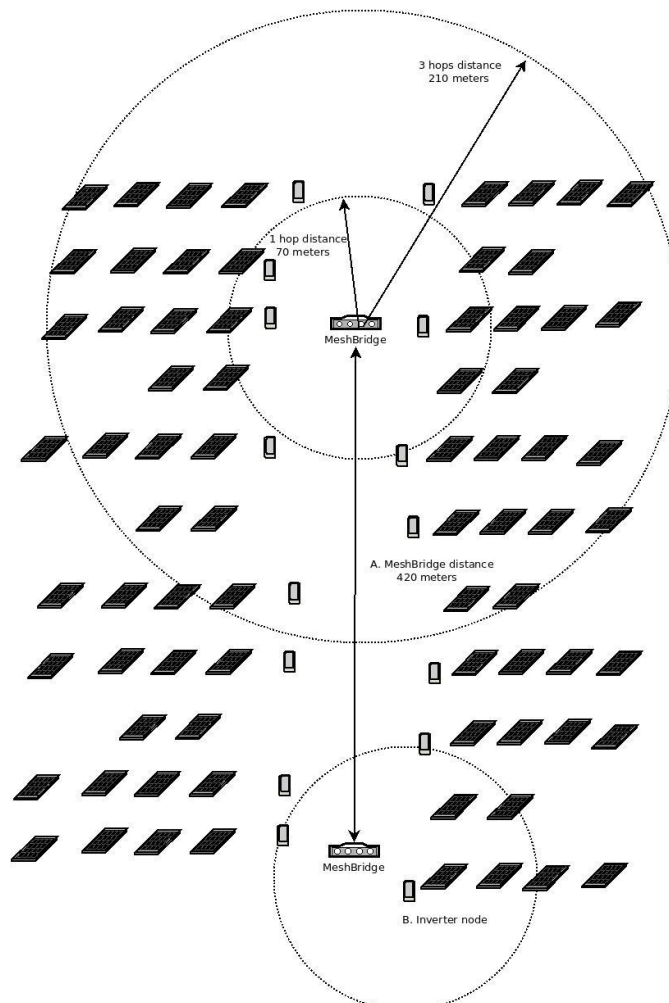
In this type of plants the inverters are located in a central aisle with direct visibility between each other. In this case, an extra mounting holder that sets the antenna above the panels may be necessary to get a better visibility.



Ingeteam states that the antenna must be placed at least 1 meter / 3.3 feet above the panels to ensure correct operation.

In order to maintain the rule of every inverter having at least two other inverters under its operational range, the maximum allowed inter-inverter separation is 70 meters / 230 feet for those power plants having installed inverters in both sides of the aisle. For those plants having installed inverters in only one side of the aisle, the maximum allowed inter-inverter separation is 35 meters / 115 feet.

As the maximum number of hops allowed is 3 and the range of a *MeshBridge* device is 210 meters / 690 feet, a scan of 420 meters in a *Mesh-Cell* can be achieved by placing the *MeshBridge* in the middle.



Example of a plant with inverters in the aisles.

3.2 Inverters without direct visibility

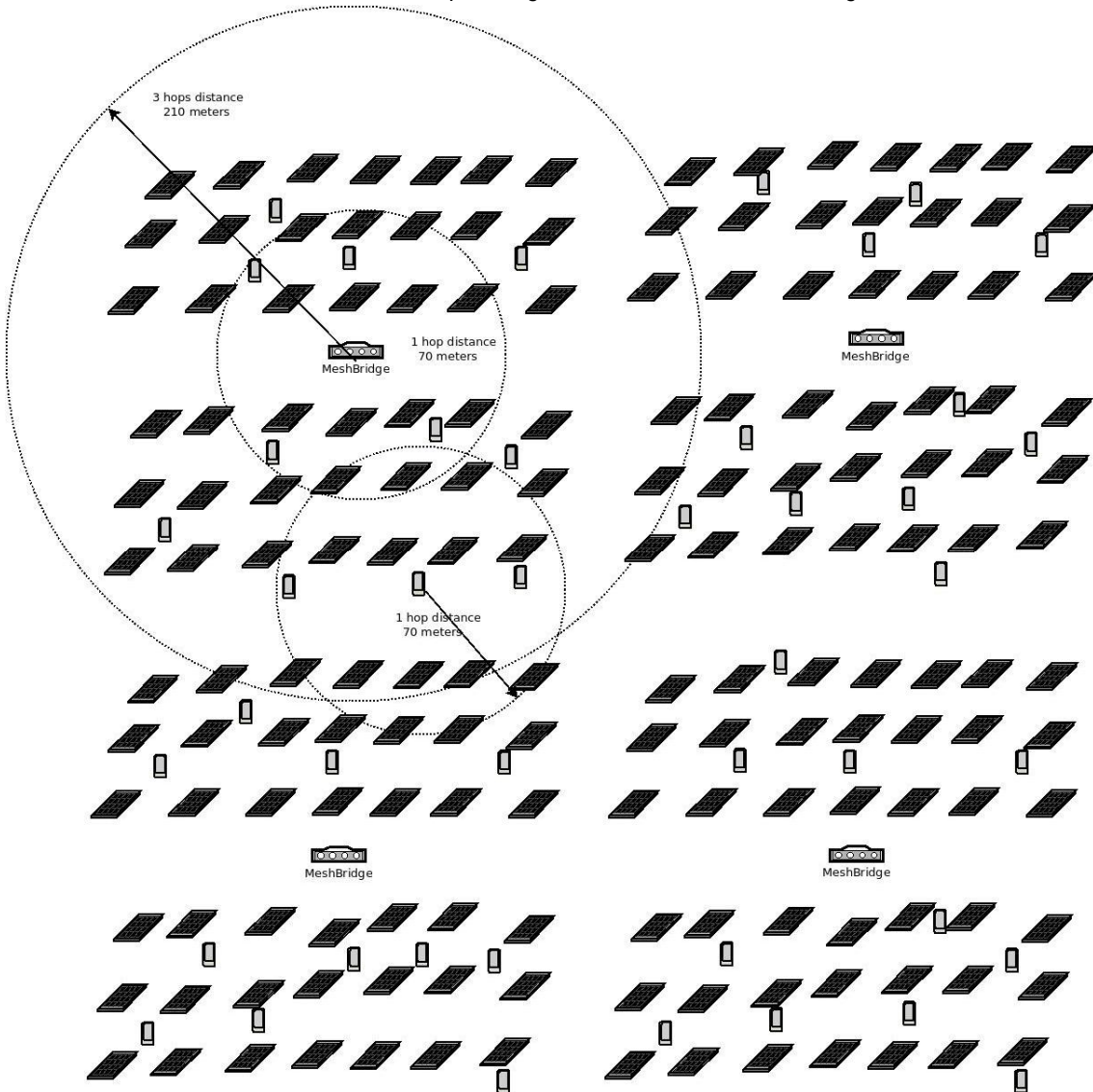
In this type of plant the inverters are placed between the solar panels not having direct visibility between each other. In this case, it is essential to use an extra mounting holder that places the Wi-Fi antenna above the photovoltaic panels, in order to achieve direct visibility between the nodes.

CAUTION

Ingeteam states that the antenna must be placed at least 1 meter / 3.3 feet above the panels to ensure correct operation.

In plants with this topology we must take the following information into account:

- The maximum coverage provided by a *MeshBridge* has a radius of 210 m / 690 ft.
- The maximum distance between one inverter and another must be 35 m / 115 ft. This will ensure that each inverter communicates directly with at least two other inverters, so that the network will continue operating even if an inverter is damaged.



Example of a plant with inverters without direct visibility.

4 Configuration

This section describes the steps required to configure the *Mesh* devices in the Wi-Fi 2.4GHz *Mesh network*.

INFO

For more information about Wi-Fi accessories, refer to the *Accessories manual for Local and Remote* communication available on the Ingeteam website.

