

Pluto RTX EA

Diseño en RF por Aficionados

ALEJANDRO FERNÁNDEZ - EA4BFK



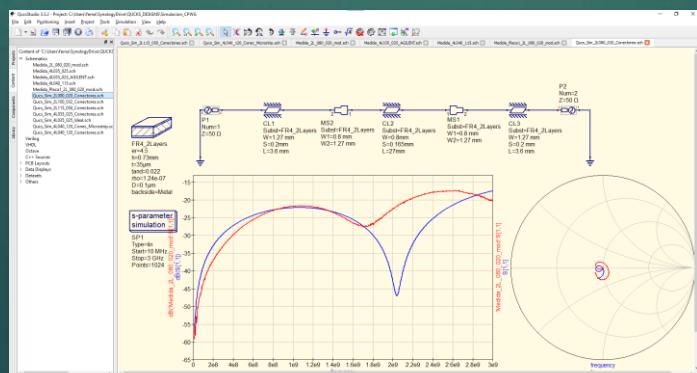
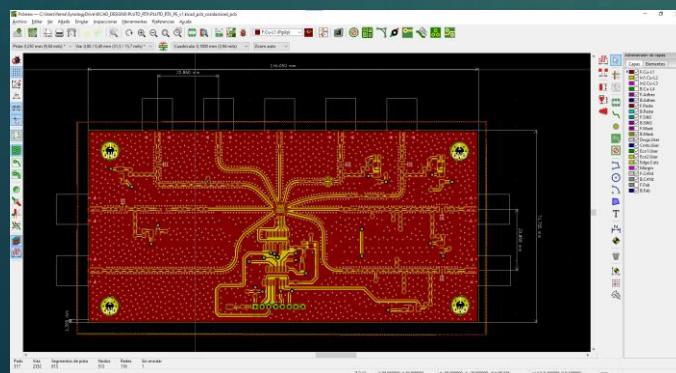
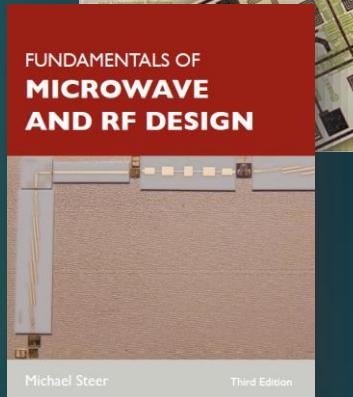
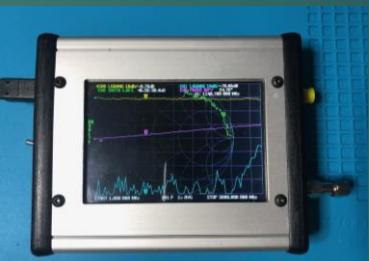
Agenda

- ▶ Introducción
 - ▶ Adalm Pluto SDR
- ▶ Proyecto Pluto RTX EA
 - ▶ Documentarse
 - ▶ Objetivos del Proyecto
 - ▶ Esquema de Bloques
 - ▶ Selección de Componentes y Librerías CAD
 - ▶ Esquemas (Commutador / LNA's)
 - ▶ Diseño de PCB's para RF
 - ▶ Prototipos. La realidad !!
 - ▶ Mediciones de Impedancia
 - ▶ Resultados "LNA 145 MHz"
- ▶ Próximos pasos
- ▶ Conclusiones
- ▶ Agradecimientos
- ▶ Enlaces

Introducción



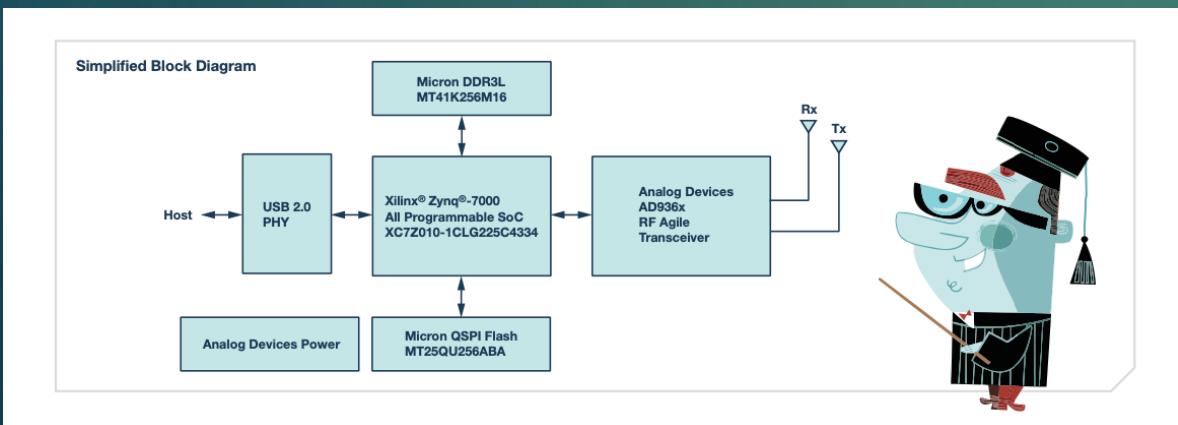
- ▶ ¿Por qué complicarse?
 - ▶ Solución a una necesidad
 - ▶ Oportunidad de experimentar y aprender
 - ▶ Disponibilidad de componentes para MW's a precios muy asequibles
 - ▶ Información y modelos de componentes
 - ▶ Programas CAD y de Análisis de Circuitos de Software Libre y con resultados buenos
 - ▶ Instrumentación asequible (nanoVNA's)
 - ▶ Fabricantes de PCB's de calidad y económicos



Adalm Pluto



- ▶ Transceptor SDR destinado a la educación desarrollado por Analog Devices
- ▶ TRX: AD936x (12 bits) + Xilinx Zynq-7000 (CPU)
- ▶ Rango Fcia.: 325 MHz – 3800 MHz fácilmente ampliable a 70 MHz – 6000 MHz
- ▶ Conexión USB Ó Ethernet
- ▶ Softwares: GNU-Radio, SDR Console, SDR Angel, Gqrx
- ▶ Modificaciones documentadas (VTCXO, GND's, Control de PTT)
- ▶ Firmware específico para DATV por F5OEO (Evariste) con control de PTT para SDR Console
- ▶ Soportado en los proyectos **Porstardown** y **Langstone** del BATC
- ▶ Coste muy razonable (aprox 160€ IVA incl.)



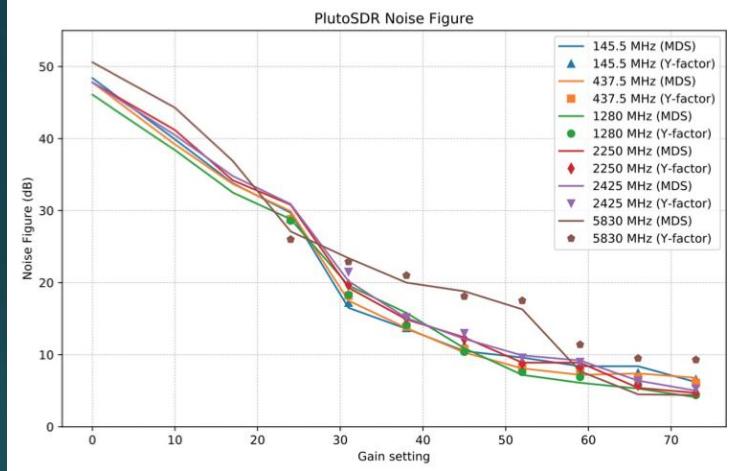
Specifications	Typical
Power	
DC Input (USB)	4.5 V to 5.5 V
Conversion Performance and Clocks	
ADC and DAC Sample Rate	65.2 kSPS to 61.44 MSPS
ADC and DAC Resolution	12 bits
Frequency Accuracy	±25 ppm
RF Performance	
Tuning Range	325 MHz to 3800 MHz
Tx Power Output	7 dBm
Rx Noise Figure	<3.5 dB
Rx and Tx Modulation Accuracy (EVM)	-34 dB (2%)
RF Shielding	None
Digital	
USB	2.0 On-the-Go
Core	Single ARM Cortex-A9 @ 667 MHz
FPGA Logic Cells	28k
DSP Slices	80
DDR3L	4 Gb (512 MB)
QSPI Flash	256 Mb (32 MB)

Adalm Pluto

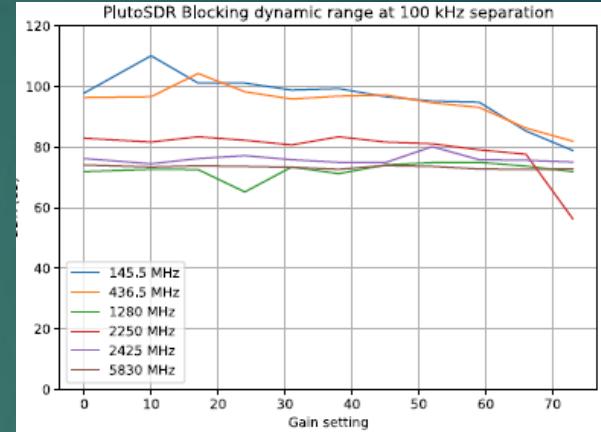


- ▶ Recepción y Transmisión sin ningún tipo de filtrado de RF
- ▶ Sensibilidad Rx (NF @ 500Hz) *

$$MDS = -174 \text{ dBm} + NF + \log_{10}(B)$$

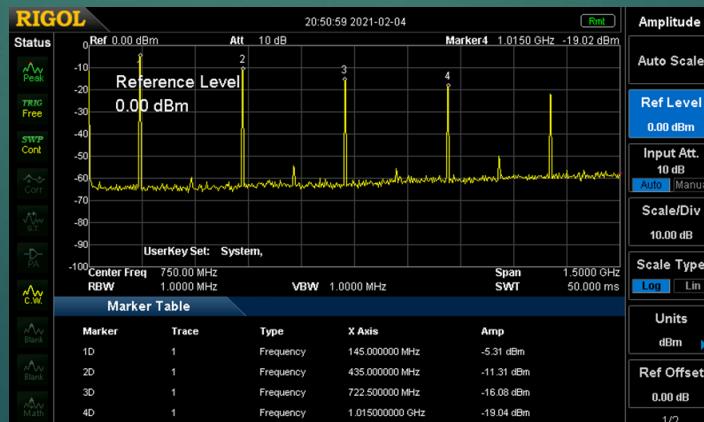


Frecuencia	NF (dB)
145 MHz	6,2
437 MHz	6,1
1.280 MHz	4,1
2.250 MHz	4,7
2.425 MHz	5,0
5.830 MHz	9,3



- ▶ Potencia max. en Tx *. Armónicos y señales espúreas

Frecuencia	Pw (dBm)
145 MHz	3,7
437 MHz	8,4
1.280 MHz	7,7
2.250 MHz	6,7
2.425 MHz	6,3
5.830 MHz	1,8

