

# ESTACIÓN DE SATÉLITES CON ANTENAS QFH

ALEJANDRO FERNÁNDEZ – EA4BFK

# Agenda

- Origen del Proyecto
- Elementos de la Estación
  - Esquema General
  - Antenas
  - Receptor
  - Software
- Antenas QFH
  - Historia y Características
  - Detalles de Construcción
  - Simulación
- Resultados
- Conclusiones - Próximos pasos
- Agradecimientos y Referencias


# Origen del Proyecto

**DK3WN SatBlog**  
it's all about satellite

Search...

HOME DATABASE DECRY EDITORS ENCOUNTERS IARU STATUS TLE TRANSponder SOFTWARE

**Status**



Status of active Satellites on Amateur Radio Frequencies  
last update: Sep 05, 2018

[www.dk3wn.info](http://www.dk3wn.info)

Status of active Satellites on Amateur Radio Frequencies										
last update: Sep 05, 2018										
Satellite	Status	NORAD	Uplink	Downlink	Beacon	Mode	CallSign	Reports	Info	Telemetry Decoder
SiriusSat-1	ACTIVE	43595			435.570	4k8 FSK AX.25	RS135	latest report	details	NO
SiriusSat-2	ACTIVE	43596			435.670	4k8 FSK AX.25	RS145	latest report	details	NO
Tamasha-3	ACTIVE	43597			437.050	voice 1k2 AFSK AX.25	RS85	latest report	details	NO
Tamasha-4	INACTIVE	43598			437.050	voice 1k2 AFSK AX.25	RS95	latest report	details	NO
BERO-BY (NUSUB-1)	ACTIVE	43591			437.375	CW	JG8YKL	latest report	details	YES
BERO-PH (MAYA-1)	ACTIVE	43590			437.375	CW	JG8YKN	latest report	details	YES
BERO-WY (VITHUB-1)	ACTIVE	43589			437.375	CW	JG8YKN	latest report	details	YES
EnduroSat	INACTIVE	43551			437.050	CW	LZ5AMS	latest report	details	YES
EQUUSat	ACTIVE	53552			435.550	4k8 FSK	W6KZE	latest report	details	YES
MemSat	td	td			437.350	9k6 BPSK	-	latest report	details	YES
RadSat-g	td	td			437.425	-	-	latest report	details	YES
EIP-U2	ACTIVE	37855			437.300	1k2 AFSK (USB)	-	latest report	details	YES
DELWP-A	INACTIVE	43471			435.425 436.425	250/1000 bps QMSK JT4G	-	latest report	details	YES
DELWP-B	SCHEDULE	43472			435.400 436.400	250/1000 bps QMSK JT4G, 550V	-	latest report	details	YES
UBAKUSAT	ACTIVE	43467	145.940 - 145.990	435.300 - 435.350	437.225 437.325	9k6 FSK AX.25	YH1RAS	latest report	details	YES
Izazu	ACTIVE	43468			436.500	9k6 FSK AX.25	TJ2DBA	latest report	details	YES
SKUNS-PF	INACTIVE	43466			437.300	1k2 QMSK	-	latest report	details	YES
FMN-1	ACTIVE	43192	145.945	435.350	435.350	9k6 BPSK	FMN-1	latest report	details	YES
SHUSAT-1B	ACTIVE	42727			435.950	1k2 BPSK	ON03KR	latest report	details	YES
ZHOU ENLAI	ACTIVE	43156			437.640	9k6 BPSK	B04ST	latest report	details	YES*

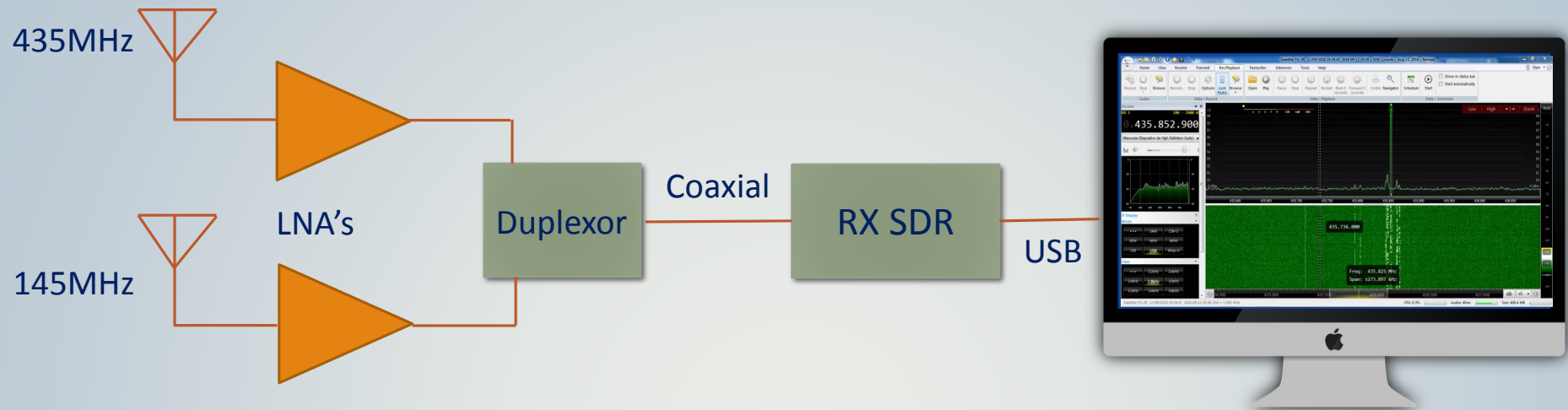
S-NET A S-NET B S-NET C S-NET D	ACTIVE	43186 - 43189	-	-	435.950	1k2 FFSK	DP2TBA DP2TBC DP2TBD DP2TBE	latest report	details	YES	
AuKiang-1	ACTIVE	42725	-	-	436.150	9k6 BPSK	NPUAK1	latest report	details	YES	-
SHAONDAN-KING (Juvéniles 1P)	ACTIVE	43199	-	-	436.375	9k6 BPSK	MSAT-1	latest report	details	YES	-
Tianyi 6 (TY-6)	INACTIVE	43158	-	-	436.100	9k6 FSK	-	latest report	details	YES	-
Tianyi 2 (TY-2)	ACTIVE	43155	-	-	435.350	9k6 FSK	-	latest report	details	YES	
KAZIDUN-1	ACTIVE	43151	-	-	437.000	1k2 BPSK	AKNWN-4	latest report	details	NO	-
INS-1C	ACTIVE	43116	-	-	435.080	1k2 Manchester	INDUSU-3B	latest report	details	NO	-
BESSAT-3	ACTIVE	39135	435.950	435.950	-	4k8 QMSK	DP0BEG	latest report	details	YES	-
PicSat	INACTIVE	43132	-	-	435.525	1k2 BPSK	-	latest report	details	YES	
CAS-2T	ACTIVE	41847	-	-	435.712	CW	-	latest report	details	NO	-
AO-92 (FOX-1B)	ACTIVE	43137	435.350 1247.350	-	145.880	Voice + 1k2 FSK data, FM	-	latest report	details	YES	-
RedFoot (AO-9L, FOX-1B)	ACTIVE	43017	435.250	435.250	145.960	Voice + 1k2 FSK data, FM	-	latest report	details	YES	-
OSIRIS-3U	INACTIVE	43027	-	-	437.505	3B4 QMSK	-	latest report	details	YES	-
TechnoSat	ACTIVE	42829	435.950	435.950	-	FM CW 4k8 QMSK	DP2TBA	latest report	details	YES	
BIRD-B (BRAC Onuchea)	ACTIVE	42823	437.372 437.375	-	437.372	CW 1k2 AFSK/9k6 FSK/digital voice	JG8YK	latest report	details	YES	-
BIRD-3 (Toku)	ACTIVE	42820	437.372 437.375	-	437.372	CW 1k2 AFSK/9k6 FSK/digital voice	JG8YK	latest report	details	YES	
BIRD-N (Masahito, NUSAT-1)	ACTIVE	42822	437.372 437.375	-	437.372	CW 1k2 AFSK/9k6 FSK/digital voice	JG8YK	latest report	details	YES	-
BIRD-N (Edulut-1)	ACTIVE	42824	437.372 437.375	-	437.372	CW 1k2 AFSK/9k6 FSK/digital voice	JG8YK	latest report	details	YES	-
SUCHAI	ACTIVE	42788	437.225	-	437.225	CW 9k6 FSK 2M4	SUCHAI	latest report	details	YES	-
ROBUSTA-1B	ACTIVE	42792	437.325	-	437.325	CW / 1k2 AFSK	-	latest report	details	YES	
SKCube	ACTIVE	42789	437.100	437.100	437.100	CW / 9k6 FSK	QMSAT	latest report	details	YES	-
Max Value Sat	ACTIVE	42778	145.960	-	145.960	CW	IZ3WV	latest report	details	YES	-
NUSAT	ACTIVE	42766	436.000	1k2 FSK	NOUSAT	-	latest report	details	NO	-	-