CAUTION

The *Wi-Fi Mesh* network works at link level 2 of the IP protocol, so it is completely transparent to the routing protocol used, typically IPv4. The *Wi-Fi Mesh* system is equivalent to a **big switch** where all the devices belonging to the Mesh network are connected.

4.1 Assignment of an SSID for the *Wi-Fi Mesh* network

It is necessary to choose an identifier for the *Wi-Fi Mesh* network called SSID equivalent to the SSID used in standard Wi-Fi networks.

This SSID will be the same for all the devices, both *MeshBridge* and inverters (*MeshPoints*) that are part of the same *Wi-Fi Mesh* network. As a suggestion you can use the SSID "INGEMESH" or the name of the plant itself.

CAUTION

In the case of plants with a high number of inverters (more than 200) Ingeteam establishes that the plant should be logically divided into several independent Mesh networks. Each of them will have a different SSID, so that each *Wi-Fi Mesh* network manages a maximum of 200 inverters.

4.2 Reservation of IP addresses

CAUTION

In the *Wi-Fi Mesh* network each node is identified with a unique IP address. Thus, before configuring the devices, it is necessary to have made a scheme with the network architecture where the *IP Address*, *Network Mask* and *Gateway* are reflected for each of the nodes in our network.

You must work with static IPv4 addressing, the first task is to reserve a static IP address for each *MeshBridge* and another for each inverter (*MeshPoints*).

INFO

Although all the *MeshBridge* and all the inverters (*MeshPoints*) belong to the same IPv4 network, it is recommended to assign the addresses in such a way that each inverter (*MeshPoint*) can easily relate to the nearest *MeshBridge*.

Let's suppose an example with two *MeshBridge* and ten inverters (*MeshPoints*), five in the range of each *MeshBridge*. The IPv4 local network of the plant is 10.10.x.x and the router that provides Internet access for the entire plant has IP 10.10.1.1.

The IP address assignment could be:

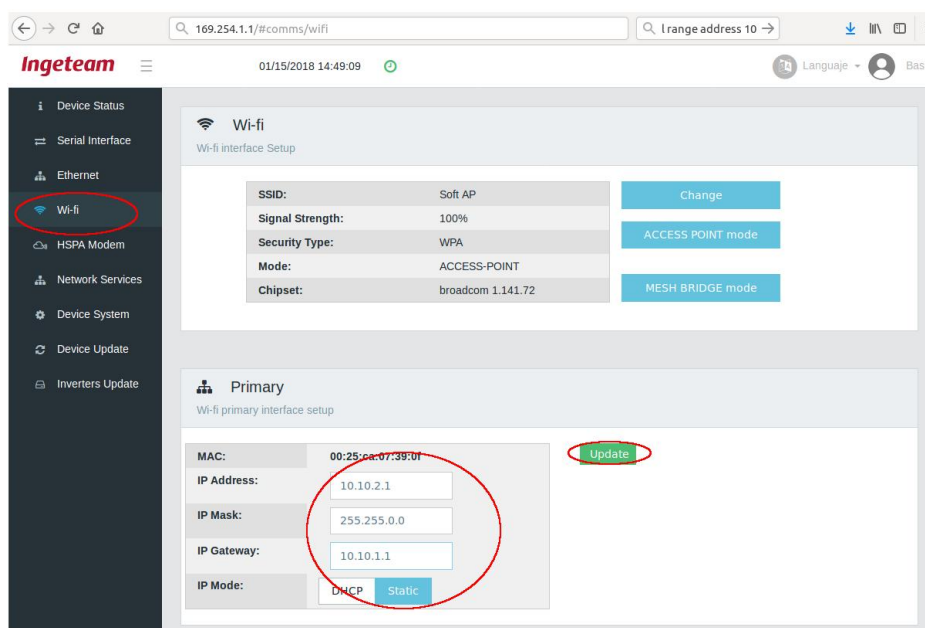
Device	IP Address	Mask	Gateway	SSID
MeshBridge 1	10.10.2.1	255.255.0.0	10.10.1.1	INGEMESH
Inverter 1.1	10.10.2.11	255.255.0.0	10.10.1.1	INGEMESH
Inverter 1.2	10.10.2.12	255.255.0.0	10.10.1.1	INGEMESH
Inverter 1.3	10.10.2.13	255.255.0.0	10.10.1.1	INGEMESH
Inverter 1.4	10.10.2.14	255.255.0.0	10.10.1.1	INGEMESH
Inverter 1.5	10.10.2.15	255.255.0.0	10.10.1.1	INGEMESH
MeshBridge 2	10.10.3.1	255.255.0.0	10.10.1.1	INGEMESH
Inverter 2.1	10.10.3.11	255.255.0.0	10.10.1.1	INGEMESH
Inverter 2.2	10.10.3.12	255.255.0.0	10.10.1.1	INGEMESH
Inverter 2.3	10.10.3.13	255.255.0.0	10.10.1.1	INGEMESH
Inverter 2.4	10.10.3.14	255.255.0.0	10.10.1.1	INGEMESH
Inverter 2.5	10.10.3.15	255.255.0.0	10.10.1.1	INGEMESH

4.3 MeshBridge devices configuration

To configure each *MeshBridge* the first step is to connect to the Wi-Fi Access Point with SSID *Ingeteam_OCMxxxxxAxM_MMMM* generated by default by the device. Once your device is connected then write in the browser <http://169.254.1.1/>. The *MeshBridge* web page will be displayed and then navigate to the Wi-Fi tab.

The configuration is done in several steps. The steps to follow are:

1. Configuration of the static IPv4 address.
The first step is setting up the static IP address of the *MeshBridge*.

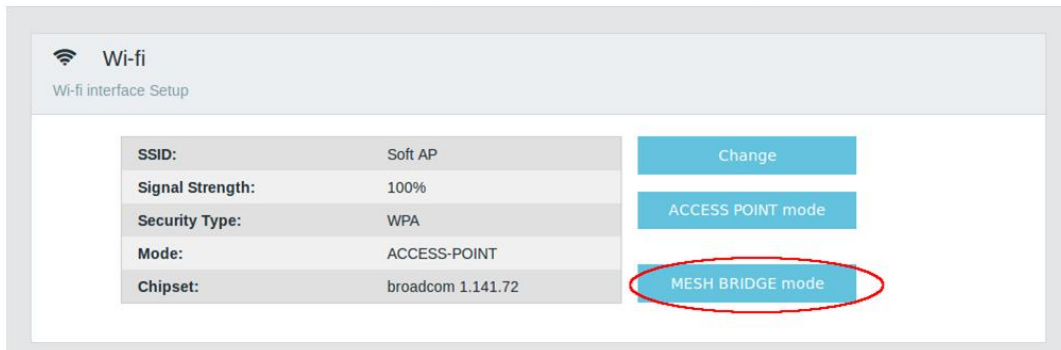


INFO

If we first set the *Mesh* mode, the generated Access-Point would disappear so we could not change the static IP later.

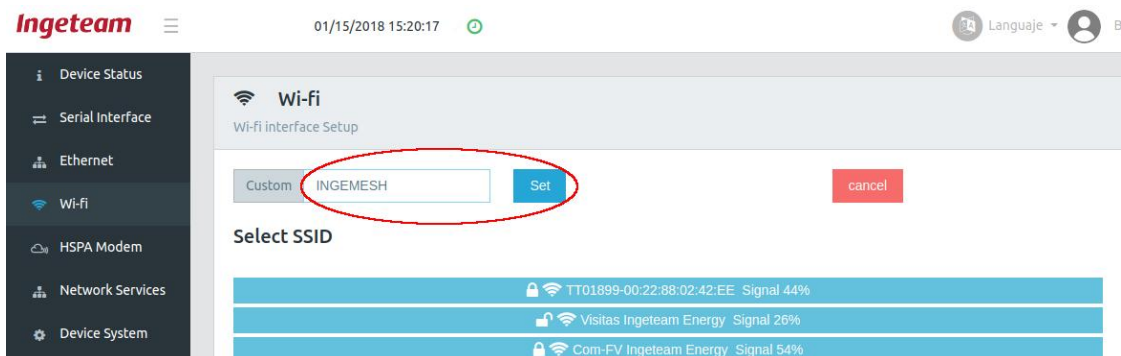
2. *MeshBridge* mode selection.