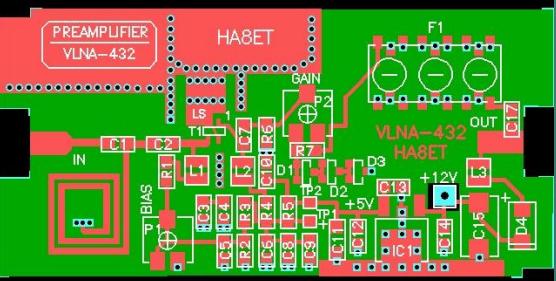


* Medidas: "Evaluation of SDR Boards and Toolchains" – SDR Makerspace

Documentarse



- ▶ LimeRFE
 - ▶ Open Hardware
 - ▶ HF – 4 GHz. Incluye Bandas de telefonía
 - ▶ Soportada por SDR Console
 - ▶ Excelente fuente de información
- ▶ LNA's
 - ▶ Múltiples diseños con información
 - ▶ G4DKK
 - ▶ HA8ET
 - ▶ VHFDesign
 - ▶ OK1UFC
 - ▶



CROWD SUPPLY BROWSE LAUNCH ABOUT US

LimeRFE by Lime Microsystems

A Software-Definable RF Front End Module for LimeSDR Platforms

\$90,221 raised of \$10,000 goal
902% Funded! Order Below

19 Aug 09 2019 126 updates funded on backers

Last update posted Jan 04, 2021

me@example.com Subscribe to Updates

f t

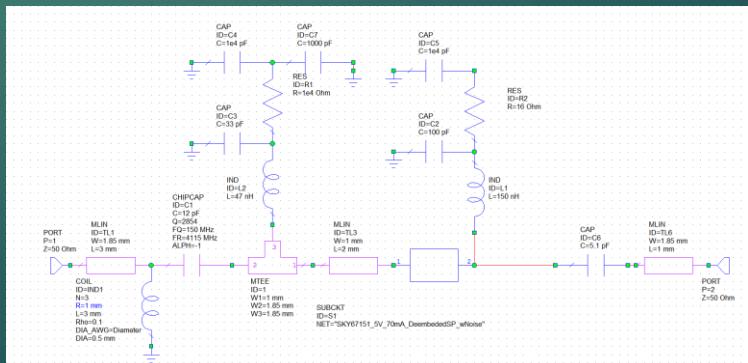
LimeRFE \$699

LimeRFE integrated power amplifier (PA), low noise amplifier (LNA) and filter solution for LimeSDR and LimeNET Micro software-defined radio applications.

Orders placed now ship Jan 31, 2021.
Free US Shipping / \$20 Worldwide

Jan 04, 2021
Nov 16, 2020
Aug 28, 2020
Aug 03, 2020

Pre-order



Pluto RTX EA - Requerimientos

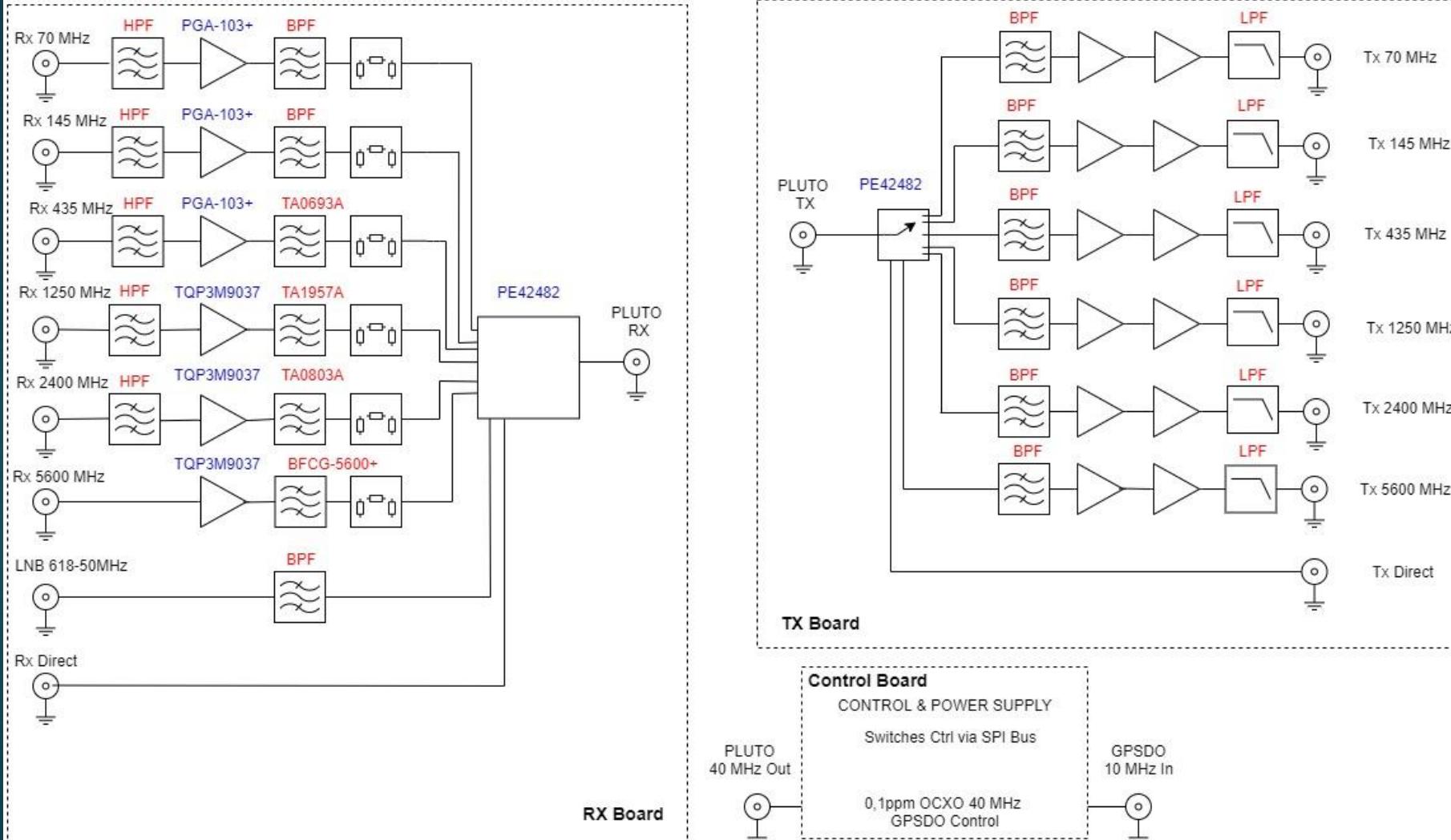


- ▶ Placas externas al Adalm Pluto para permitir su uso en Bandas de VHF/UHF/MW's
- ▶ Especificaciones:
 - ▶ Bandas Rx/Tx: 70 Mhz / 145 MHZ / 435 MHz / 1.250-1.296 MHz / 2.320-2.401 MHz / 5.650 MHz /Directo
 - ▶ Entrada Rx para LNB (650 – 750 MHz)
 - ▶ RX
 - ▶ LNA's por banda con NF =< 1dB, filtros por banda y el mayor OIP3 posible
 - ▶ TX
 - ▶ Filtrado de espúreas y armónicos (3r armónico < 50 dB)
 - ▶ Potencia de salida por banda: 1 – 10 watos dependiendo de la Banda (WIP !!!)
 - ▶ Posibilidad de uso en Banda Cruzada
 - ▶ PCB's separados para RX, TX y Control (Incluyendo VTCXO de 0,5ppm / Referencia Externa 40 Mhz)
 - ▶ Controlable desde Software / Proyecto **Langstone**
 - ▶ Coste Razonable

Pluto RTX EA – Esquema Bloques



PLUTO Ham Radio RTX Extension Board



Selección de Componentes



- ▶ Fabricantes reconocidos
- ▶ Datas sheets / Modelos paramétricos (S-files)
- ▶ Información adicional de las Notas de Aplicación
- ▶ Muestras gratuitas !!
- ▶ Disponibilidad, Continuidad de suministro, Coste
- ▶ Comparar y decidir

SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS PARA LNA's en PLUTO TRX PROJECT												
BANDAS	Fc1	Dato	PGA-103+	PSA4-5043+	PGA-102+	ADL5611	MGA-53543	TQL9092	QPL9503	TOP3M9037	5600	1296/2320
50	NF	0,5	0,7	2,1	3,9	21,8				na	28,74	
	Gain	26,5	25,4	17,7	21,8	27,6						
	OIP3	36,7	31,0	30,8								
400	NF	0,5			2,4					na	27,58	
	Gain	22,1			22,0							
	OIP3	39,0			34,0							
500	NF			0,7						na	25,57	
	Gain			22,1								
	OIP3			32,1								
800	NF				2,3							
	Gain				15,9							
	OIP3				32,7							
1G	NF	0,6	0,8		2,1	1,3	0,66	na	0,15		24,54	
	Gain	16,2	18,4		22,2	17,4	21,24	21,0	24,54			
	OIP3	41,9	33,5		40,0	39,7	34,00	na	34,4			
2G	NF	0,9	1,0	2,4	2,6	1,5	0,55	na	0,32			
	Gain	11,0	13,3	14,0	21,2	15,4	21,30	17,5	20,28			
	OIP3	44,6	32,7	33,0	35,8	39,1	38,40	na	35,9			
2.4G	NF					1,9	0,60	na	0,43			
	Gain					15,1	22,60	17,0	19,00			
	OIP3					38,7	39,20	na	35,1			
3G	NF	1,2	1,1	2,8	3,1		0,60	1	0,46			
	Gain	8,1	10,2	12,5	20,3		22,60	17,0	17,33			
	OIP3	44,3	33,8	33,0	28,6		37,60	25	35,00			
4G	NF	1,5	1,4	3,0	3,2		0,80	0,95	na			
	Gain	6,2	8,0	11,5	20,0		18,30	17,5	14,67			
	OIP3	45,4	32,6	33,4	27,4		35,80	39,5	na			
5G	NF					4,4				na		
	Gain					16,3						
	OIP3					27,0						
5.8G	NF					6,0				na		
	Gain					14,3						
	OIP3					23,0						
6G	NF					3,9				na		
	Gain					10,4						
	OIP3					23,0						
Encapsulado	SOT-89-3	SOT-343-4	SOT-89-3	SOT-89-3	DFN-EP-8	DFN-EP-8	DFN-EP-8					
Precio Mouser (X1)	2,54	2,42	2,18	4,71	OBsoleto	4,71	4,71	4,71				
C/IVA	3,07	2,93	2,64	5,70		5,70	5,70	5,70				



NEW!