- > 120 Satélites activos en la actualidad en 145 y 435MHz
  - > 10 Satélites con Transponder de Fonía (SSB, FM)
  - > 100 Satélites transmitiendo Telemetría en distintos modos (CW, 1k2 AFSK, 9k6 FSK, ....) en U y V
- ¿Como capturar Telemetría de forma efectiva y a bajo coste?

# Elementos Estación Fija de Satélites

Super Estación	Estación Simple Recepción Telemetría
Antena Directiva 145MHz y polarización ajustable (RHCP/LHCP)	Antena Omnidireccional 145MHz
Antena Directiva 435MHz y polarización ajustable (RHCP/LHCP)	Antena Omnidireccional 435MHz
Previos Antena 145 y 435MHz bajo NF	Previos Antena 145 y 435MHz bajo NF
Cables de Bajas pérdidas	Cables de Bajas pérdidas
Rotor de Azimut y Elevación	-
Controlador de Rotores	-
Transceiver Analógico / SDR	Receptor SDR
PC (Windows, Linux, MacOS)	PC (Windows, Linux, MacOS) /Rpi 3?
Software de control Doppler y Rotores	Software de control Doppler y <del>Rotores</del>
Software para Decodificar Telemetría	Software para Decodificar Telemetría
€€€€€	€€

# Elementos de la Estación



- Antenas Omnidireccionales 145 y 435 MHz
- Amplificadores de bajo ruido para 145 y 435 MHz
- Duplexor
- Receptor SDR
- PC con Software SDR y control Doppler + Decodificadores de Telemetría



# Elementos de la Estación

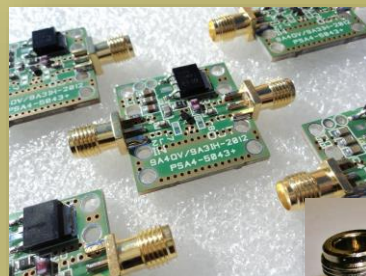
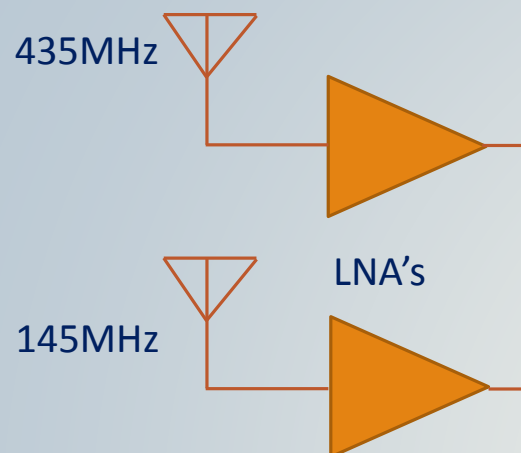


## ■ Antenas

- Dipolos Cruzados
- Eggbeater
- QFH
- Lindelbald
- .....

	Turnstile	Eggbeater	QFH
Gain 90°	2-3dB	5dB	4-5dB
Gain 30°	3dB	3dB	3dB
Gain 10°	1dB	-5dB	2dB
Pol C 90°	RHCP	RHCP	RHCP
Pol C 30°	Horizontal	Hor-RHCP	RHCP
Pol R/L	Si	Si	2 Ant
Dificultad	Baja	Media	Media

# Elementos de la Estación

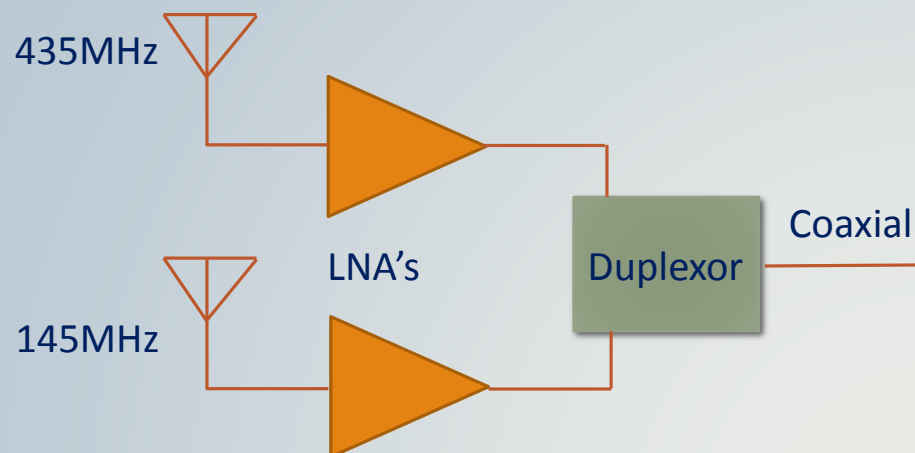


## ■ LNA's Amplificadores Ant

- LNA4all
- DEM (144LNA/435LNA)
- SHF Mini-70 / Mini-2
- SSB SP2000/SP7000
- HA8ET (Extra 70 / 2)
- ....

	LNA4all	DEM	SHF/SSB
NF 145 MHz	< 1dB	<0,5dB	0,6-1dB
Gain 145 MHz	23,5dB	>17dB	10-20dB
NF 435 MHz	< 1dB	<0,5dB	0,7-1dB
Gain 435 MHz	23,5dB	>17dB	10-25dB
RX/TX	RX	RX	RX/TX
Coste	€	€	€€€

# Elementos de la Estación



## ■ Duplexor y Coaxial

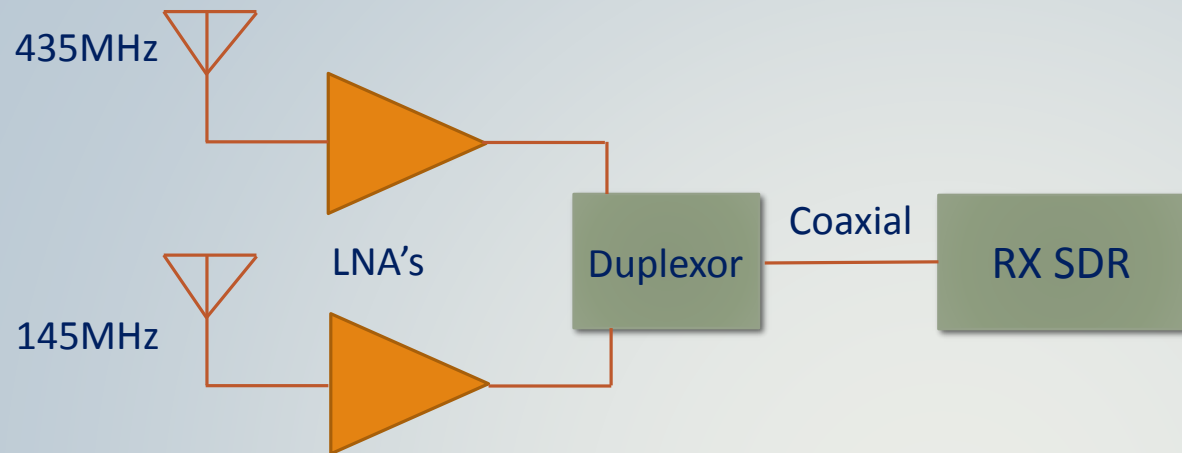
- Maldol / Comet
- Coaxiales
  - M&P Airborne 10
  - Aricom +
  - Westflex (Tenia en stock)
  - ....