Once the static IP is configured, we will enter the *MeshBridge* configuration mode by clicking on the *MESH BRIDGE mode* button.



3. SSID Configuration

After choosing the *MeshBridge* mode, the following screen allows you to configure the SSID to be used. If the *Wi-Fi Mesh* network is not visible to the device, we must enter the SSID in the Custom field. If it is already visible, it is possible to select the SSID in the displayed list.



CAUTION

In case you want to restore the default configuration you must use a very thin screwdriver to press the button that is accessible through the small hole next to the blue LED.

It must be pressed for 10 seconds. Then the blue LED of the *MeshBridge* device will flash to confirm that the default configuration has been restored.

4.4 Inverters (*MeshPoint*) configuration

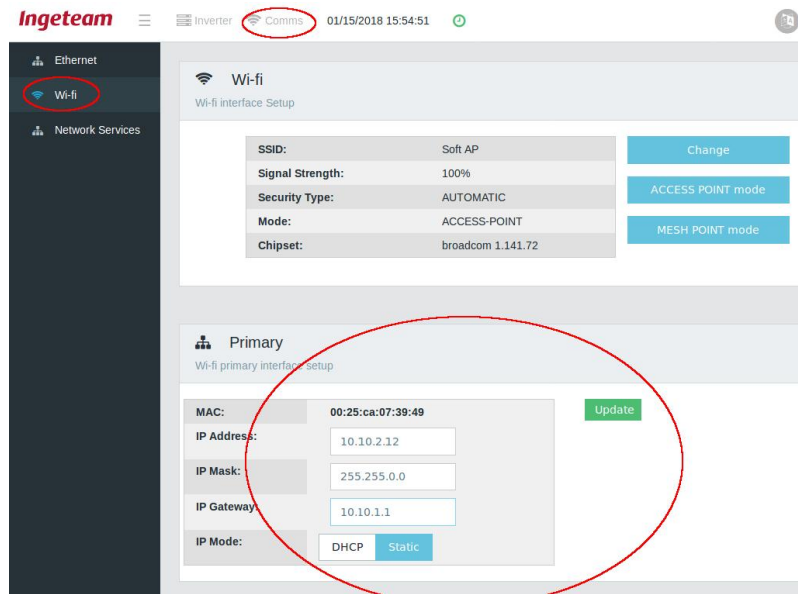
To configure each inverter (*MeshPoint*) the first step is to connect to the Wi-Fi Access Point with SSID *Ingeteam_OCMxxxxxxAxx_MMMMM* generated by default by the *MeshPoint*. Once your device is connected then write in the browser <http://169.254.1.1/>. The inverter (*MeshPoint*) web page will be displayed and then navigate to the *Comms* up menu and select the Wi-Fi tab.

CAUTION

It is recommended to do the configuration process with the inverter (*MeshPoint*) installed in its final location in order to ensure that the *Wi-Fi Mesh* network coverage is correct.

The configuration is done in several steps. The steps to follow are:

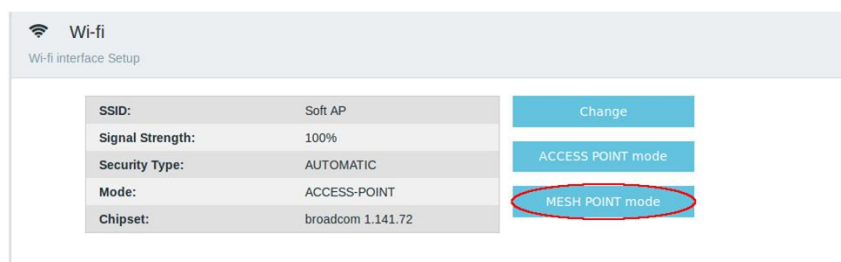
1. Configuration of the static IPv4 address.
The first step is setting up the static IP address of the *MeshPoint*.



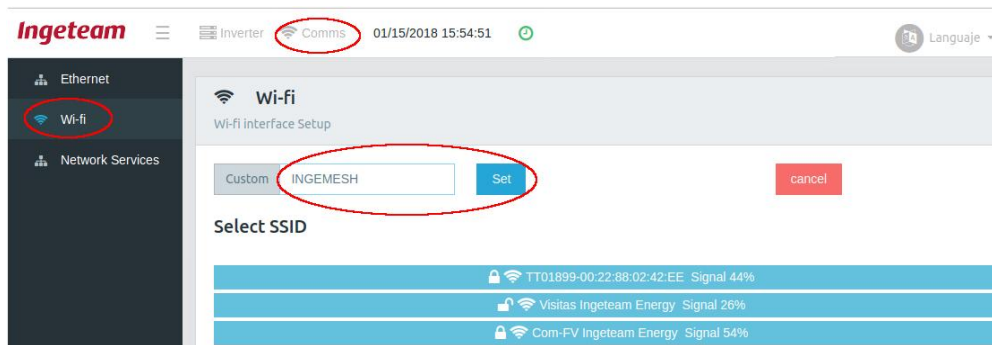
INFO

If we first set the *Mesh* mode, the generated Access-Point would disappear so we could not change the static IP later.

2. *MeshPoint* mode selection.
Once the static IP is configured, we will enter the *MeshPoint* configuration mode by clicking on the *MESH POINT mode* button.



3. SSID Configuration
After choosing the *MeshPoint* mode, the following screen allows you to configure the SSID to be used. If the *Wi-Fi Mesh* network is not visible to the device, we must enter the SSID in the Custom field. If it is already visible, it is possible to select the SSID in the displayed list.



CAUTION

In case you want to restore the default configuration, just press for 10 seconds the button that is just below the blue LED of the cover.

Then the blue LED of the *MeshPoint* device will flash to confirm that the default configuration has been restored.

4.5 Connectivity check

After installing the *MeshBridges* or new inverters (*MeshPoints*) in the *Wi-Fi Mesh* network it is recommended to perform a connectivity test. For this, from a PC located in the IPv4 network of the plant, the following tests must be carried out:

1. Using the console, ping the IPv4 address assigned to the *MeshBridge* or *MeshPoint*. The delay should not be greater than 500ms and the percentage of packet loss should be less than 1%.
2. Open a browser and write the IPv4 address assigned to the *MeshBridge* or *MeshPoint*. The web page of the device should be displayed without problems.

5 Antenna installation

5.1 Height and security

⚠ CAUTION

The installation of the antennas must be carried out by qualified personnel.

⚠ CAUTION

The antenna must be firmly attached to the bracket and the bracket to the photovoltaic panel. The clamping system must withstand adverse weather such as wind, rain, etc.

⚠ CAUTION

Ingeteam states that the antenna must protrude at least 1 m / 3.3 ft beyond the panel to ensure correct operation.

⚠ CAUTION

In addition, Ingeteam recommends putting lightning protection distributed throughout the plant.

5.2 Homologated Antenna

Ingeteam has homologated the Wi-Fi SLPT2400 / 5900DMNW antenna with the RF240-NM-RS-5M cable with satisfactory results for its use in the *Wi-Fi Mesh* network. In order to surpass the height of the photovoltaic panels, the length of the Wi-Fi cable used was 5 m / 16.4 ft.

Antenna SLPT2400/5900DMNW

Manufacturer: Pulse

<http://pulseelectronics.com/docs/library/LS108C.pdf>

Distributor: Arrow

Antenna Reference: SLPT2400/5900DMNW

Characteristics:

- IP67 Certified
- Gain: 2 dB

Anchor Bracket Reference: FB2BRACKET BLACK Q CONE MOUNTING BRACKET AND HARDWARE FOR FB2 SERIES

5 meters wire reference: RF240-NM-RS-5M 5M RF240 with N-Male /RP-SMA Plug



5.3 Other antennas

Ingeteam has tested two other Wi-Fi antennas with satisfactory results for their use in the *Wi-Fi Mesh* network. In addition, in order to surpass the height of the photovoltaic panels, the length of the Wi-Fi cable used was 5 m / 16.4 ft. This cable must have a maximum attenuation of 3 dB, that is 0.6 dB/meter or 0.183 dB/ft, which establishes a minimum category LMR-195.