Chip Inductors - 0805HP (2012)

- Exceptional Q values, even at high frequencies
- Tight tolerances – 2% for most
- Wirewound construction for highest possible self resonance – up to 9.5 GHz

Part number ¹	Inductance ² (nH)	Percent tolerance ³	Q typ ⁴ (MHz)	SRF typ ⁵ (MHz)	DCR max ⁶ (Ohms)	Irms ⁷ (A)
0805HP-2N6XJR	2,6 @ 250 MHz	5	100 @ 1500 MHz	9500	0,015	2,0
0805HP-6N2XJR	6,2 @ 250 MHz	5	104 @ 1000 MHz	7200	0,027	1,5
0805HP-6N8XJR	6,8 @ 250 MHz	5	90 @ 1000 MHz	6000	0,066	1,3
0805HP-11NX_R	11 @ 250 MHz	5,2	93 @ 500 MHz	4750	0,039	1,6
0805HP-12NX_R	12 @ 250 MHz	5,2	91 @ 500 MHz	4425	0,039	1,4



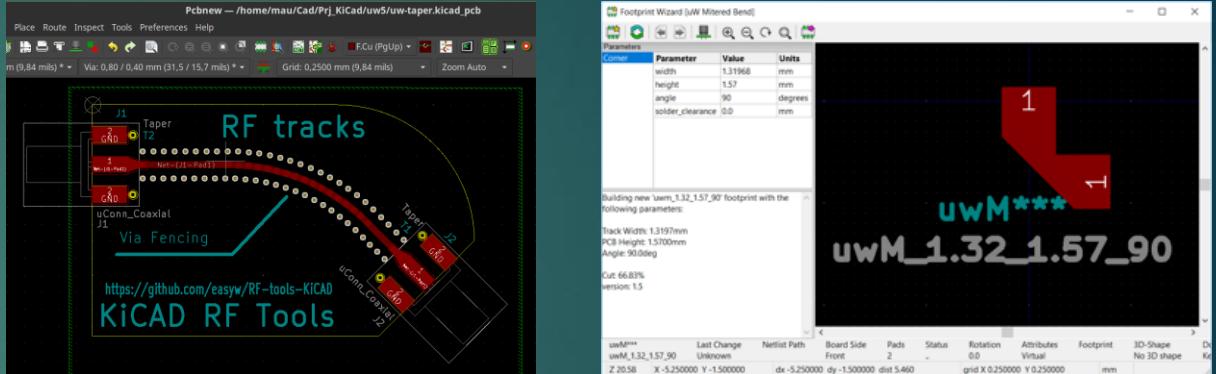
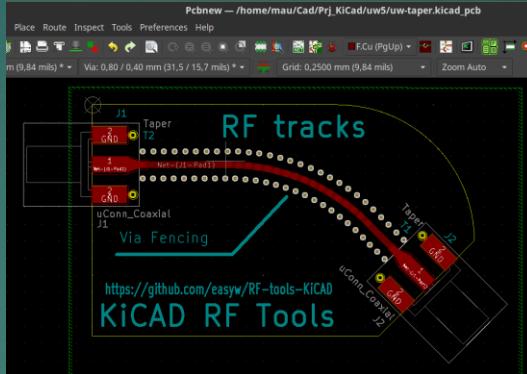
Performance Plots: 2300 – 2600 MHz Reference Design

Reference Des.	Value	Description	Manuf.	Part Number
n/a	n/a	Printed Circuit Board	Convo	TQP3M9037
U1	0.1	Resistor, Chip, 0402, 1% TCR	various	
R1	33 kΩ	Resistor, Chip, 0402, 5%, 110kΩ	various	
R2	0.0	Resistor, Chip, 0402, 5%, 110kΩ	various	
L1	6.6 nH	Inductor, 0603, 5%, 110kΩ	Coilcraft	0603S-6N6LNTS
L2	2.7 nH	Inductor, 0402, 5%, Ceramic	TOKO	LL1005-FH4LNTS
C1	2.4 pF	Cap, Chip, 0402, 0.25 pF, NPO/COCG	AVX	040233R4B8STR
C4	1.0 nF	Cap, Chip, 0402, 10%, 10V, X7R	various	
C2, C3, C5, C6	100 pF	Cap, Chip, 0402, 5%, 10V, MPC/COG	various	

Programa CAD - Librerías



- ▶ Programa CAD
 - ▶ Open Source
 - ▶ Librerías generales bastante amplias
 - ▶ Comunidad de Soporte
 - ▶ Plug-ins (RF Tools, BOM Management, etc)
 - ▶ Importa librerías de Eagle
- ▶ Librerías de los componentes necesarios
 - ▶ SnapEDA
 - ▶ Octopart
 - ▶ 3DContentCentral
 - ▶ Distribuidores
 - ▶ Crearlas con el programa de CAD
- ▶ Verificar que las librerías corresponden con la realidad según los data sheets!!!



3D CONTENT CENTRAL



Pluto RTX EA – Esquema RX

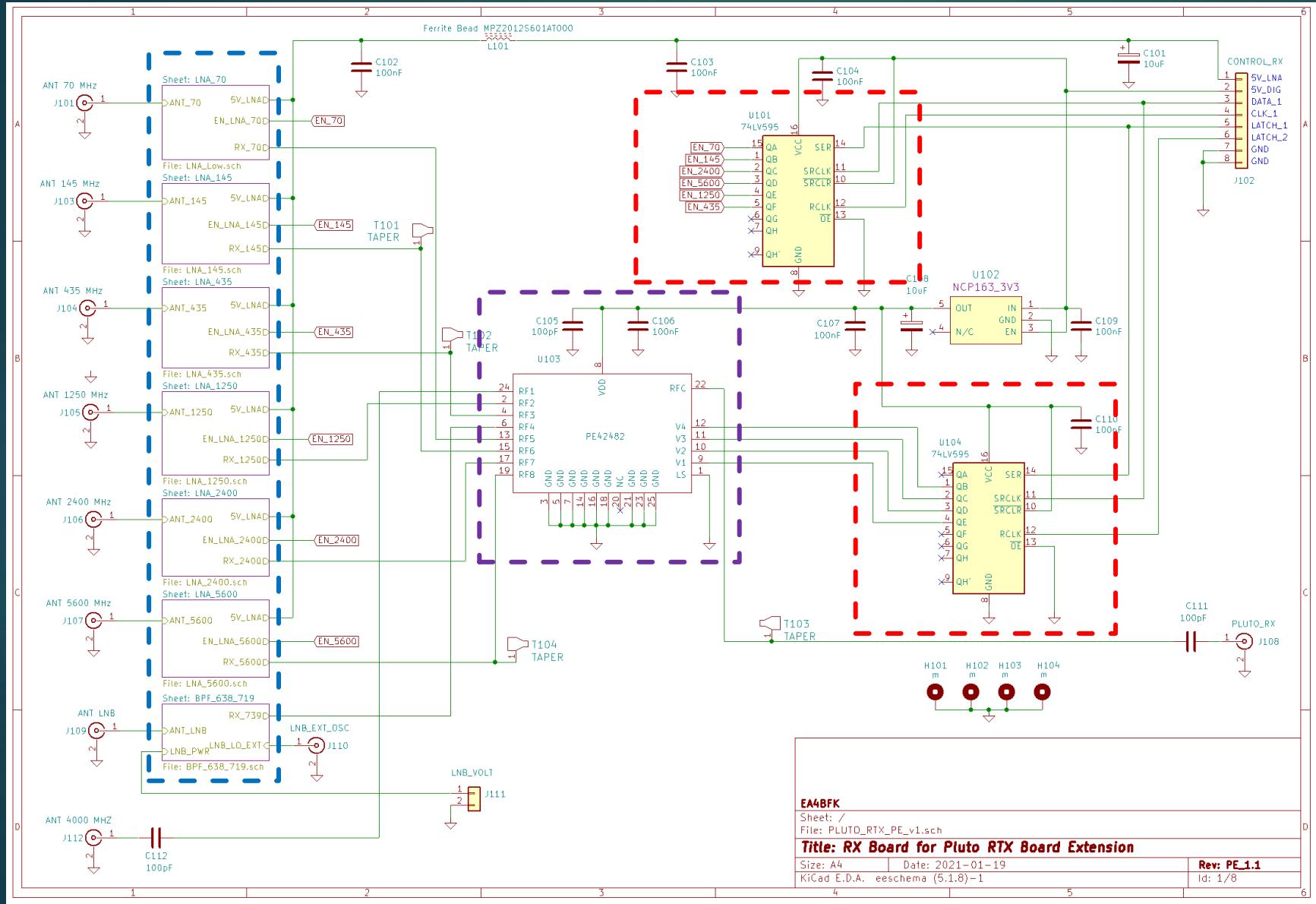
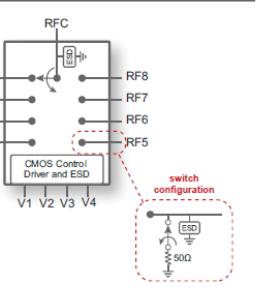


Figure 1 • PE42482 Functional Diagram



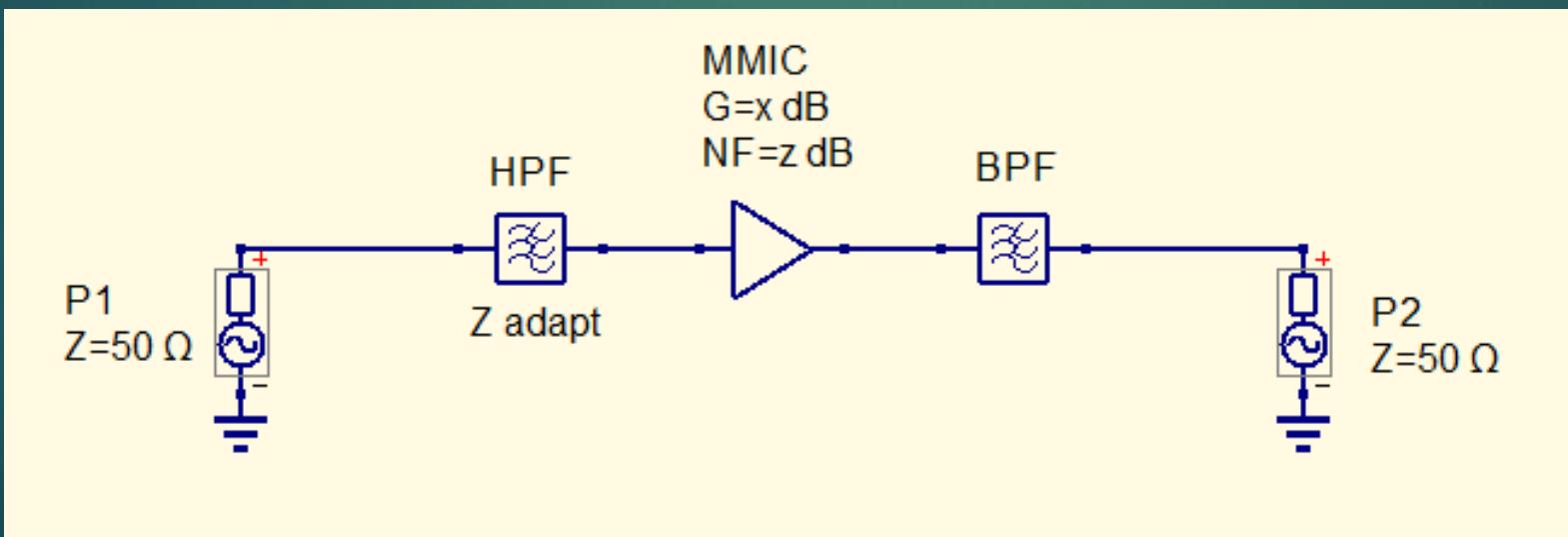
LNA's



- ▶ Parámetros Clave
 - ▶ Estabilidad
 - ▶ Cifra de ruido
 - ▶ Ganancia
 - ▶ OIP3
- ▶ Diversas arquitecturas