Comet	Perdidas Inserción	Aislamiento
145 MHz	0,25dB	>60-65dB
435 MHz	0,25dB	>60-65dB

Pérdidas dB/100m	M&P Ariborne 10	Aircom+	Westflex
145 MHz	4,2	4,5	6,0
435 MHz	7,6	8,2	11,5
Diámetro	10,3mm	10,3mm	10,0mm



# Elementos de la Estación

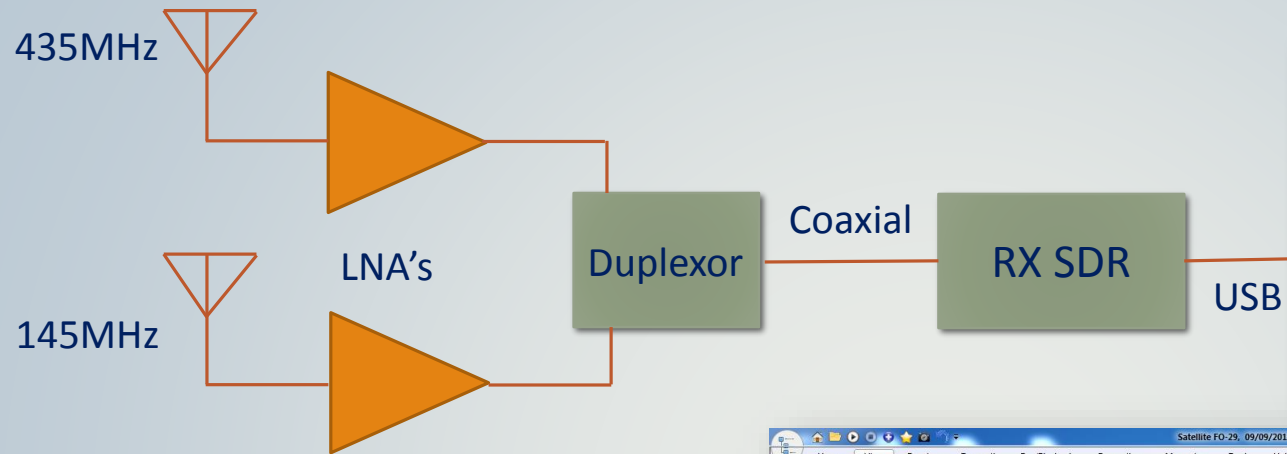


## ■ Receptores SDR

- RTL SDR Dongle
- RSP1A (SDRPlay)
- Funcube Dongle
- .....

Sens / NF	RTL SDR	RSP1A	Funcube
Sens	-134dBm	0,11uV	0,15uV FM
NF 145	6 dB	3,4dB	3,5dB
Sens/NF 435	-135dBm	0,11uV	0,15uV FM
	6 dB	3,7dB	3,5dB
ADC Bits	8	14	16

# Elementos de la Estación



## ■ Software SDR

- SDR#

- SDRUno

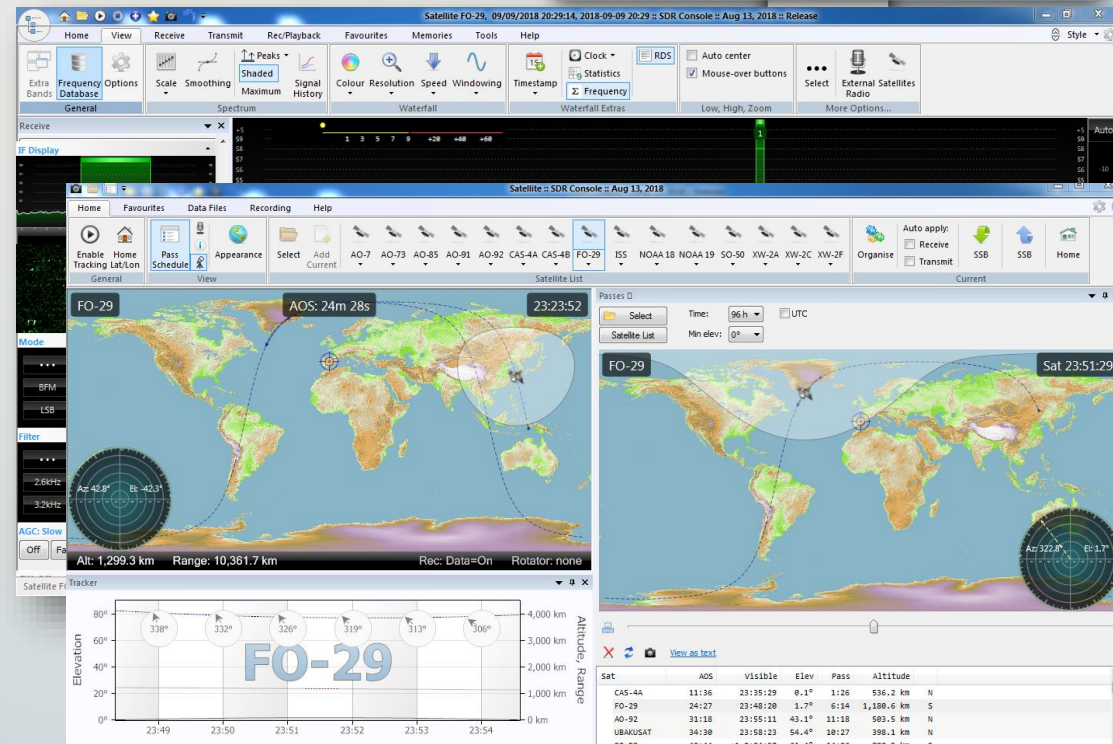
- SDR Console V3

## ■ Software Satélites

- GPredict / Orbitrón

- SatPC32

- SDR Console V3

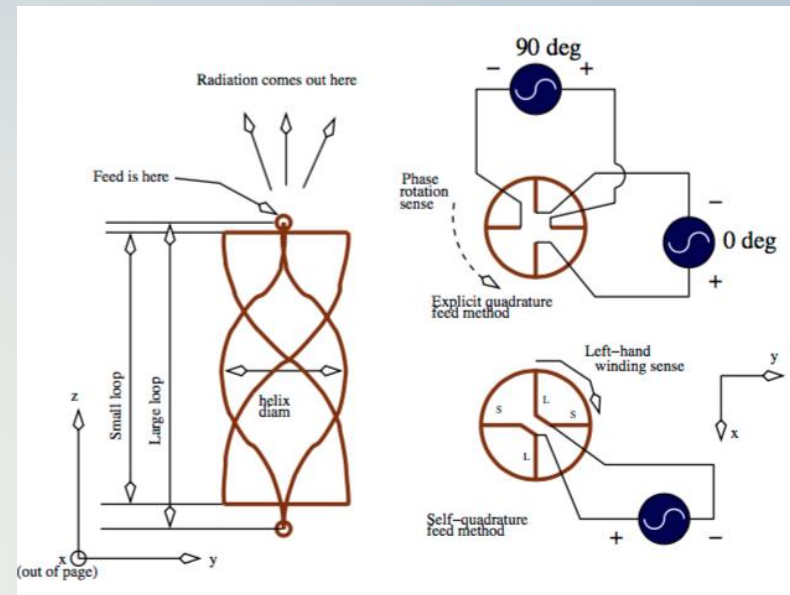


# Antena QFH – Historia y características

- Desarrollada a finales de los 60

*Dr. C. C. Kilgus of the Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University*

- Walter Maxwell (W2DU) de RCA desarrollo modelos de antenas QFH para los Satélites TIROS, NOAA y OSCAR 7 (2,3GHz)
- Teoría de funcionamiento muy descrita y estudiada
- La preferida de los amantes de los Satélites Meteorológicos
- 5 dBi de Ganancia a 90°
- Polarización Circular en todo el lóbulo de radiación desde 0° a 90°
- Diagrama de radiación f (D/H)
- Difícil de Construir ???