These antennas are not IP67 certified.

Antenna WCO-2400-WMB

Manufacturer: EAD

<http://www.ead-ltd.com/antennas/outdoor-antennas/wco-2400-wmb-2400-mhz-wall-mount-omni-antenna>

Distributor: Matrix

Reference: WCO-2400-WMB-5M195-RS

Characteristics:

- Gain: 2 dB
- Waterproof, Not IP67 certified.
- Anchor and 5 meter cable support included.



Antenna STUB OPN230 2.4GHZ

Manufacturer: 2J

<http://www.2j-antennae.com/products/antennas/2j230gp/64>

Distributor: Matrix

Reference: 118016086 MTX A STUB WallMount OPN230 2.4GHZ SMA M RP LMR195 5m

Characteristics:

- Gain: 5 dB
- Not IP67 certified
- Anchor and 5 meter cable support included.



Contenidos

1	Información sobre este manual	18
1.4	Campo de aplicación y nomenclatura	18
1.5	Destinatarios	18
1.6	Simbología.....	18
2	Descripción de la comunicación.....	19
2.1	Visión general.....	19
2.2	Topología de Red.....	20
2.3	Distancias soportadas y coberturas	20
2.4	Velocidad de transmisión y latencia	21
3	Ejemplos de planta	23
3.1	Inversores en pasillo: con visibilidad directa	23
3.2	Inversores en medio de estructura: sin visibilidad directa	24
4	Configuración	25
4.1	Asignación de un SSID para la red <i>Wi-Fi Mesh</i>	25
4.2	Reserva de direcciones IP.....	25
4.3	Configuración de los dispositivos <i>MeshBridge</i>	26
4.4	Configuración de los inversores (<i>MeshPoint</i>)	27
4.5	Comprobación de conectividad	29
5	Instalación de antena.....	30
5.1	Altura y seguridad	30
5.2	Antena homologada.....	30
5.3	Otras antenas	30

1 Información sobre este manual

El propósito de este manual es describir la arquitectura, configuración, diseño y puesta en marcha de la red inalámbrica mallada *Mesh network* desarrollada por Ingeteam.



Para descargar la última versión de este manual consultar la web www.ingeteam.com.

1.4 Campo de aplicación y nomenclatura

En este documento se referirá de manera genérica a los equipos de generación con el término de *inversor* y a la instalación como *sistema* o *planta*.

1.5 Destinatarios

La conexión de la instalación está orientada a personal cualificado. La condición de personal cualificado a la que se refiere este manual, será como mínimo aquella que satisfaga todas las normas, reglamentos y leyes en materia de seguridad aplicables a los trabajos de instalación y operación de todos los elementos de la instalación.

La responsabilidad de designar al personal cualificado siempre recaerá sobre la empresa a la que pertenezca este personal, debiendo decidir qué trabajador es apto o no para realizar uno u otro trabajo para preservar su seguridad a la vez que se cumple la legislación de seguridad en el trabajo.

Dichas empresas son responsables de proporcionar una adecuada formación en equipos eléctricos a su personal, y a familiarizarlo con el contenido de este manual.

La configuración final del sistema está orientada al usuario final.

1.6 Simbología

A lo largo de este manual se utilizarán diferentes símbolos con el fin de remarcar y resaltar ciertos textos. A continuación se explican los significados generales de estos.



Indica riesgos para la integridad del personal o del equipo.



Indicación de carácter importante.



Información adicional o referencias a otras partes del documento o a otros documentos.

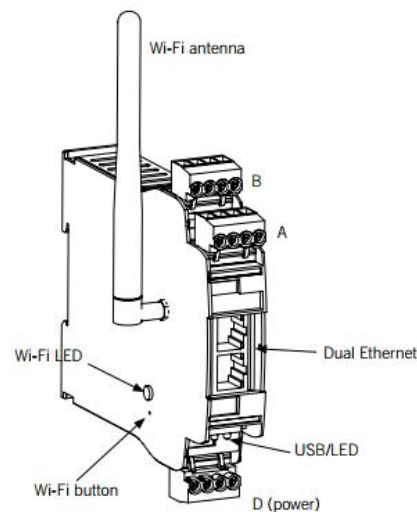
2 Descripción de la comunicación

2.1 Visión general

La red inalámbrica mallada *Wi-Fi Mesh* es una red de comunicaciones consistente en varios nodos de radio organizados en forma de malla capaces de comunicarse entre sí vía Wi-Fi a 2.4GHz.

La red *Wi-Fi Mesh* está formada por dos tipos de dispositivos o nodos de radio:

- **MeshBridge:** Este dispositivo enruta el tráfico desde la red mallada hacia y desde el exterior. Para ello, además de un interfaz Wi-Fi, cuenta con un switch Fast Ethernet a 100Mbps que debe estar conectado a la infraestructura de cableado de la red de comunicaciones de la planta.



- **MeshPoints:** Forman la red mallada. Son capaces de comunicarse entre sí y enrutar el tráfico de la mejor manera posible. En la red mallada de Ingeteam cada inversor es un *MeshPoint*.

La red mallada *Wi-Fi Mesh* es fiable y ofrece redundancia. Cuando un nodo no está en funcionamiento el resto de los nodos pueden comunicarse entre sí, ya que el tráfico es enrutado por el resto de los nodos de la manera más eficaz posible; bien directamente si hay visibilidad directa de radio entre los nodos origen y destino, o bien utilizando otros nodos como saltos intermedios.

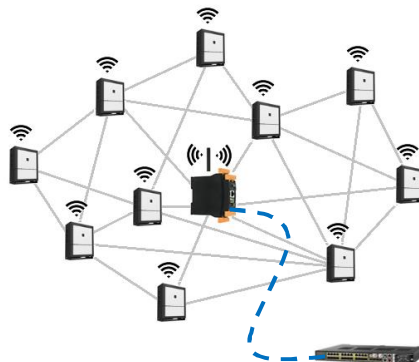
Desde un punto de vista conceptual, y de cara a la configuración de red de la planta, la red *Wi-Fi Mesh* equivale a tener todos los nodos conectados a un mismo *switch*, lo cual la hace transparente a los protocolos de nivel superior como TCP/IP.

INFO

Todo elemento de la red *Wi-Fi Mesh*, ya sea un *MeshBridge* o un *MeshPoint*, deberá tener asociado un dirección IP estática dentro de la misma red.

2.2 Topología de Red

La red *Wi-Fi Mesh* tiene una topología basada en *Celdas Mesh* con un dispositivo central *MeshBridge* que da cobertura Wi-Fi a 2.4GHz hasta un total de 100 inversores interconectados en la red *Wi-Fi Mesh*. El *MeshBridge* está conectado a la red de comunicaciones de la planta mediante FastEthernet.



Esquema con planta típica Ingeteam

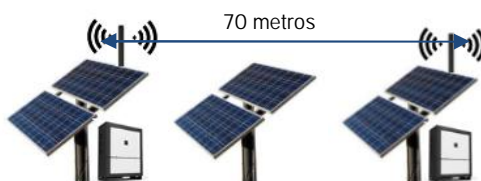
En el caso de querer comunicar más de 100 inversores en nuestra planta, deberemos repetir la topología de *Celda Mesh* anterior tantas veces como sea necesario, utilizando tantos puntos centrales *MeshBridge* como sean necesarios.

INFO

El algoritmo de la red *Wi-Fi Mesh* se encargará de dirigir el tráfico por la mejor ruta. Esto es, empleando el dispositivo *MeshBridge* más cercano.

2.3 Distancias soportadas y coberturas

La distancia máxima soportada por el enlace Wi-Fi en visibilidad directa para un único salto es de 70 metros. Con esta distancia el nivel de señal Wi-Fi obtenido está cercano a los -75 dBm, necesario para garantizar un correcto funcionamiento de las comunicaciones.