Compromiso

La más frecuente

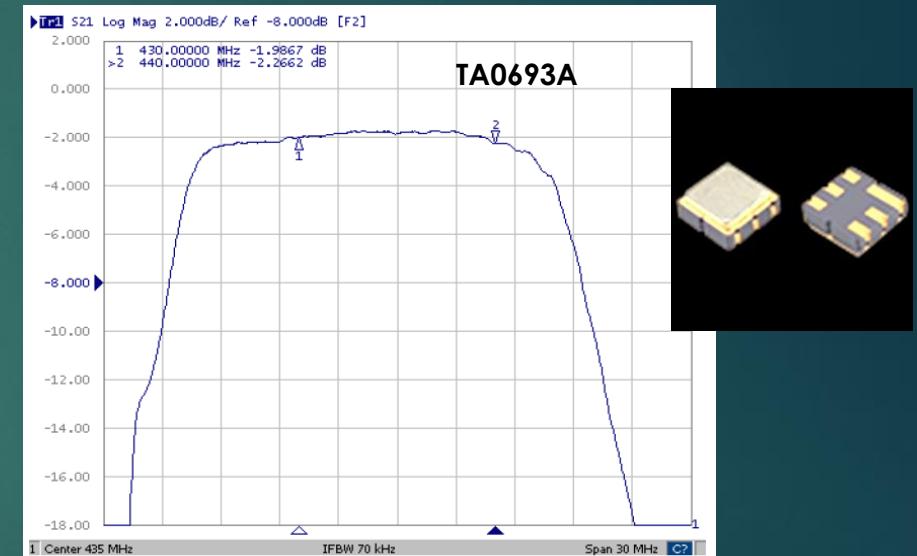


LNA's



- ▶ Basados en MMIC's
 - ▶ Impedancia 50 ohms / Estables / Ganancia / OIP3
- ▶ Filtros
 - ▶ HPF (LC)
 - ▶ BPF (LC / SAW / LTCC)

Banda Rx	HPF	MMIC	Gain	NF	OIP3	BPF
70 MHz	LC	PGA103+	26,5	0,5	32,4	LC
145 MHz	LC	PGA103+	25,5	0,5	37,6	LC
435 MHz	LC	PGA103+	22,1	0,5	39,5	TA0693A
1.296 MHz	Z adapt.	PGA103+	14,3	0,8	43,6	TA1957A
2.320 MHz	Z adapt.	TQP3M9037	19,0	0,4	34,5	TA0803A
5.650 MHz	Z adapt.	TQP3M9037	12,5	1,3	31,0	BFCG-5600+
LNB (650-750 MHz)	-	-				LC



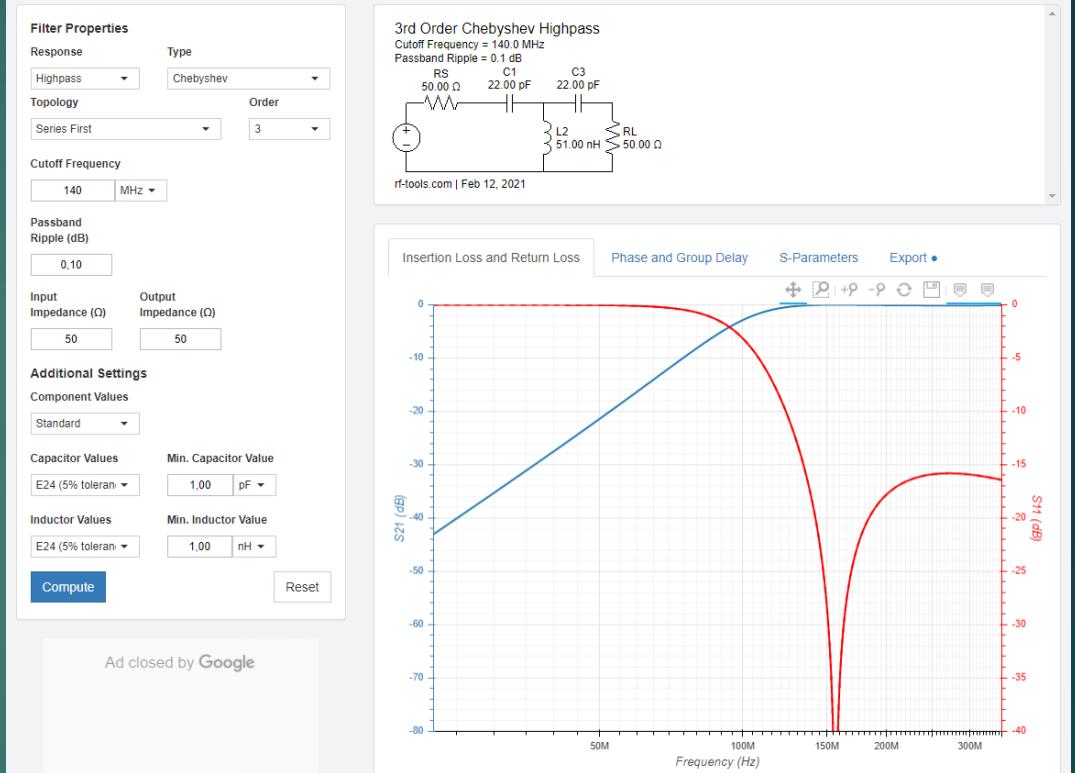
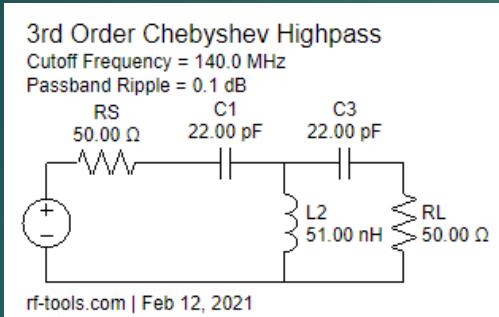
Filtros LNA's



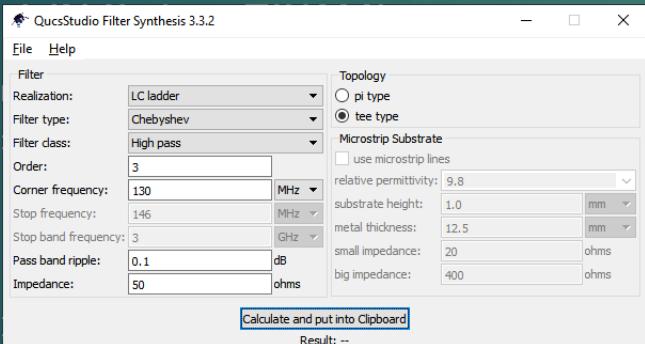
- ▶ Herramientas de cálculo gratuitas

▶ **RF TOOLS** <https://rf-tools.com/lc-filter/>

- ▶ Versátil, simulación inmediata, valores Standard



- ▶ QUCS Studio (Tools > Filter Synthesis)

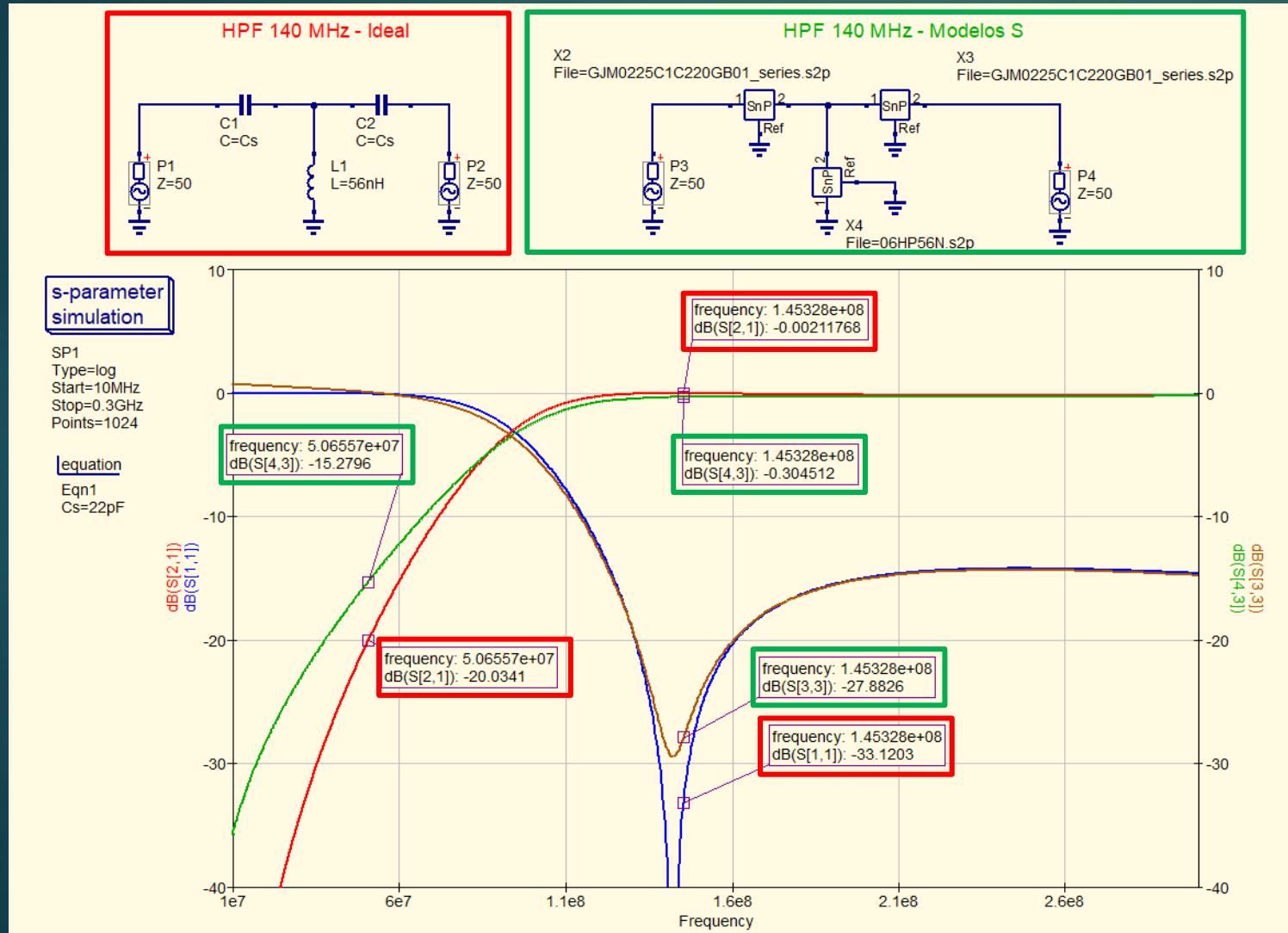


- ▶ Resultados teóricos basados en componentes Ideales
- ▶ **Importante:** Simular con modelos de los componentes a emplear