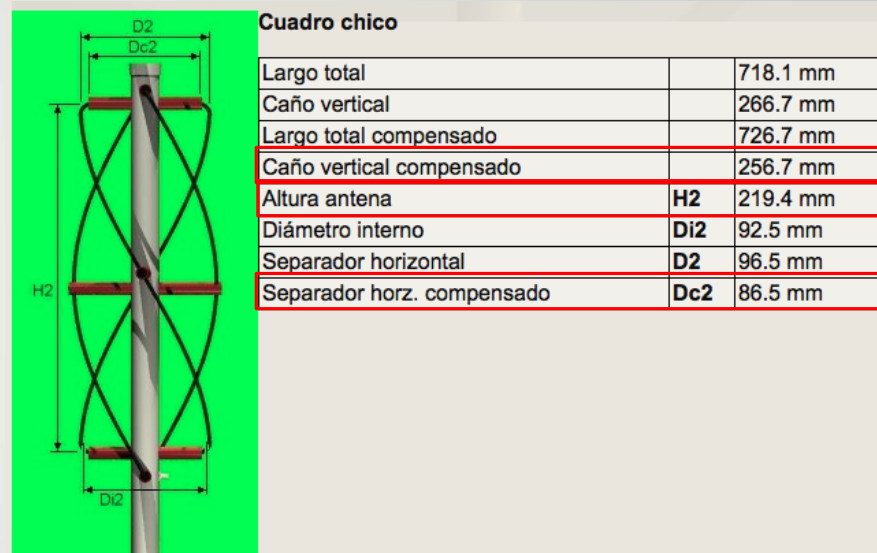


# Antena QFH – Construcción para 435MHz

## ■ Calculador de ON6JC

- Frecuencia= 435 MHz
- Tubo de 6mm
- Varilla de 4mm
- Radio Doblado=5mm
- Ratio D/H = 0,44

Frecuencia de diseño	435 MHz
Cantidad de vueltas	0.5
Largo de una vuelta	1 largos de onda
Radio del doblado	5 mm
Diámetro del conductor	4 mm (valor óptimo: 6.4 mm)
Relación diámetro/altura	0.44
	Calcular

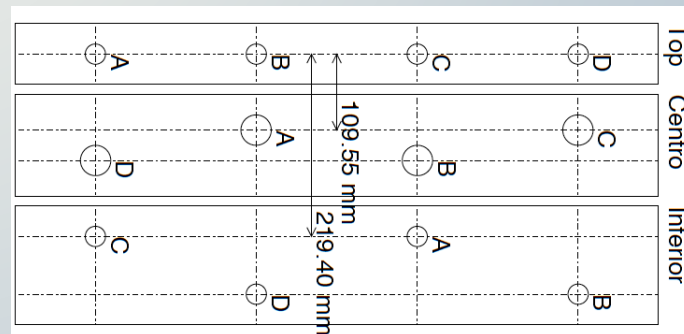


## ■ Plantilla para Taladrar

### Generar una plantilla de perforación

Para generar una plantilla de perforación en formato PDF, ingrese los siguientes datos:

Diámetro caño soporte vertical:	40.5 mm	
Diámetro caños soporte horizontal:	6 mm	
Seleccionar tamaño del papel:	A4 (210x297 mm)	Generar PDF



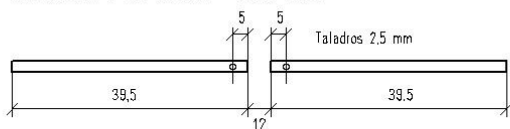


# Antena QFH – Construcción para 435MHz

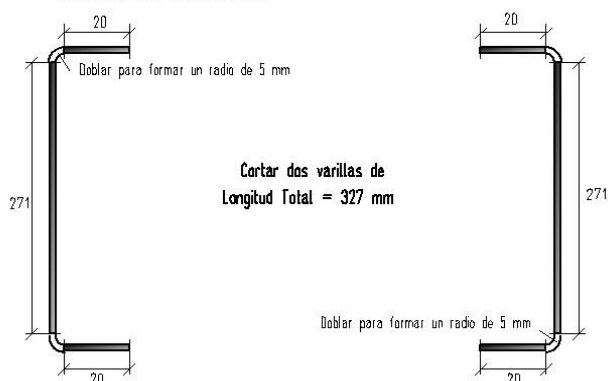
## ANTENA QFH 435 MHz

### LAZO GRANDE // LARGE LOOP

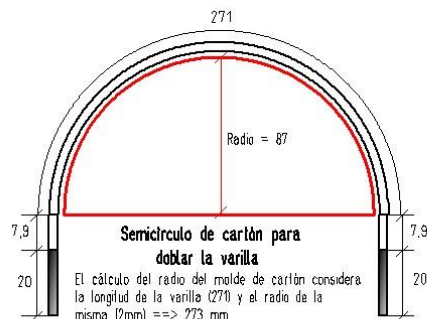
Tubo Aluminio 6 mm diámetro - Grosor 1 mm



Varilla Aluminio 4 mm diámetro



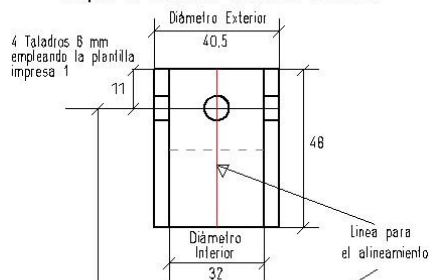
Cortar dos varillas de  
Longitud Total = 327 mm



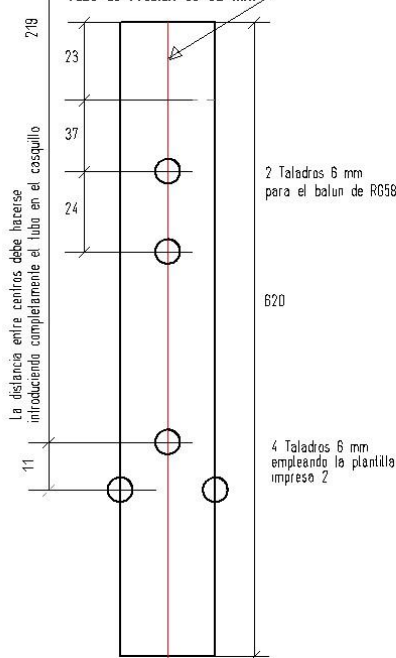
Semicírculo de cartón para  
doblar la varilla  
El cálculo del radio del molde de cartón considera  
la longitud de la varilla (271) y el radio de la  
misma (2mm) ==> 273 mm

### TUBO SOPORTE

Casquillo de unión Tubo de Presión de 32 mm



Tubo de Presión de 32 mm

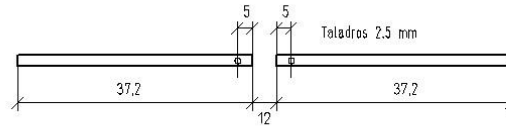


2 Taladros 6 mm  
para el balun de RG58

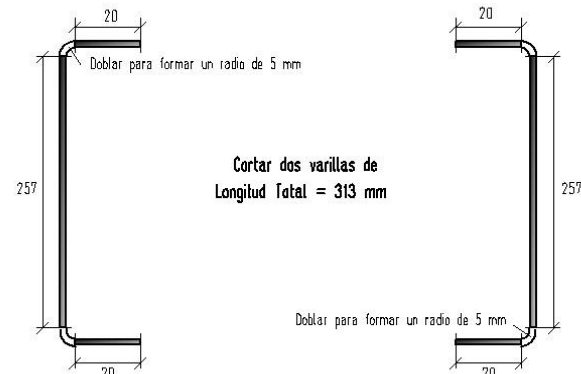
4 Taladros 6 mm  
empleando la plantilla  
impresa 2

### LAZO PEQUEÑO // SMALL LOOP

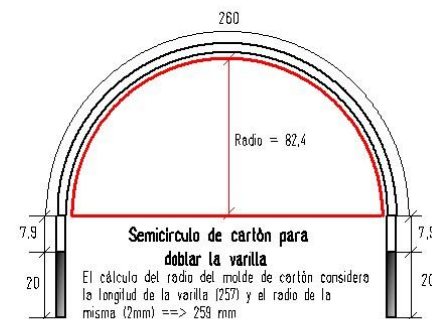
Tubo Aluminio 6 mm diámetro - Grosor 1 mm