INFO

Ingeteam establece que es necesario diseñar la red *Wi-Fi Mesh* para garantizar que la pérdida de un inversor no afecte al resto. Para ello cada inversor deberá tener al menos otros dos en su radio de cobertura, esto es, 70 metros.

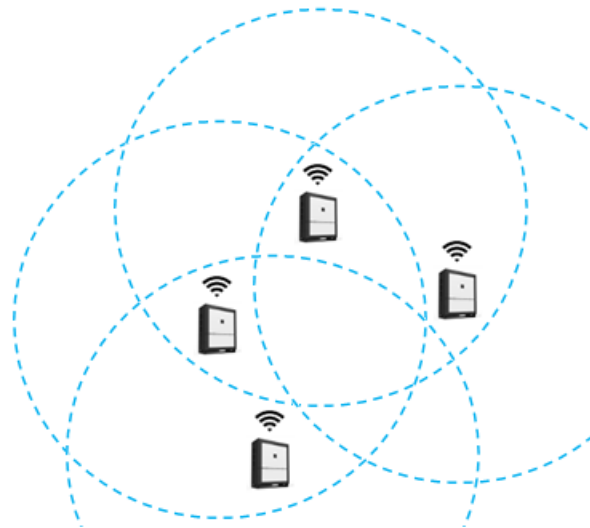
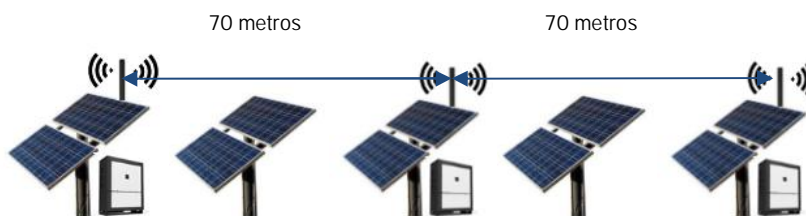
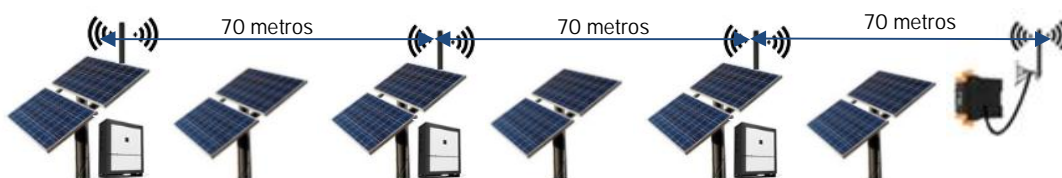


Gráfico de coberturas

Al ser una red mallada, cada salto adicional entre nodos incrementa la distancia efectiva en otros 70 metros.



Ingeteam establece que no se puede dimensionar una red *Wi-Fi Mesh* con más de tres saltos. Así, la distancia máxima permitida en una *Celda Mesh* entre un inversor y el *MeshBridge* más lejano es de 210 metros (3x70 metros).



INFO

Leer el apartado "*Instalación de antena*" para una correcta instalación de las antenas.

ATENCIÓN

Es necesario que las antenas Wi-Fi tengan visibilidad directa entre sí.
El situar un panel fotovoltaico entre su línea de visión hace que la señal caiga 20dBm, disminuyendo la distancia efectiva a menos de 35 metros.

2.4 Velocidad de transmisión y latencia

Para un nivel de señal de -75 dBm la velocidad de transmisión física conseguida es de 12 Mbps. Dicho ancho de banda debe ser compartido entre todos los *nodos Wi-Fi Mesh* pertenecientes a la

misma red *Wi-Fi Mesh* que estén dentro de la misma *Celda Mesh*. Al tratarse de una red Wi-Fi cuando un nodo está transmitiendo ningún otro nodo que esté en su radio de alcance puede transmitir.

La latencia efectiva que afecta al control de planta depende del número de saltos que es necesario realizar para tener comunicación entre el inversor y el nodo *MeshBridge* más cercano.

Aquí presentamos gráficos de latencias para 0 (inversor en la propia tarjeta) y 1 saltos.



El número de saltos incrementa tanto la media como la dispersión en los valores de latencia.

⚠ ATENCIÓN

Ingeteam establece que no se puede dimensionar la red *Wi-Fi Mesh* para más de 3 saltos.

3 Ejemplos de planta

3.1 Inversores en pasillo: con visibilidad directa

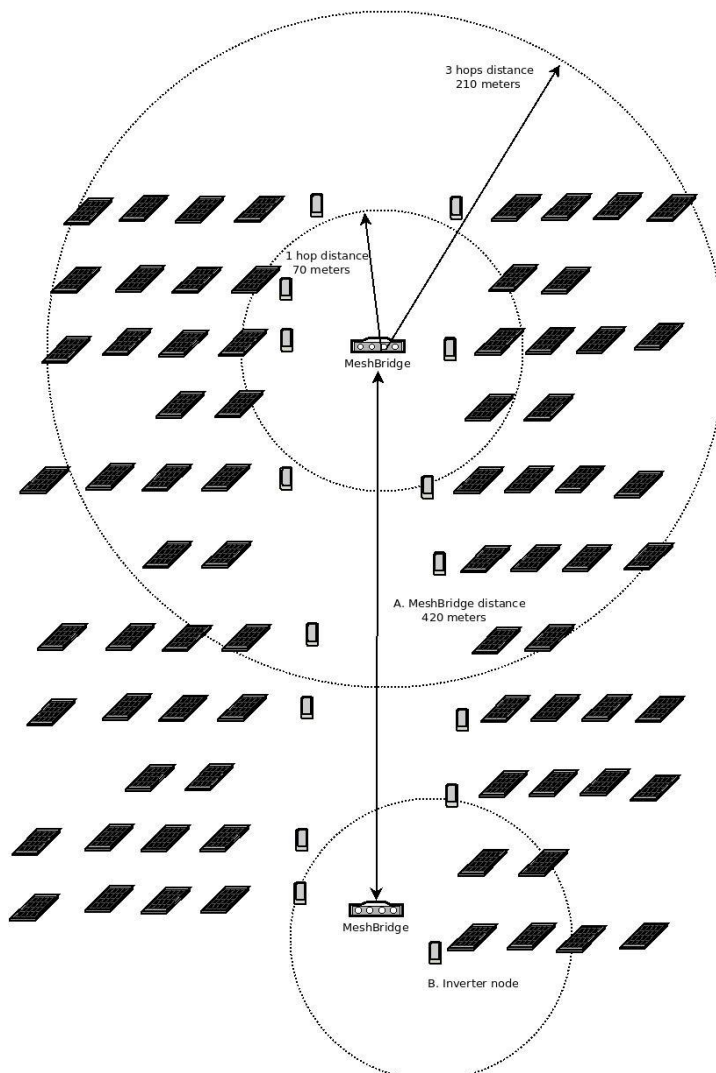
En este tipo de planta los inversores se encuentran situados en un pasillo central con visibilidad directa. Puede ser necesario utilizar un soporte que sobresalga por encima del panel para fijar la antena Wi-Fi.



Ingeteam establece que la antena debe sobresalir como mínimo 1 metro por encima del panel para garantizar un correcto funcionamiento.

Para mantener el criterio de que un inversor debe estar en el rango de al menos otros dos se deberán espaciar los inversores un máximo de 70 metros en el caso de que existan inversores a ambos lados del pasillo o un máximo de 35 metros si únicamente existen inversores en un lado del pasillo.

Como el número de saltos máximo permitido es de 3 y el radio de alcance de un dispositivo *MeshBridge* es de 210 metros, situando el *MeshBridge* en el centro conseguimos un barrido de 420 metros en una *Celda Mesh*.