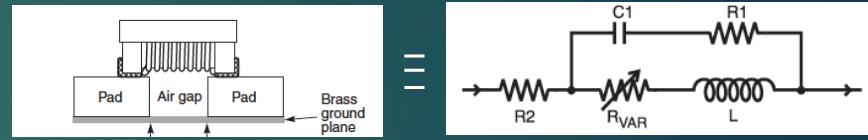
Filtros LNA's



- ▶ Filtro HPF para banda de 145 MHz



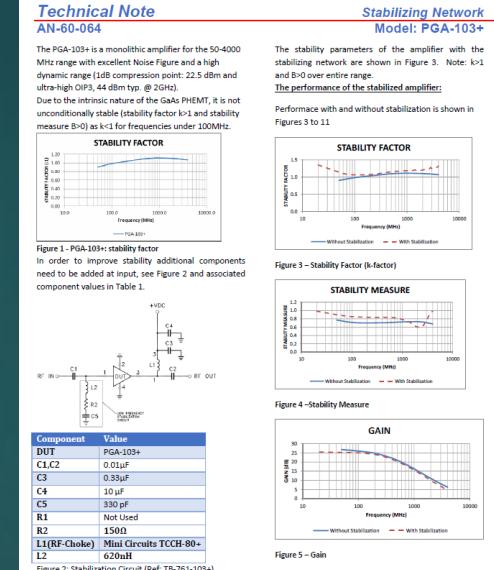
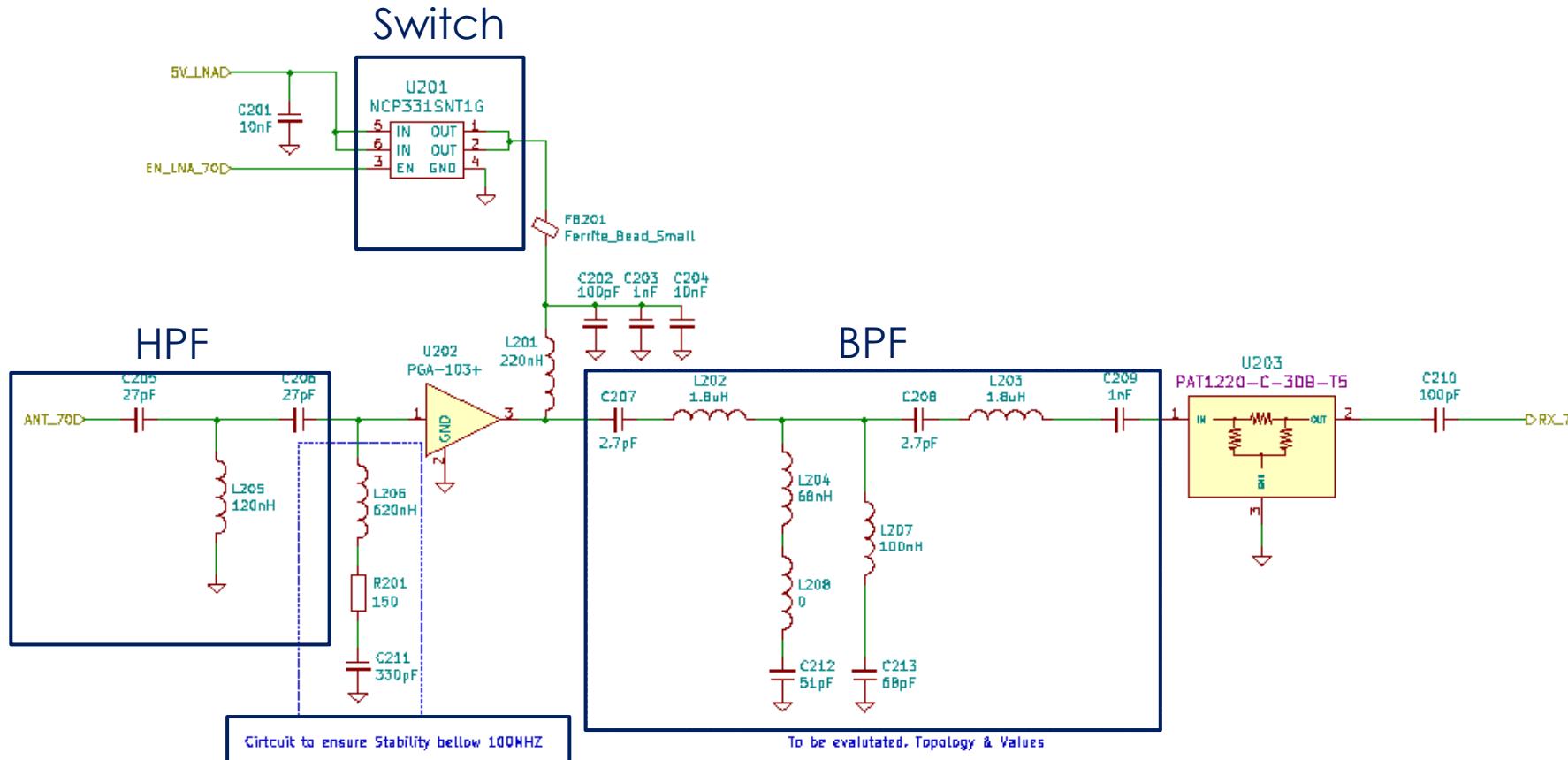
Simulación Componentes Ideales