Varilla Aluminio 4 mm diámetro



Cortar dos varillas de  
Longitud Total = 313 mm



Semicírculo de cartón para  
doblar la varilla  
El cálculo del radio del molde de cartón considera  
la longitud de la varilla (257) y el radio de la  
misma (2mm) ==> 259 mm

Todas las medidas en mm. No a escala

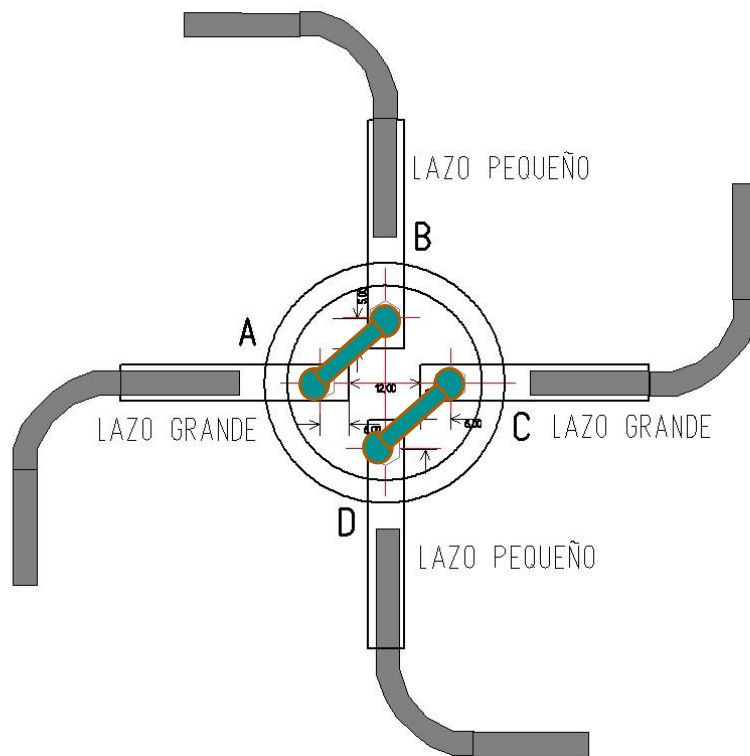
EA4BFK – Alex Fernández

Ags 2018



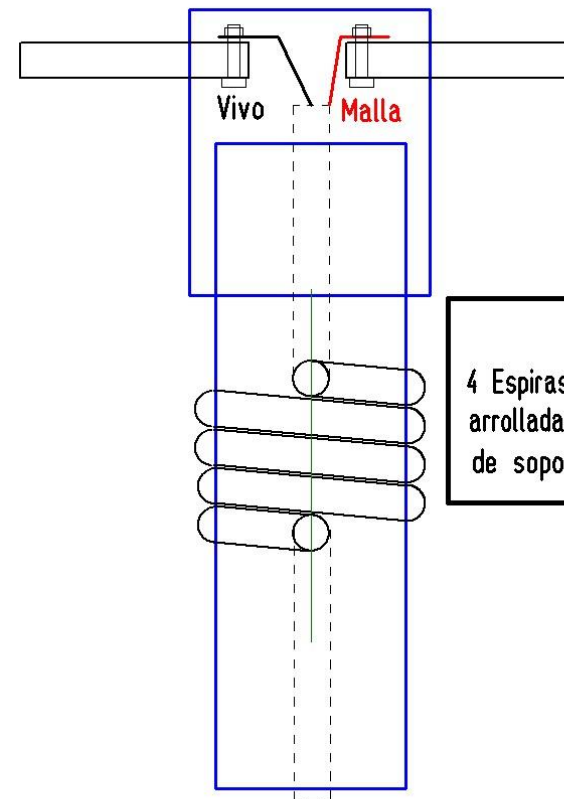
# Antena QFH – Construcción para 435MHz

## ANTENA QFH 435 MHz CONEXIONES A LOS LAZOS



Conectar A y B con el vivo del Coaxial 50 ohms  
Conectar C y D con la malla del Coaxial 50 ohms

Los Lazos vistos desde arriba deben girar hacia la izquierda para obtener polarización Circular Derecha (RHCP)



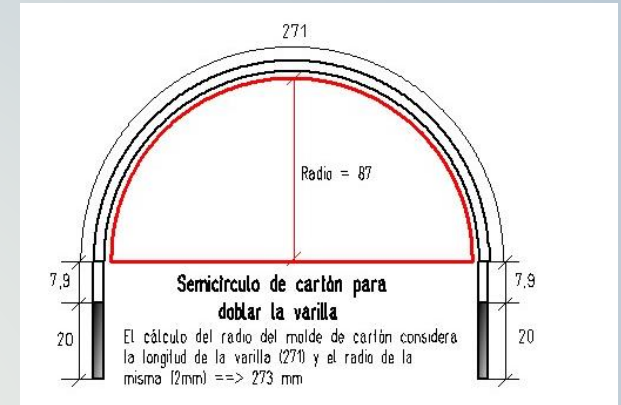
Balun  
4 Espiras de cable coaxial  
arrolladas juntas en el tubo  
de soporte