Esquema planta pasillo con inversores a ambos lados

3.2 Inversores en medio de estructura: sin visibilidad directa

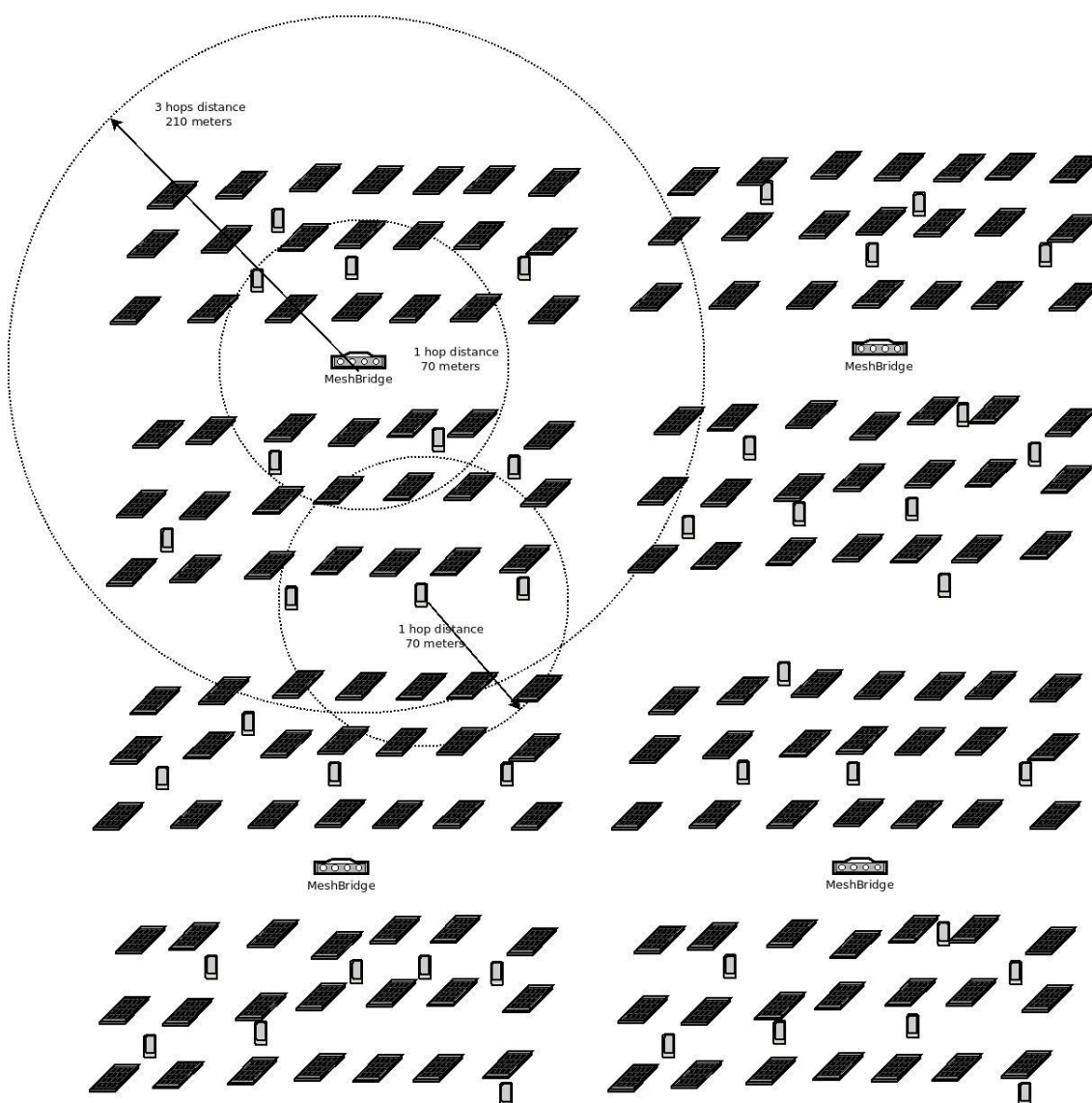
En este tipo de planta los inversores se encuentran instalados entre los paneles solares no teniendo visibilidad directa. En este tipo de plantas es imprescindible utilizar un soporte que sobresalga por encima del panel para fijar la antena Wi-Fi, para conseguir visibilidad directa entre nodos.

ATENCIÓN

Ingeteam establece que la antena debe sobresalir como mínimo 1 metro por encima del panel para garantizar un correcto funcionamiento.

En plantas con esta topología hay que tener en cuenta:

- La cobertura máxima que proporciona un *MeshBridge* tiene un radio de 210 metros.
- La distancia máxima entre un inversor y otro debe de ser de 35 metros. De este modo garantizamos que cada inversor comunique directamente al menos con otros dos, por lo que la red seguirá funcionando aún en el caso de que se estropee un inversor.



Esquema con inversores sin visibilidad directa

4 Configuración

En este apartado se describen los pasos necesarios para la configuración de los dispositivos *Mesh* en la red Wi-Fi a 2.4GHz *Mesh network*.

INFO

Para obtener más información acerca de los accesorios Wi-Fi consultar el manual de *Accesorios para comunicación Local y Remota* disponible en la web de Ingeteam.

ATENCIÓN

La red *Wi-Fi Mesh* trabaja a nivel 2 de enlace del protocolo IP, por lo que es completamente transparente para el protocolo de rutado utilizado, típicamente IPv4. El sistema *Wi-Fi Mesh* es equivalente a un **gran switch** donde estuvieran conectados todos los dispositivos pertenecientes a la red Wi-Fi Mesh.

4.1 Asignación de un SSID para la red *Wi-Fi Mesh*

Se debe escoger un identificador para la red Wi-Fi Mesh denominado *SSID* equivalente al SSID utilizado en redes Wi-Fi estándar.

Dicho SSID será el mismo para todos los dispositivos tanto *MeshBridge* como inversores (*MeshPoints*) que formen parte de la misma red Wi-Fi Mesh. Como sugerencia se puede utilizar el SSID "INGEMESH" o el propio nombre de la planta.

ATENCIÓN

En caso de plantas con un elevado número de inversores (más de 200) Ingeteam establece que se debe dividir lógicamente la planta en varias redes Mesh independientes. Cada una de ellas tendrá un SSID diferente, de tal forma que cada red Wi-Fi Mesh gestione un máximo de 200 inversores.

4.2 Reserva de direcciones IP

ATENCIÓN

En la red *Wi-Fi Mesh* cada nodo se identifica con una dirección IP única. Así, antes de realizar la configuración de los dispositivos, es necesario haber realizado esquema con la arquitectura de red donde queden reflejados la *Dirección IP*, *Máscara de Red* y *Puerta de Enlace* para cada uno de los nodos de nuestra red.

Se debe trabajar con direccionamiento IPv4 estático siendo la primera tarea reservar una dirección IP estática para cada *MeshBridge* y otra para cada inversor (*MeshPoints*).

INFO

Aunque todos los *MeshBridge* y todos los inversores (*MeshPoints*) pertenezcan a una misma red IPv4 se recomienda asignar las direcciones de tal forma que se pueda relacionar fácilmente cada inversor (*MeshPoint*) con el *MeshBridge* más cercano.

Vamos a suponer un ejemplo con dos *MeshBridge* y diez inversores (*MeshPoints*), cinco en el radio de acción de cada *MeshBridge*. La red local IPv4 de la planta es la *10.10.x.x* y el *Router* que proporciona salida a internet para toda la planta tiene la IP *10.10.1.1*.