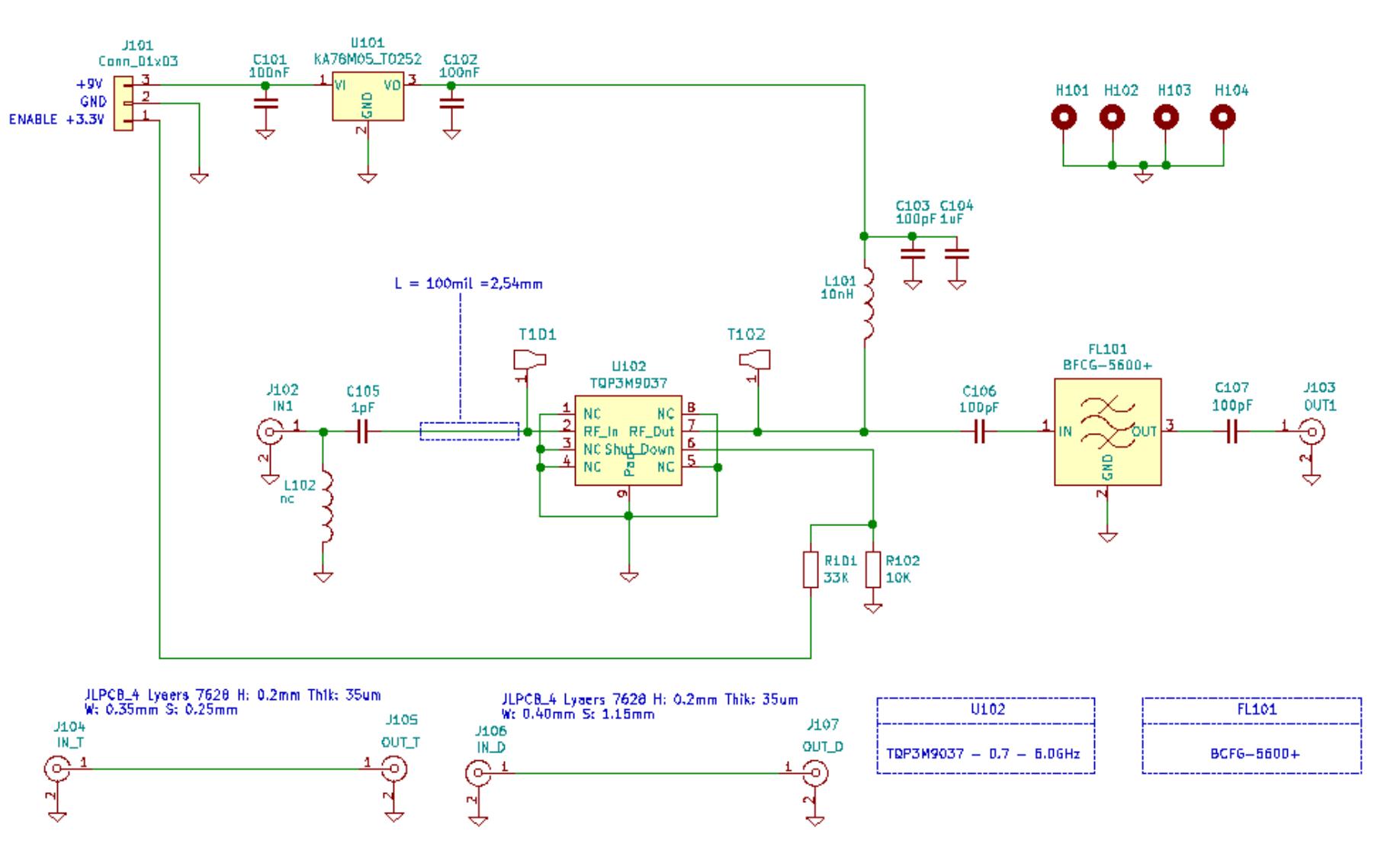
Simulación: Parámetros S

C1, C2: Murata GJM0225C1C220 – 22pF
L1: Coilcraft 06HP56N – 56 nH

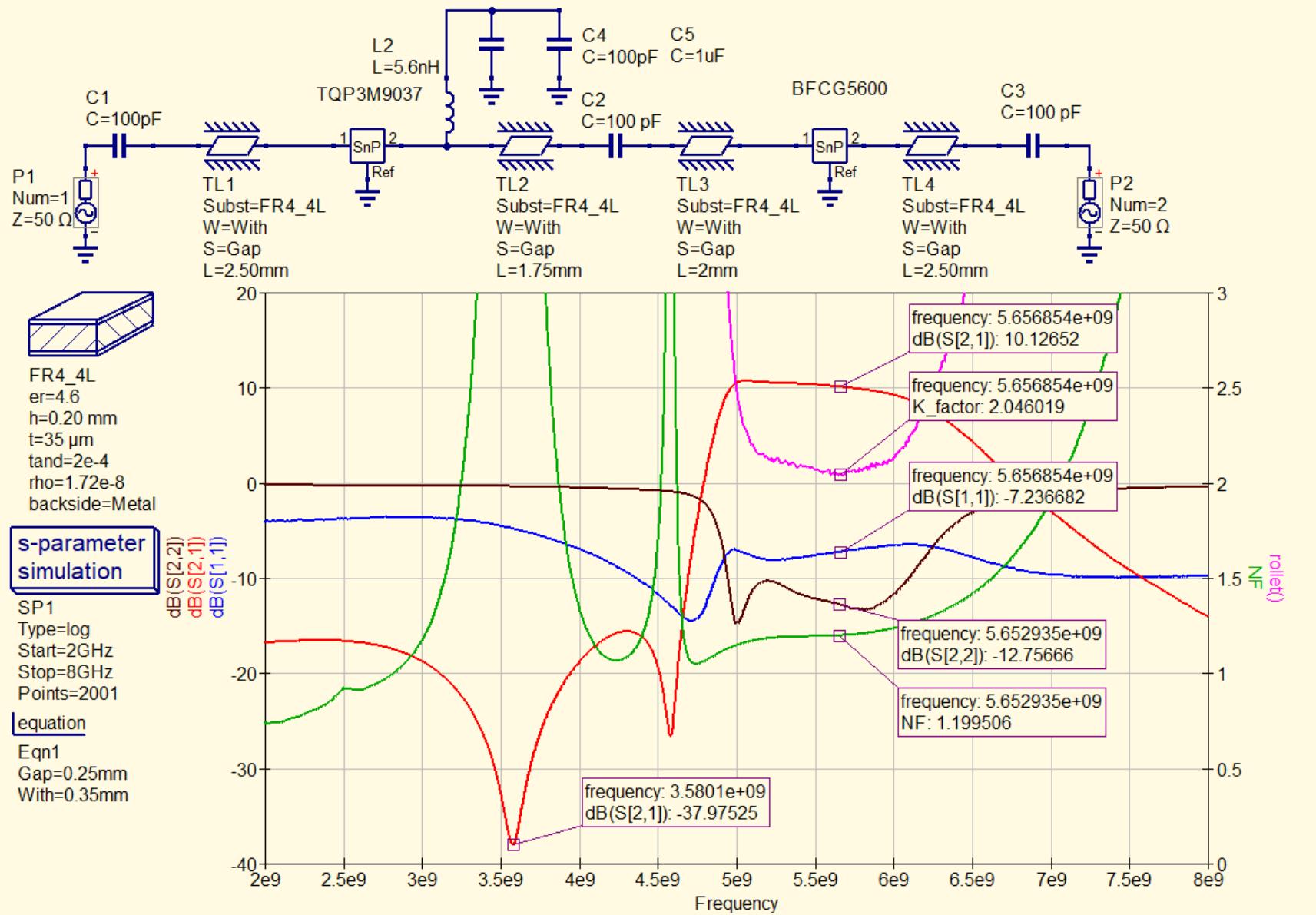
LNA 70 / 145 MHz



LNA 5.6GHz



LNA 5.6GHz - Simulación



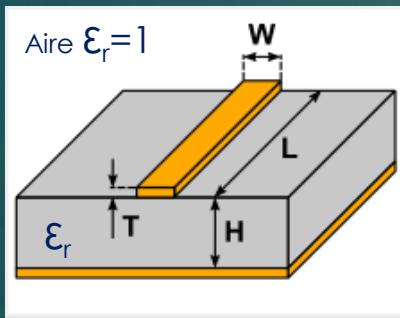
LNA 5,6 GHz Simulación	
Gain	10,1dB
NF	1,2dB
Estab.>1	2
RL In	-7,2dB
RL Out	-12,7dB



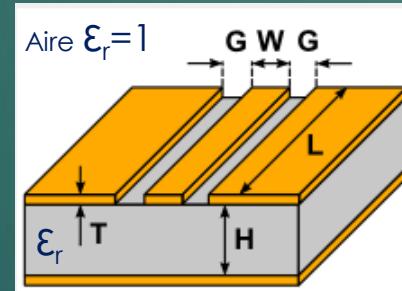
Diseño de PCB's para RF

- ▶ Señales de RF son muy sensibles al Ruido, Reflexiones, Pérdidas por el material empleado y el método de fabricación.
- ▶ Necesidad de mantener las impedancias adaptadas a 50Ω para minimizar pérdidas por retorno / VSWR
- ▶ Las pistas de RF son “líneas de transmisión”
 - Constante Dieléctrica del sustrato (FR-4: $\epsilon_r = 4,5 - 4,6$ / Rogers 4350B: $\epsilon_r = 3,66$)
 - Ancho y grosor de la pista (W y T). Acabado (Sn, ENIG)
 - Altura desde el plano de tierra (H) / distancia al plano de tierra (G)
 - Tipo de estructura

Z_L



Microstrip



CPWG w/G

- ▶ Longitud crítica

$$L_{critical} = \frac{c}{f} \cdot \frac{1}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \cdot \frac{1}{16} \equiv 22,5^\circ$$

¿Pero se puede calcular
fácilmente?

PCB FR4 - 2 Layers 0,8mm			
Banda	Eff	Lcrit (mm)	Z
70	2,555	167,5	50,14
145	2,555	80,8	50,14
435	2,555	27,0	50,14
1296	2,556	9,0	50,13
2320	2,557	5,1	50,12
2400	2,557	4,9	50,12
5650	2,565	2,1	50,04

Diseño de PCB's para RF



- ▶ Calculadores de PCB's
 - ▶ On line: Chemandy, Microwaves 101, RF Café, ...
 - ▶ Programas Gratuitos: Kicad, Qucs, Saturn PCB, TxLine, ...
 - ▶ Cálculos similares pero no exactamente iguales (+/- 1% de diferencia en la Z_0)
- ▶ Microstrip ó CPWG w/G?
 - ▶ CPWG w/G por la necesidad de Componentes entre la línea de RF y GND
 - ▶ Tamaños de los Componentes SMD
- ▶ WG w/G tiene diversas soluciones. Solución óptima ?

Calculadora de placas

Reguladores Ancho de pista Espaciado eléctrico TransLine Atenuadores RF Código color Clases de placas

Tipo línea transmisión:
 Línea Microstrip
 Guía de ondas coplanar
 Guía de ondas coplanar con plano de masa
 Guía de ondas rectangular
 Línea coaxial
 Línea Microstrip acoplada
 Stripline
 Par entrelazado

Parámetros del sustrato:
Er: 4,5
TanD: 0,0031
Rho: 1,72e-8
H: 0,73
T: 0,035
mu Rel C: 0,999994

Parámetros físicos:
W: 0,80 mm
S: 0,2 mm
L: 2,08962 mm

Parámetros eléctricos:
 Z_0 : 50,0412 Ohm
Ang. I: 22,5045 Grado

Resultados:
Frecuencia: 5.6 GHz
ErEff: 2,56487
Pérdidas del conductor: 0,00475102 dB
Pérdidas dieléctricas: 0,00414911 dB
Profundidad suroficial: 0,882047 μm

TEST conditions

S>>T	H>T	$0,125*W < S < 4,5*W$	$W+2S < 5H$
------	-----	-----------------------	-------------

Calculadora de placas

Reguladores Ancho de pista Espaciado eléctrico TransLine Atenuadores RF Código color Clases de placas

Tipo línea transmisión:
 Línea Microstrip
 Guía de ondas coplanar
 Guía de ondas coplanar con plano de masa
 Guía de ondas rectangular
 Línea coaxial
 Línea Microstrip acoplada
 Stripline
 Par entrelazado

Parámetros del sustrato:
Er: 4,5
TanD: 0,0031
Rho: 1,72e-8
H: 0,73
T: 0,035
mu Rel C: 0,999994

Parámetros físicos:
W: 1 mm
S: 0,32 mm
L: 2,00104 mm

Parámetros eléctricos:
 Z_0 : 50,0772 Ohm
Ang. I: 22,5 Grado

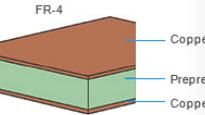
Resultados:
Frecuencia: 5.6 GHz
ErEff: 2,79586
Pérdidas del conductor: 0,00341237 dB
Pérdidas dieléctricas: 0,00436624 dB
Profundidad suroficial: 0,882047 μm

Diseño de PCB's para RF



- ▶ Identificar proveedor. Múltiples opciones económicas en la actualidad
- ▶ Datos Fabricante

J@LC JLCPCB

Features	Capability	Notes	Patterns
Layer count	1,2,4,6 layers	The number of copper layers in the board.	
Controlled Impedance	4/6 layer, default layer stack-up	Controlled Impedance PCB Layer Stackup JLCPCB Impedance Calculator	
Material	FR-4	FR-4 Standard Tg 130-140/ Tg 155	
Dielectric constant	4.5(double-side PCB)	7628 structure 4.6 2313 structure 4.05 2116 structure 4.25	

Especificaciones	FR4 - 2 Capas	FR4 – 4 Capas
Const. Dieléctrica (ϵ_r)	4,5	4,6
Grosor Cobre (h)	35 μm (1 oz)	35 μm (1 oz)
Tangent Loss (pérdidas)	0,022	0,022
Grosor sustrato	0,8 (0,73)mm	0,2 mm

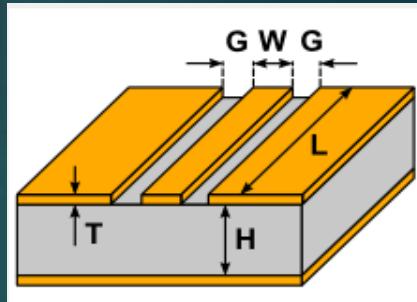
4-Layer Impedance Control Stackup

Thickness

0.8mm 1.0mm 1.2mm 1.6mm 2.0mm Current layer:4-layer

a) JLC7628 Stackup:

Layer	Material Type	Thickness
Top Layer1	Copper	0.035 mm
Prepreg	7628*1	0.2 mm
Inner Layer2	Copper	0.0175 mm
Core	Core	0.265 mm
Inner Layer3	Copper	0.0175 mm
Prepreg	7628*1	0.2 mm
Bottom Layer4	Copper	0.035 mm