# Antena QFH - Construcción para 435MHz

## ■ Tubos Horizontales



## ■ Varillas



## ■ Taladros

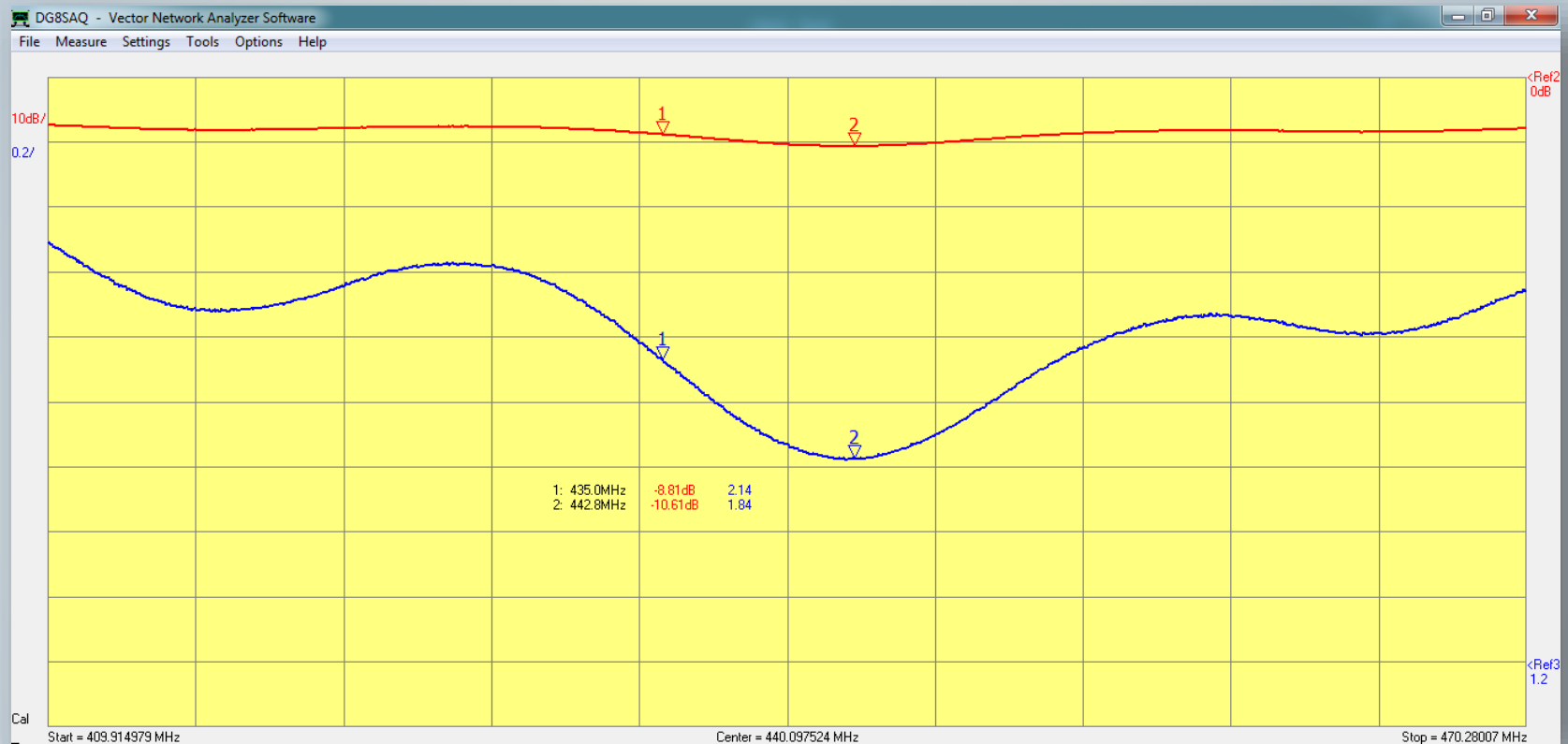


## ■ Montaje



# Antena QFH - Construcción para 435MHz

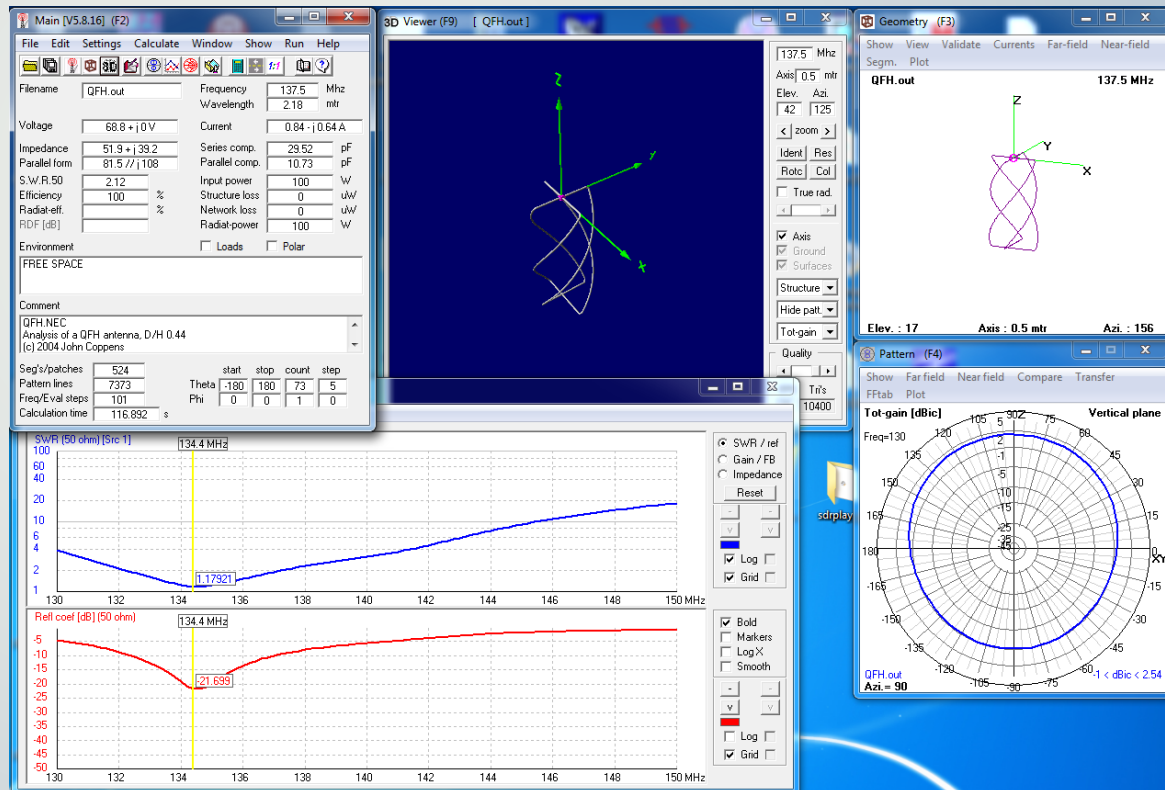
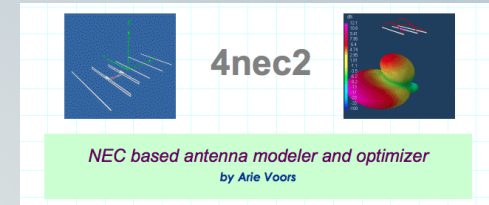
## ■ Y a medir....



- La construcción ha quedado corta... Fcia Min: 442MHz
- Para ver como modificarla, una opción es modelar la antena mediante 4nec2

# Antena QFH - Simulación con 4nec2

- **4nec2** (<https://www.qsl.net/4nec2/>)
  - Software gratuito para simulación de Antenas
  - Nucleo: Nec2
  - Uso de Variables para crear las estructuras de las antenas
  - Crea Antenas Helicoidales
  - Módulo de Optimización
  - Tutoriales y Ejemplos, pero pocos de QFH's
  - ON6JC tiene modelo para 137,5MHz pero LHCP !!!

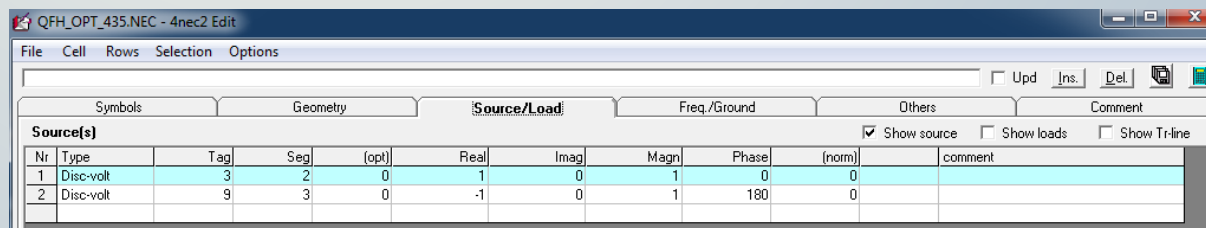
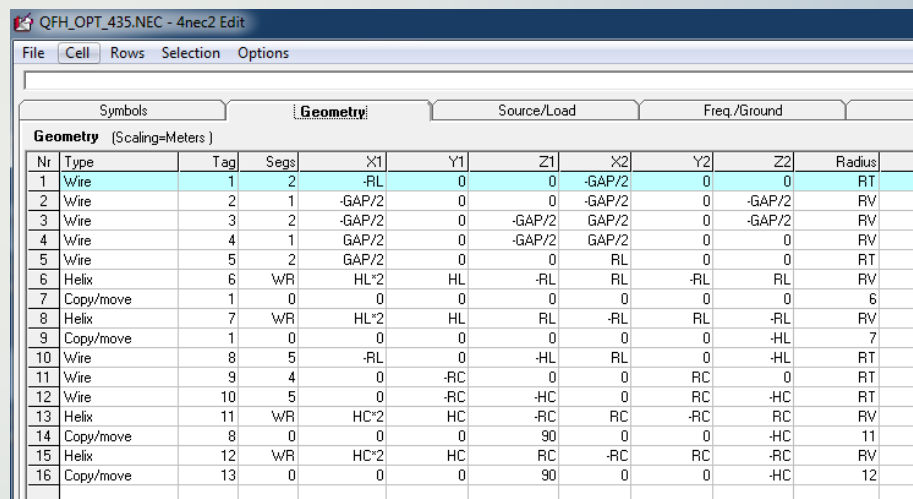
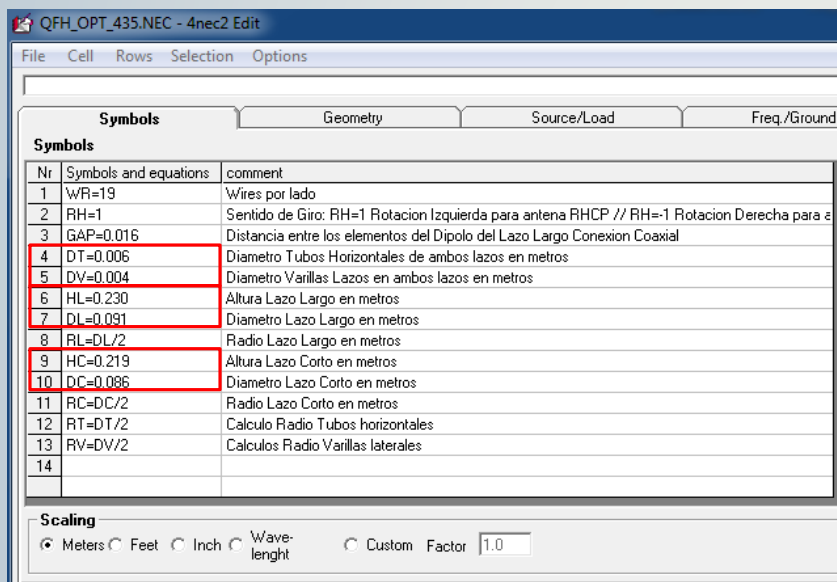
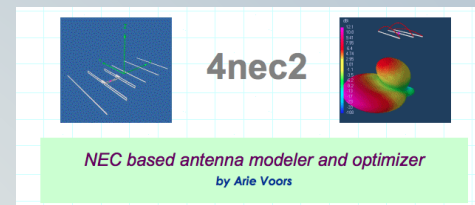