La asignación de direcciones IP podría ser:

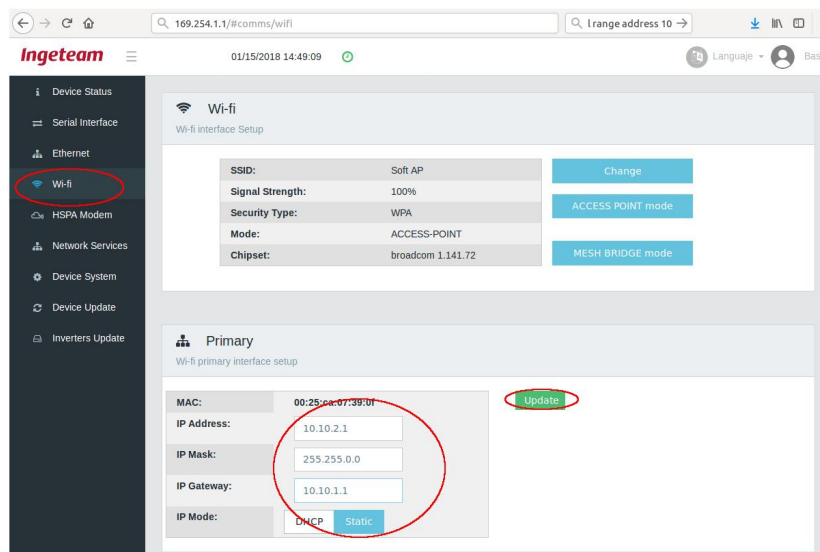
Dispositivo	Dirección IP	Mascara	Puerta Enlace	SSID
<i>MeshBridge 1</i>	<i>10.10.2.1</i>	<i>255.255.0.0</i>	<i>10.10.1.1</i>	<i>INGEMESH</i>
<i>Inversor 1.1</i>	<i>10.10.2.11</i>	<i>255.255.0.0</i>	<i>10.10.1.1</i>	<i>INGEMESH</i>
<i>Inversor 1.2</i>	<i>10.10.2.12</i>	<i>255.255.0.0</i>	<i>10.10.1.1</i>	<i>INGEMESH</i>
<i>Inversor 1.3</i>	<i>10.10.2.13</i>	<i>255.255.0.0</i>	<i>10.10.1.1</i>	<i>INGEMESH</i>
<i>Inversor 1.4</i>	<i>10.10.2.14</i>	<i>255.255.0.0</i>	<i>10.10.1.1</i>	<i>INGEMESH</i>
<i>Inversor 1.5</i>	<i>10.10.2.15</i>	<i>255.255.0.0</i>	<i>10.10.1.1</i>	<i>INGEMESH</i>
<i>MeshBridge 2</i>	<i>10.10.3.1</i>	<i>255.255.0.0</i>	<i>10.10.1.1</i>	<i>INGEMESH</i>
<i>Inversor 2.1</i>	<i>10.10.3.11</i>	<i>255.255.0.0</i>	<i>10.10.1.1</i>	<i>INGEMESH</i>
<i>Inversor 2.2</i>	<i>10.10.3.12</i>	<i>255.255.0.0</i>	<i>10.10.1.1</i>	<i>INGEMESH</i>
<i>Inversor 2.3</i>	<i>10.10.3.13</i>	<i>255.255.0.0</i>	<i>10.10.1.1</i>	<i>INGEMESH</i>
<i>Inversor 2.4</i>	<i>10.10.3.14</i>	<i>255.255.0.0</i>	<i>10.10.1.1</i>	<i>INGEMESH</i>
<i>Inversor 2.5</i>	<i>10.10.3.15</i>	<i>255.255.0.0</i>	<i>10.10.1.1</i>	<i>INGEMESH</i>

4.3 Configuración de los dispositivos *MeshBridge*

Para configurar cada dispositivo *MeshBridge* el primer paso es conectarse al Access-Point Wi-Fi con SSID *Ingeteam_OCMxxxxxAxx_MMMM* generado por este cuando arranca con la configuración por defecto. Una vez conectados en su SSID escribiremos en un navegador la <http://169.254.1.1/>. Se nos abrirá la página Web del *MeshBridge* y navegaremos hasta la pestaña *Wi-Fi*.

La configuración se realiza en varios pasos. Lo pasos a seguir son:

1. Configuración de la dirección IPv4 estática previamente reservada.
El primer paso para configurar un *MeshBridge* consiste en fijar su IP estática.

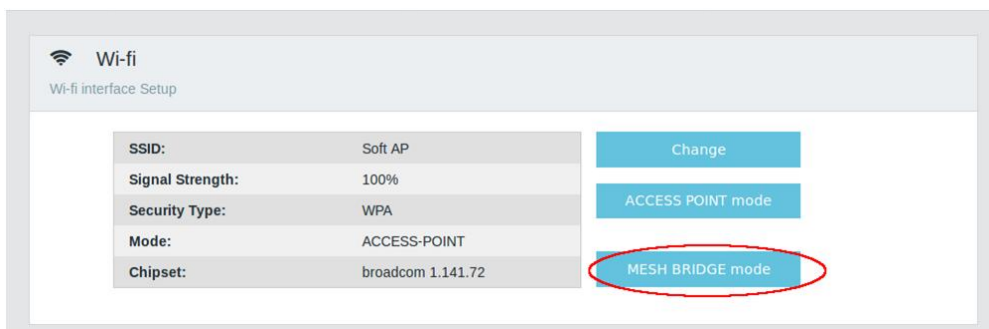


INFO

Si primero fijásemos el modo *MeshBridge*, el Access-Point generado desaparecería por lo que no podríamos cambiar posteriormente la IP estática.

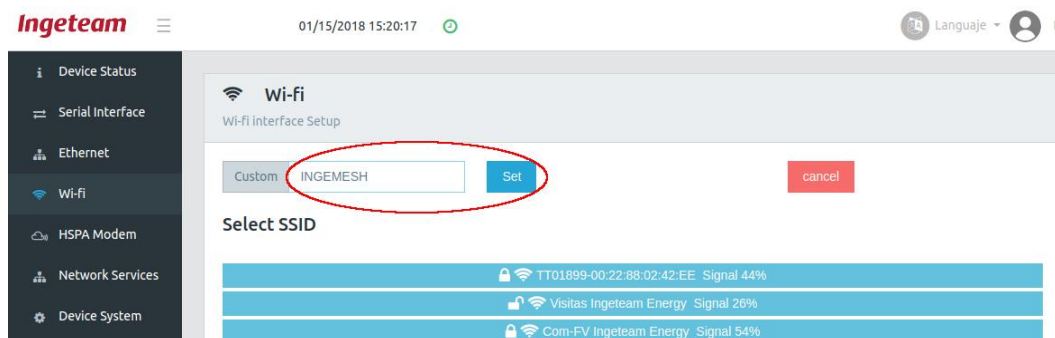
2. Selección del modo *MeshBridge*.

Una vez configurada la IP estática entraremos al modo de configuración *MeshBridge* pulsando sobre el botón *MESH BRIDGE mode*.



3. Configuración del SSID.

Tras elegir el modo *MeshBridge* la siguiente pantalla permite configurar el SSID a utilizar. Si la red *Wi-Fi Mesh* no está visible para el dispositivo deberemos introducir el SSID en el campo *Custom*. Si ya está visible basta con seleccionar el SSID entre los detectados.



ATENCIÓN

En caso querer restituir la configuración por defecto se debe utilizar un destornillador muy fino para pulsar el botón que se encuentra accesible a través del pequeño agujero al lado del LED azul.

Se debe pulsar durante 10 segundos. Después el LED azul del dispositivo *MeshBridge* parpadeará para confirmar que se ha restituido la configuración por defecto.