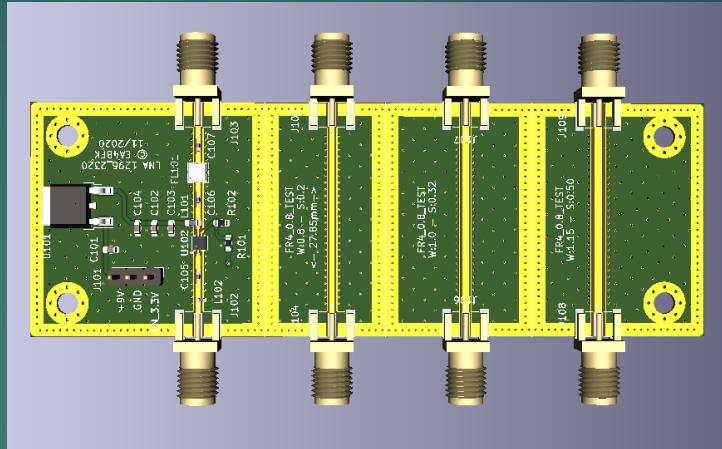
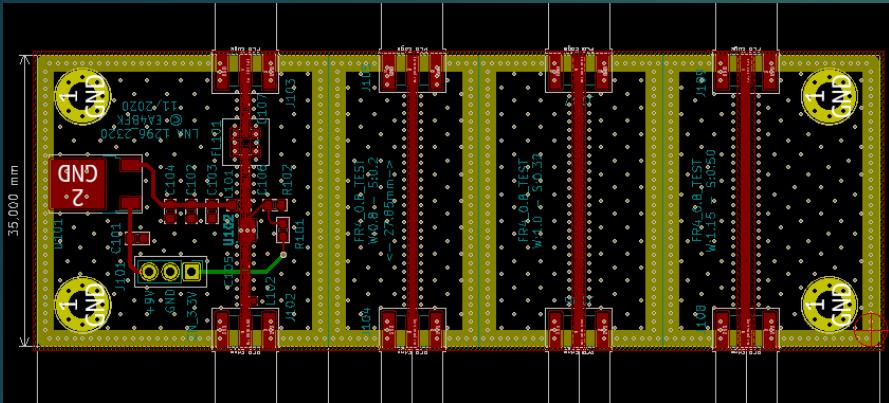
Diseños Finales

FR4 - 2 Capas 0,8mm (4,5)	FR4 – 4 Capas 1,6mm (4,6)
W: 0,80 S:0,20	W: 0,35 S:0,25
W:1,00 S:0,32	W:0,40 S:1,15
W:1,15 S:0,50	-

Diseño de PCB's para RF

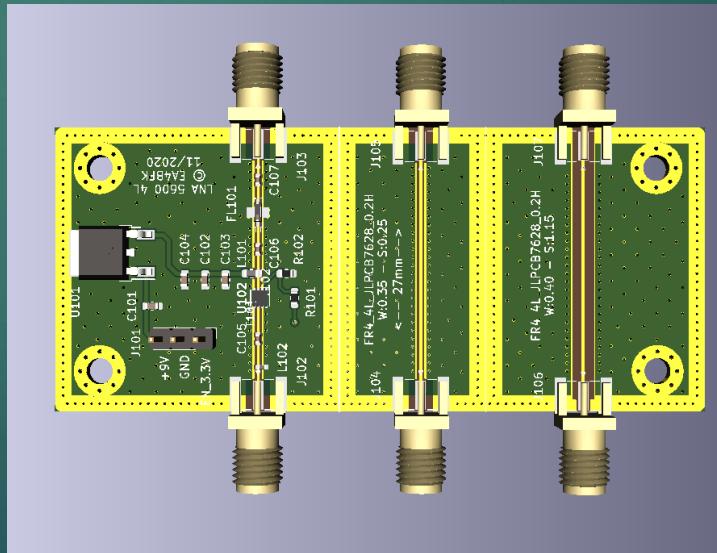
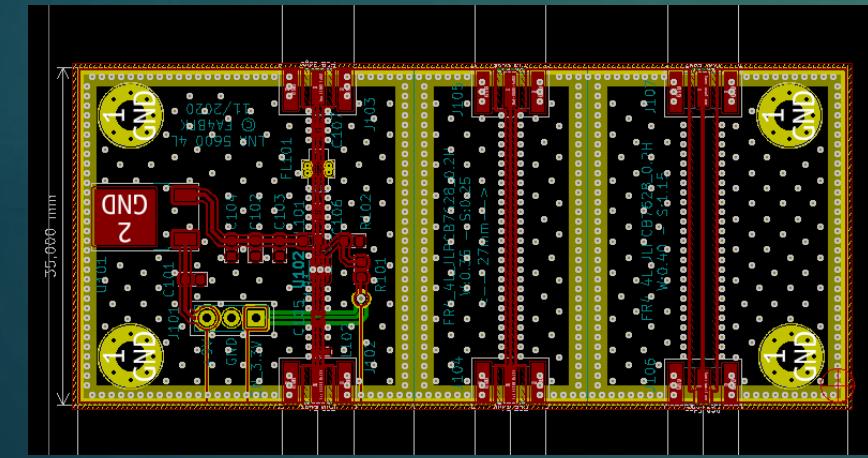


► PCB 2 Capas LNA 1296 y 2400 MHz

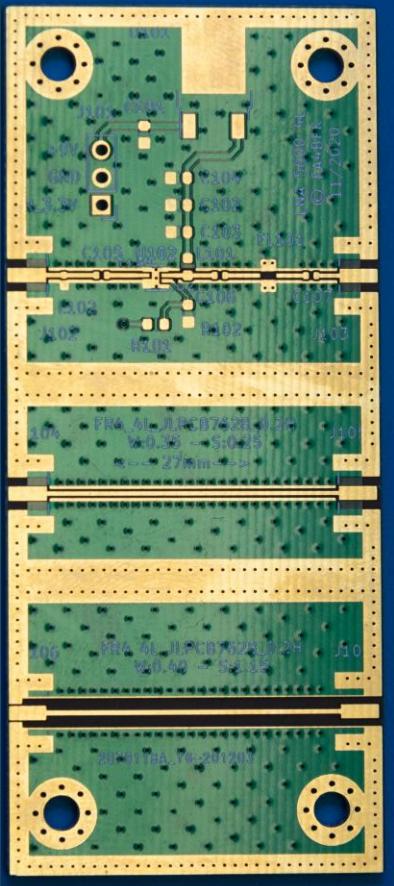


Vías
Vias
Vías

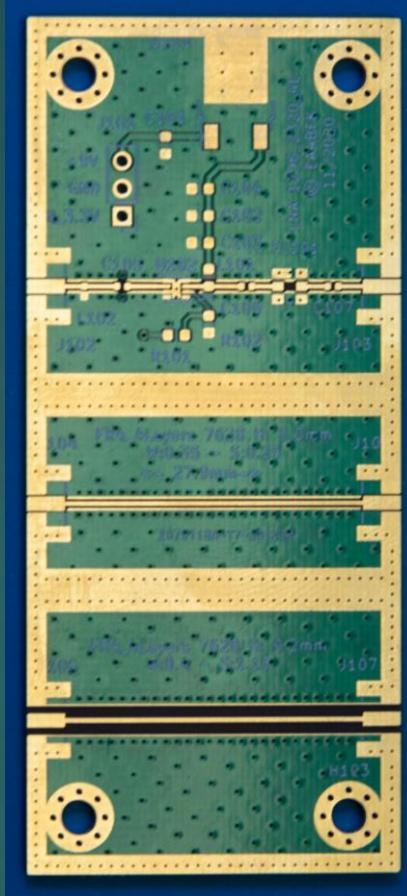
► PCB 4 Capas LNA 5.6 GHz



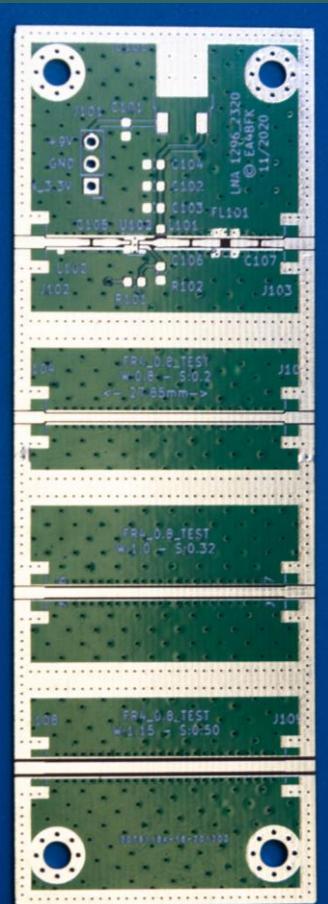
Prototipos. La realidad !!



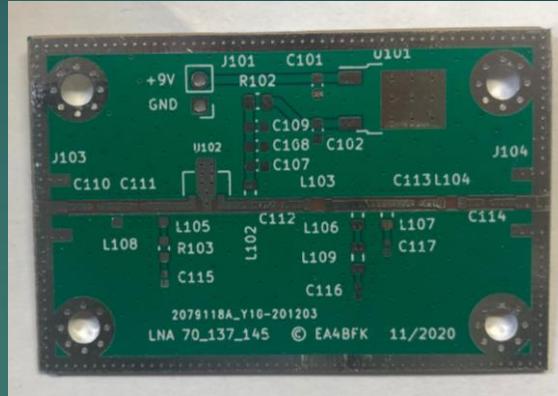
LNA 5.6 GHz
4 Capas 1,6mm
ENIG



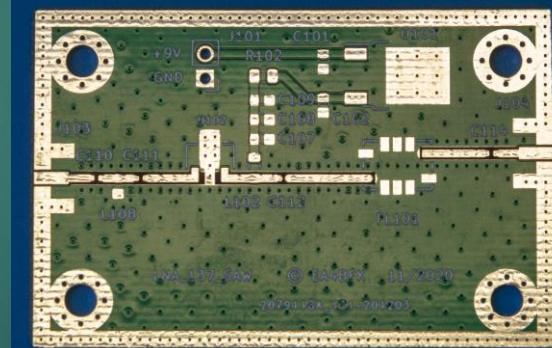
LNA 1,296 MHz / 2,4 GHz
4 Capas 1,6mm
ENIG



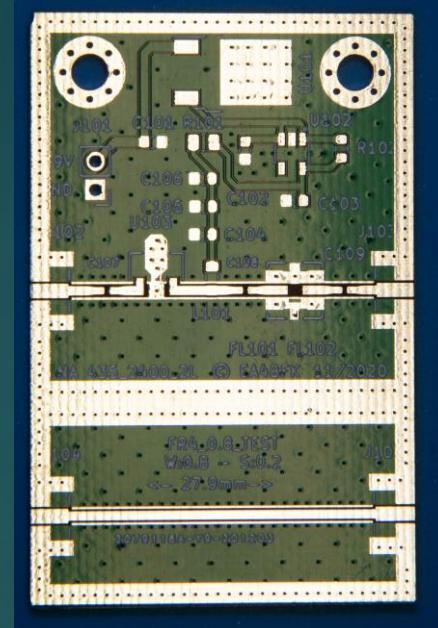
LNA 1,296 MHz / 2,4 GHz
2 Capas 0,8mm
Estañado