# Antena QFH - Simulación con 4nec2

## ■ Modelo 4nec2 QFH 435 Optimizable

### ■ Variables:

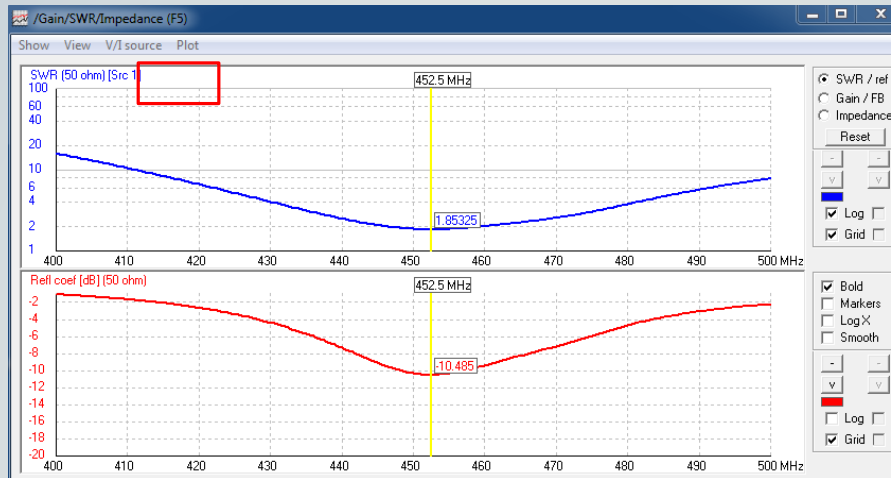
- Alturas Lazo Largo (HL) y Lazo Corto (HC)
- Diámetros Lazo Largo (DL) y Lazo Corto (DC)
- Diámetros de las varillas
- Medias iniciales según Calculadora de ON6JC



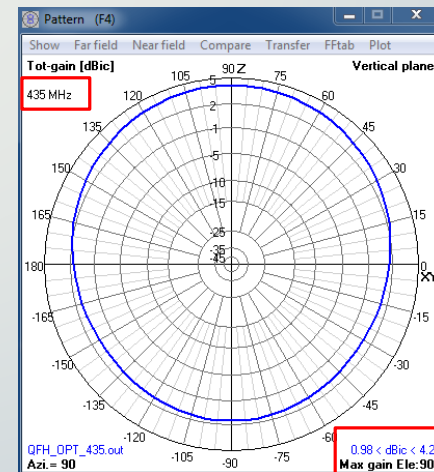
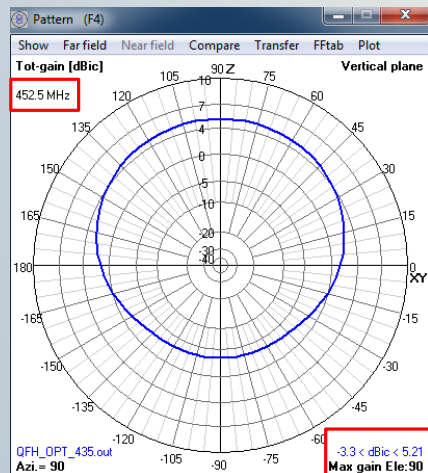


# Antena QFH - Simulación con 4nec2

- Modelo 4nec2 QFH 435 Optimizable
  - Resultados



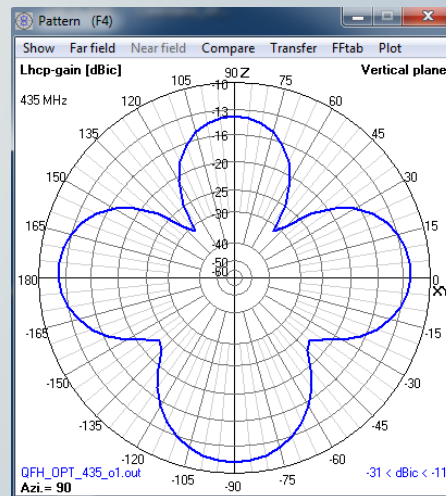
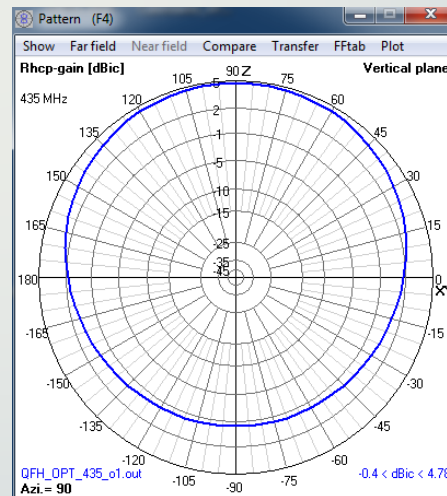
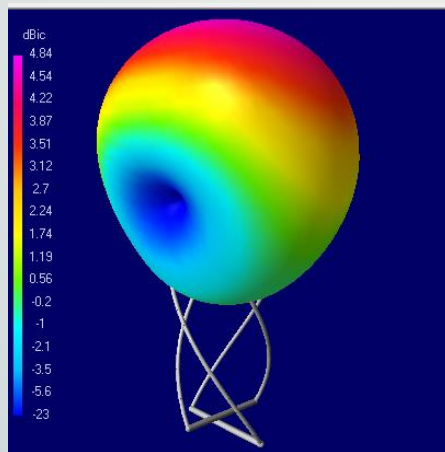
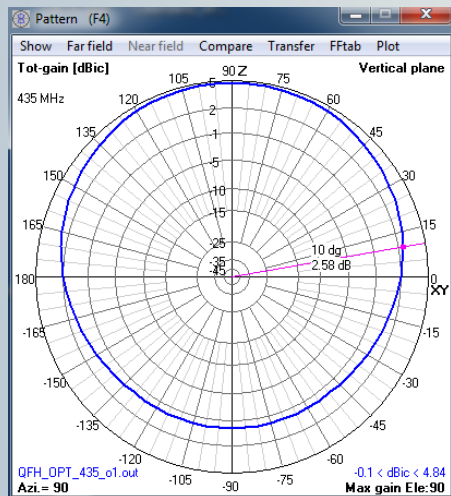
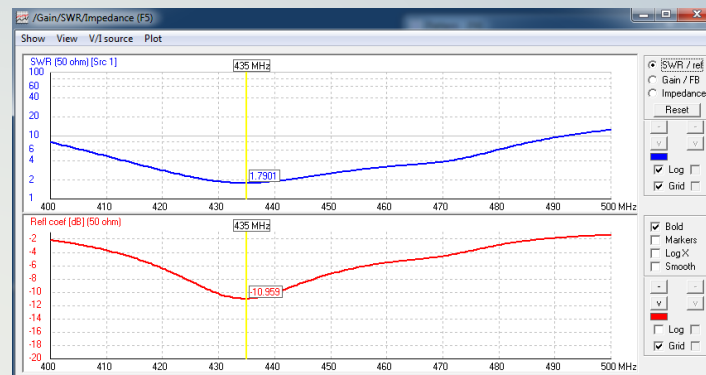
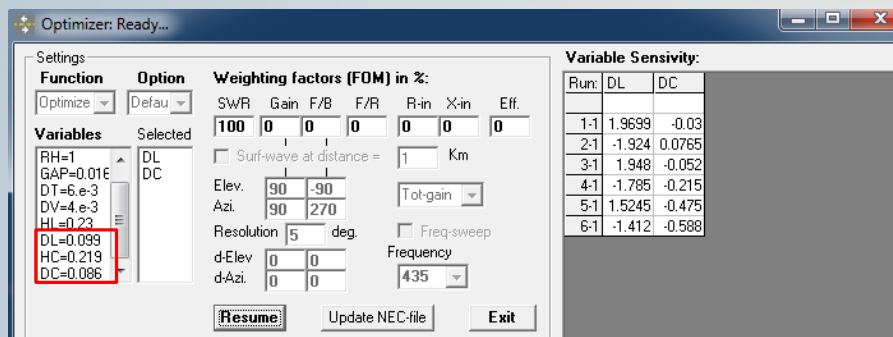
- Diagrama de Radiación muy Sensible a la frecuencia de resonancia