4.4 Configuración de los inversores (*MeshPoint*)

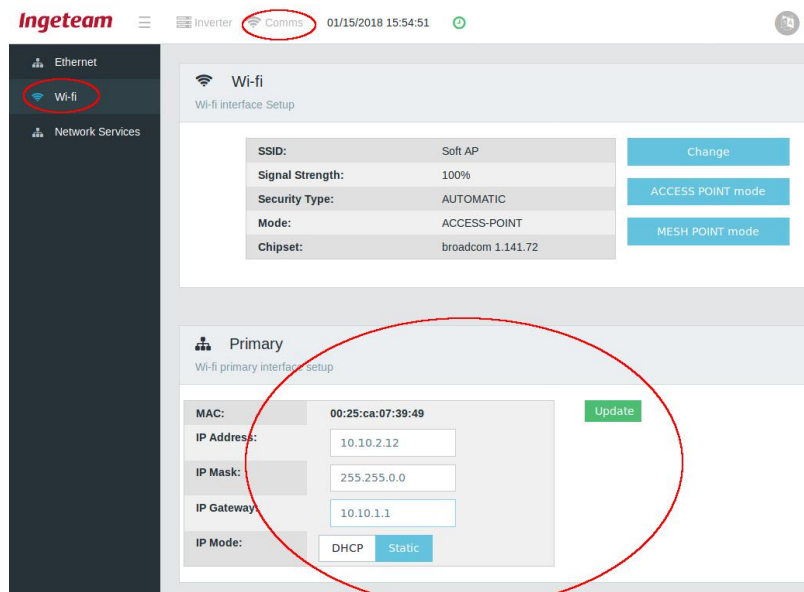
Para configurar cada inversor hay que conectarse al Access-Point Wi-Fi con SSID *Ingeteam_xxMxxxxxxAxx_MMMM* generado por el inversor al arrancar con la configuración por defecto. Una vez conectados en su SSID escribiremos en un navegador la <http://169.254.1.1/>. Se nos abrirá la página Web del inversor y dentro del submenú superior *Comms* navegaremos hasta la pestaña *Wi-Fi*.

⚠ ATENCIÓN

Se recomienda realizar la configuración con el inversor (*MeshPoint*) instalado en su ubicación definitiva para poder asegurar que la cobertura de la red *Wi-Fi Mesh* es adecuada.

La configuración se realiza en varios pasos:

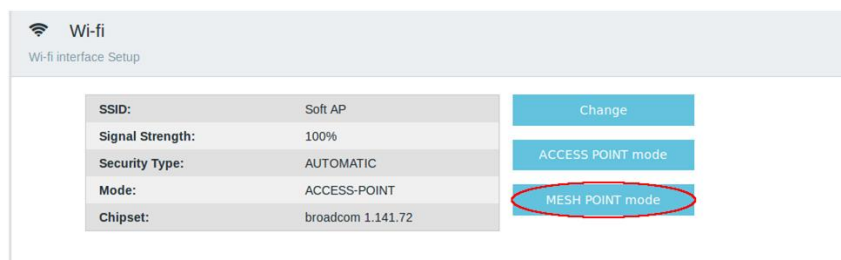
1. Configuración de la dirección IPV4 estática previamente asignada.
El primer paso para configurar un inversor consiste en fijar su IP estática.



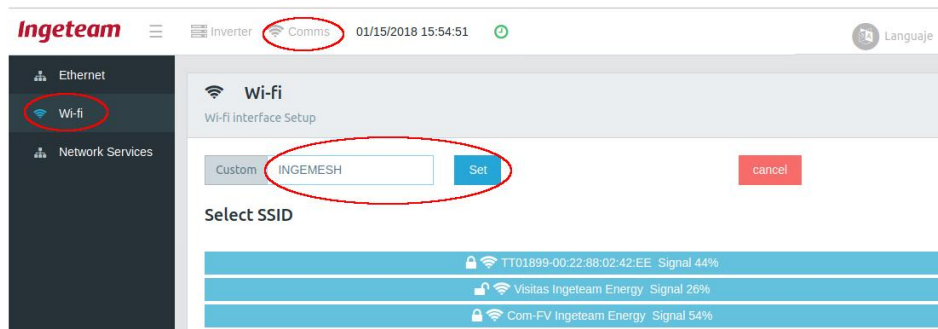
INFO

Si primero fijásemos el modo *MeshPoint*, el Access-Point generado desaparecería por lo que no podríamos cambiar posteriormente la IP estática.

2. Selección del modo *MeshPoint*.
Una vez configurada la IP estática entraremos al modo de configuración *MeshPoint* pulsando sobre el botón *MESH POINT mode*.



3. Configuración del SSID.
Tras elegir el modo *MeshPoint* la siguiente pantalla permite configurar el SSID a utilizar. Si la red *Wi-Fi Mesh* no está visible para el dispositivo deberemos introducir el SSID en el campo *Custom*. Si ya está visible basta con seleccionar el SSID entre los detectados.

**⚠ ATENCIÓN**

En caso querer restituir la configuración por defecto se debe pulsar durante 10 segundos sobre el botón que está justo debajo del LED azul de la carátula.

Después el LED azul del dispositivo *MeshPoint* parpadeará para confirmar que se ha restituido la configuración por defecto.

4.5 Comprobación de conectividad

Tras realizar la instalación de los *MeshBridge* o nuevos inversores (*MeshPoints*) en la red Wi-Fi Mesh se recomienda realizar un test de conectividad. Para ello desde un PC situado en la red IPv4 de la planta se deberán realizar las siguientes pruebas:

3. Mediante una consola realizar un ping a la dirección IPv4 asignada al *MeshBridge* o inversor *MeshPoint*. El retardo no debería ser superior a 500ms y el porcentaje de pérdida de paquetes debería ser menor del 1%.
4. Abrir un navegador e introducir la dirección IPv4 asignada al *MeshBridge* o inversor *MeshPoint*. La página web del dispositivo debe visualizarse sin problemas.

5 Instalación de antena

5.1 Altura y seguridad

ATENCIÓN

La instalación de las antenas deberá ser realizada por personal cualificado.

ATENCIÓN

La antena deberá estar firmemente sujeta al soporte y este al panel fotovoltaico. El sistema de sujeción debe soportar las inclemencias del tiempo como viento, lluvia, etc...

ATENCIÓN

Ingeteam establece que la antena debe sobresalir como mínimo 1 metro por encima del panel para garantizar un correcto funcionamiento.

ATENCIÓN

Además, Ingeteam recomienda poner protecciones contra rayos distribuidas a lo largo de la planta.

5.2 Antena homologada

Ingeteam ha homologado la antena Wi-Fi SLPT2400/5900DMNW con el cable RF240-NM-RS-5M con resultados satisfactorios para su utilización en la red *Wi-Fi Mesh*. Para poder salvar la altura del panel fotovoltaico la longitud del cable Wi-Fi utilizado ha sido de 5 metros.

Antena SLPT2400/5900DMNW

Fabricante: Pulse

<http://pulseelectronics.com/docs/library/LS108C.pdf>

Distribuidor: Arrow

Referencia Antena: SLPT2400/5900DMNW

Características:

- Certificada IP67
- Ganancia: 2 dB

Referencia Soporte de anclaje: FB2BRACKET BLACK Q CONE MOUNTING BRACKET AND HARDWARE FOR FB2 SERIES

Referencia Cable 5 metros: RF240-NM-RS-5M 5M RF240 with N-Male /RP-SMA Plug



5.3 Otras antenas

Ingeteam ha testado otras dos antenas Wi-Fi con resultados satisfactorios para su utilización en la red *Wi-Fi Mesh*. Además, para poder salvar la altura del panel fotovoltaico la longitud del cable Wi-Fi utilizado ha sido de 5 metros. Dicho cable debe presentar un máximo de atenuación de 3 dB, esto es 0.6 dB/metro lo que establece una categoría mínima LMR-195.

⚠ ATENCIÓN

Estas antenas no tienen certificado IP67.

Antena WCO-2400-WMB

Fabricante: EAD

<http://www.ead-ltd.com/antennas/outdoor-antennas/wco-2400-wmb-2400-mhz-wall-mount-omni-antenna>

Distribuidor: Matrix

Referencia: WCO-2400-WMB-5M195-RS

Características principales:

- Ganancia: 2 dB
- Waterproof, No certificada IP67.
- Soporte de anclaje y cable de 5 metros incluido.

**Antena STUB OPN230 2.4GHZ**

Fabricante: 2J

<http://www.2j-antennae.com/products/antennas/2j230gp/64>

Distribuidor: Matrix

Referencia: 118016086 MTX A STUB WallMount OPN230 2.4GHZ SMA M RP LMR195 5m

Características:

- Ganancia: 5 dB
- No certificada IP67.
- Soporte de anclaje y cable de 5 metros incluido.