# Antena QFH - Simulación con 4nec2

## ■ Modelo 4nec2 QFH 435 Optimizable

- Optimizando los diámetros DL y DC en función de min SWR a 435MHz



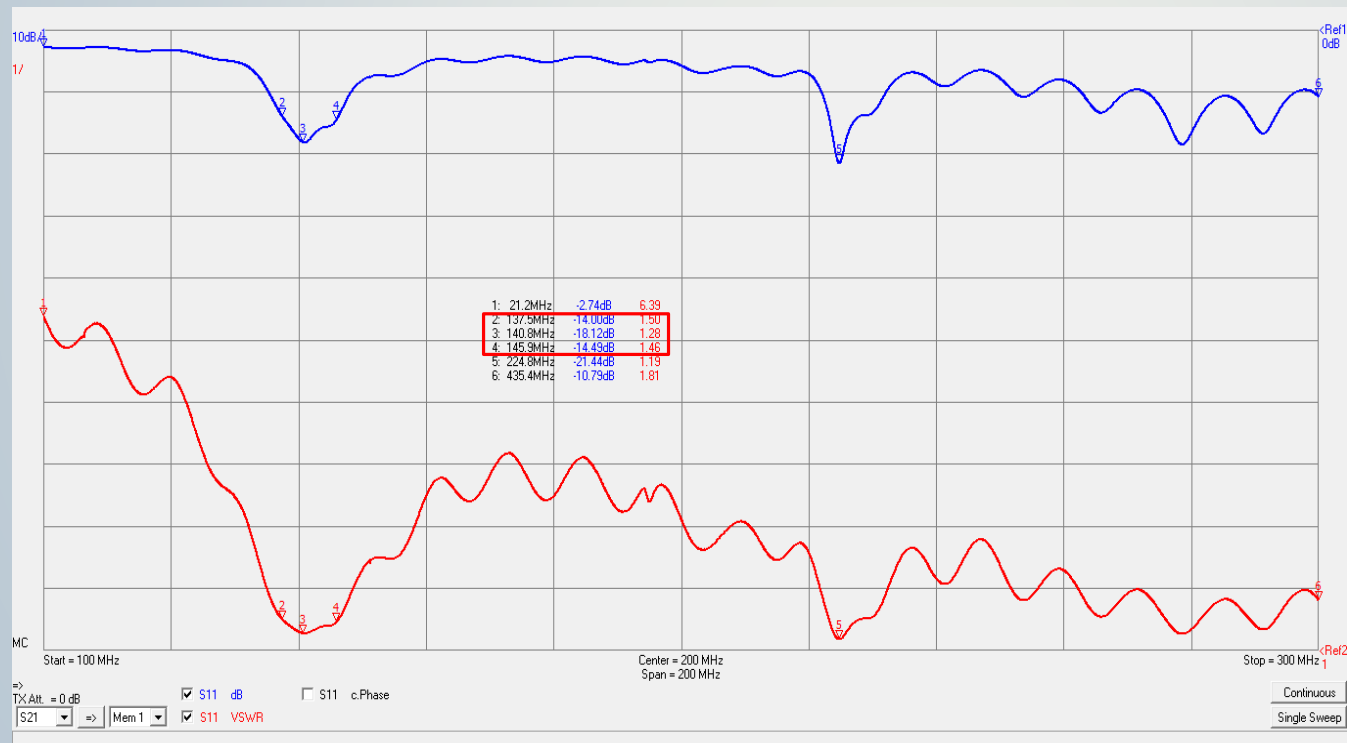
- Cambio: Diámetro Lazo Lazo de 91mm a 99mm (Sacar las varillas 4mm por lado)

# Antena QFH - 137 MHz by EA4LE

## ■ Dimensiones

- Diámetro Lazo Largo: 374mm
- Altura Lazo Largo: 560mm
- Diámetro Lazo Corto: 356 mm
- Altura Lazo Corto: 536 mm
- Ratio D/H: 0,67

## ■ Medida de RL y SWR



# Resultados

- Recepción del FO-29 (435MHz con LNA)

File 1

- Recepción del SO-50

File 2

# Conclusiones y Próximos Pasos

- ✓ Las Antenas QFH no son tan difíciles de construir como parece y funcionan
- ✓ La optimización del lóbulo de radiación (ratio Diametro/Altura) es clave
- ✓ Si o Si se necesita previos de Antena en 435MHz y en 145MHz si hay mucho coaxial
- ✓ No son directivas, no esperes milagros... Pero son una buena forma de iniciarse....

## Próximos pasos:

- Instalar el LNA de 145 MHz
- Comprobar en TX para evaluar eficiencia
- Evaluar Doble Polarización Circular conmutable con 2 Antenas por frecuencia (RCHP / LHCP)
- Evaluar QFH de 1 vuelta, 1,5 vueltas
- ....



# Agradecimientos

- ❖ Comité Organizador de IberRadio 2018
- ❖ Antonio Fernández – EA4LE
- ❖ Amsat EA
- ❖ Walter Maxwell – W2DU (SK)
- ❖ John Coppens – ON6JC/LW3HAZ
- ❖ Arie Voors (Autor de 4nec2)
- ❖ Simon Braun (Autor de SDR Console)
- ❖ Y muchos más que me inspiran para seguir “cacharreando” y aprendiendo cada día....



# Referencias

## Antenas QFH

- <http://jcoppens.com/ant/qfh/calc.php>
- <http://www.askrlc.co.uk>
- <https://www.mictronics.de/2016/10/self-phased-quadrifilar-helix-antenna-for-433mhz/>
- <http://www.radioamatoripeligni.it/i6ibe/i8cvs/qfe/qfe.htm>
- <http://uuki.kapsi.fi/qha.html>
- <http://nagara-ant.com/publics/index/7/#page7> 102
- <http://orbanmicrowave.com/>

## Antenas Eggbeater

<http://on6wg.pagesperso-orange.fr/Page%201.html>

## Modelización de Antenas (4nec2)

- <https://www.qsl.net/4nec2/>

## Ejemplos de Modelos Antenas (4nec2)

- <http://kaiyanotako.blogspot.com/2014/05/4nec2-apt-qfh-antenna.html>
- <https://www.qsl.net/kp4md/index.html>

## SDRPlay ( Receptor RSP1A)

- <https://www.sdrplay.com/rsp1a/>

## Amplificadores Antena

- <http://lna4all.blogspot.com/2013/04/lna-for-all-low-noise-amplifier-for.html>
- <https://www.downeastmicrowave.com>
- <http://www.ha8et.hu>

## SDR Console

- <https://www.sdr-radio.com/Software/Version3>

## Satélites (Status y Software de Telemetría)

- <http://dk3wn.info/blog/>

## LIBROS

### ➤ *ARRL Satellite Handbook*

Martin Davidoff K2UBC

ARRL. ISBN: 0-87259-318-5

Ed: CQ Communications. ISBN: 0-943014-43-6

### ➤ *Reflections III Transmission Lines and Antennas*

M. Walter Maxwell W2DU

Capítulos 22 y 27

Ed: CQ Communications. ISBN: 0-943014-43-6

GRACIAS