LNA 70 / 145 MHz
2 Capas 0,8mm
Estañado



LNA 137 MHz
2 Capas 0,8mm
Estañado

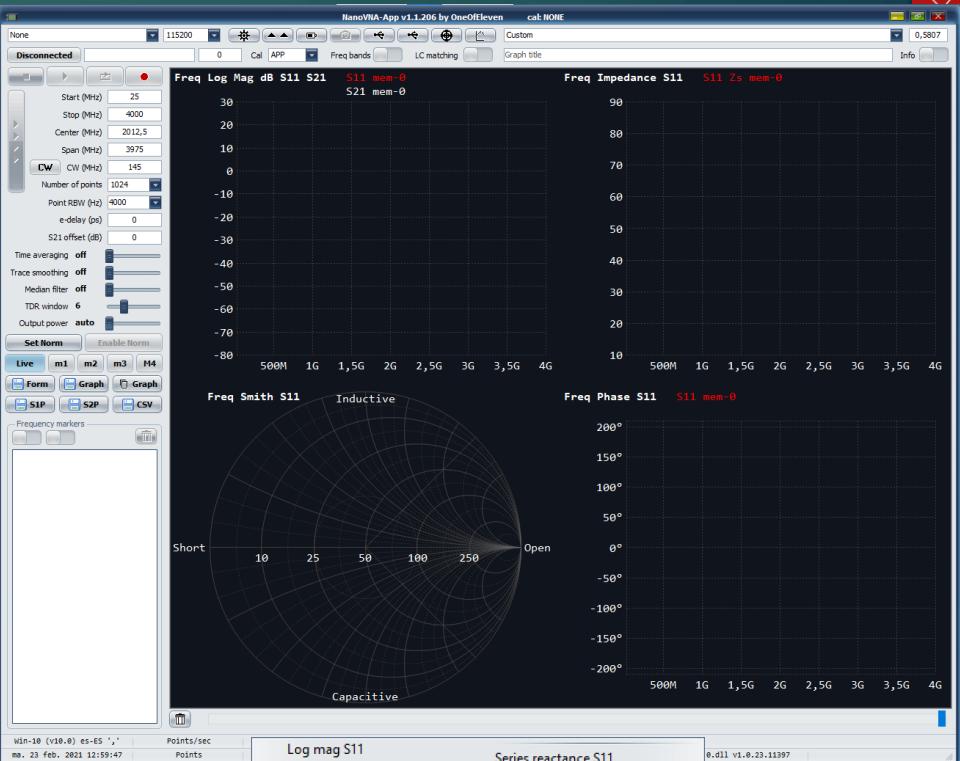
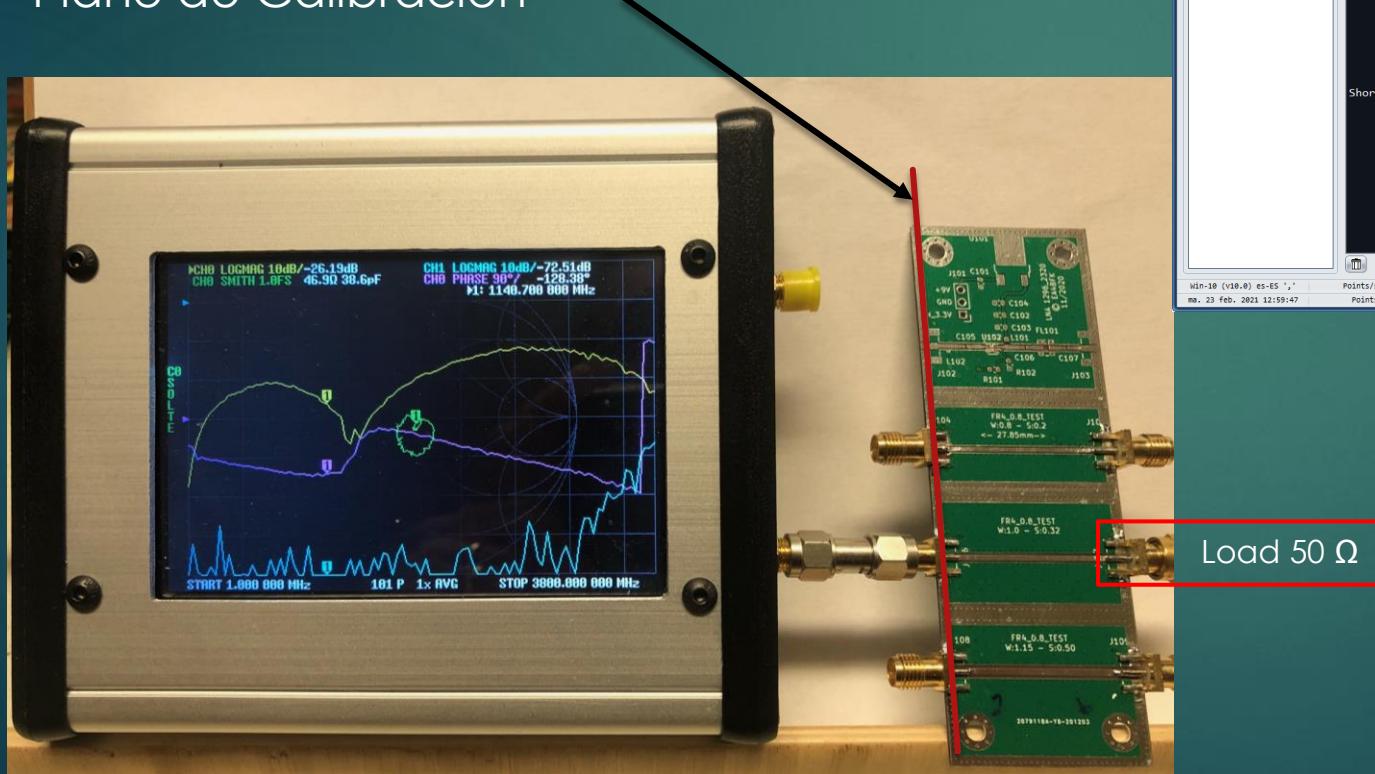


LNA 432 / 1296 MHz
2 Capas 0,8mm
Estañado

Medición Impedancia



- ▶ Instrumento: nanoVNA 2 (25MHz – 3500 MHz)
- ▶ Software: nanoVNA-App
- ▶ Kit Calibración
 - ▶ L: Telegartner 50 Ω
 - ▶ S,O,T: Amphenol
- ▶ Plano de Calibración



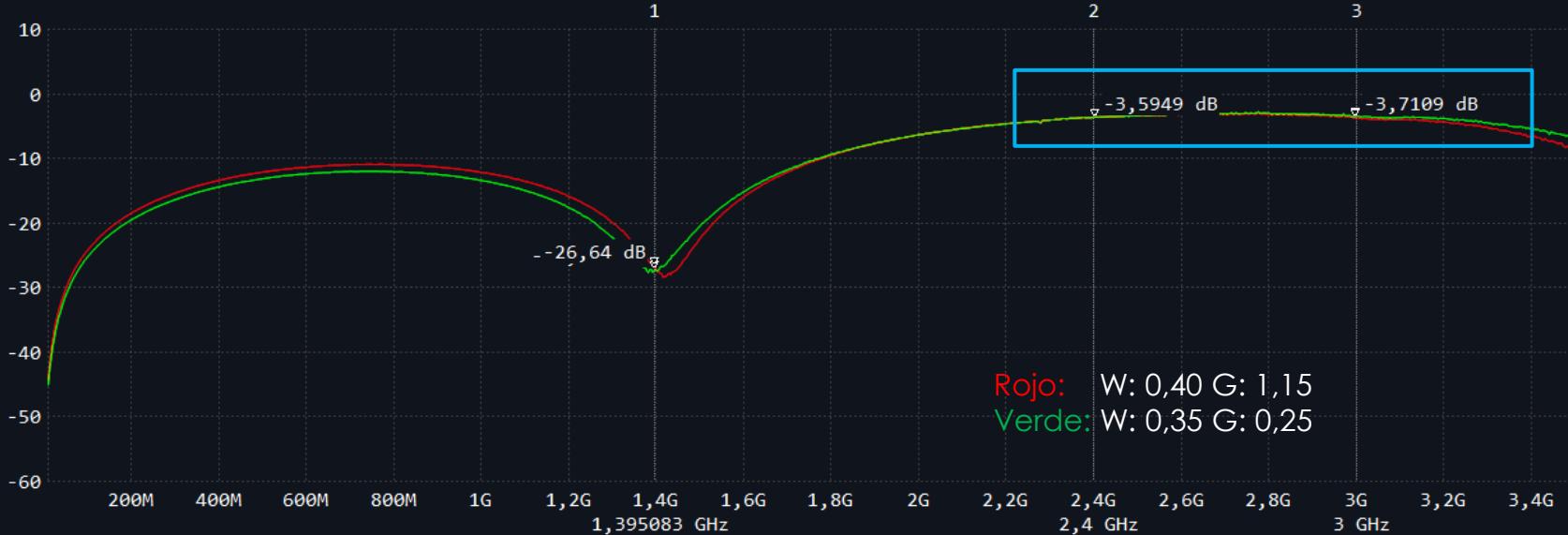
- Log mag S11
- Log mag S21
- Log mag S11 and S21
- Lin mag S11
- Lin mag S21
- Lin mag S11 and S21
- Phase S11
- Phase S21
- Phase S11 and S21
- Phase unwrap S11
- Phase unwrap S21
- Phase unwrap S11 and S21
- Group delay S11
- Group delay S21
- Group delay S11 and S21
- S-Parameters S11
- S-Parameters S21
- VSWR S11
- Impedance S11
- Series R+jX S11
- Parallel R+jX S11
- Series resistance S11
- Series reactance S11
- Quality factor S11
- Series capacitance S11
- Series inductance S11
- Coax loss S11
- Calibrations log mag
- Smith S11
- Smith S21
- Admittance S11
- Admittance S21
- Polar S11
- Polar S21
- TDR linear low pass impulse S11
- TDR linear band pass S11
- TDR log low pass impulse S11
- TDR log band pass S11
- TDR impedance S11

Impedancia PCB's – 4 Capas

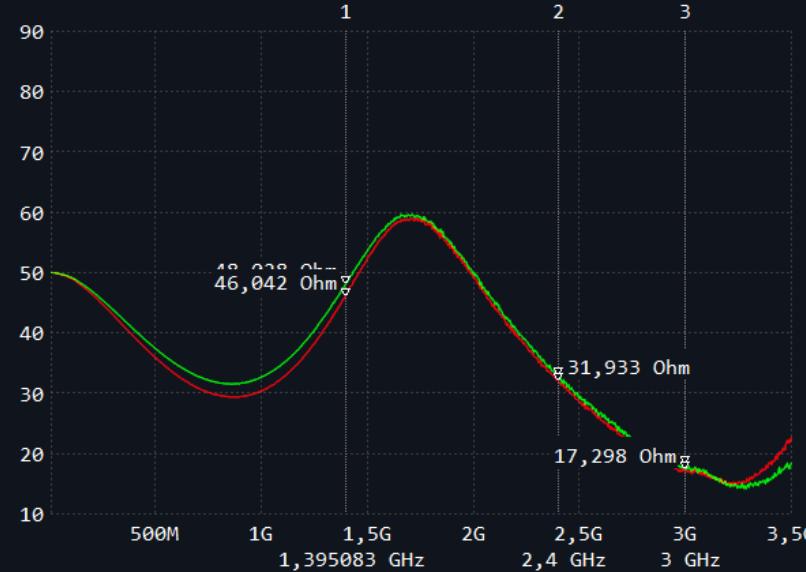


do. 21 feb. 2021 19:48:57

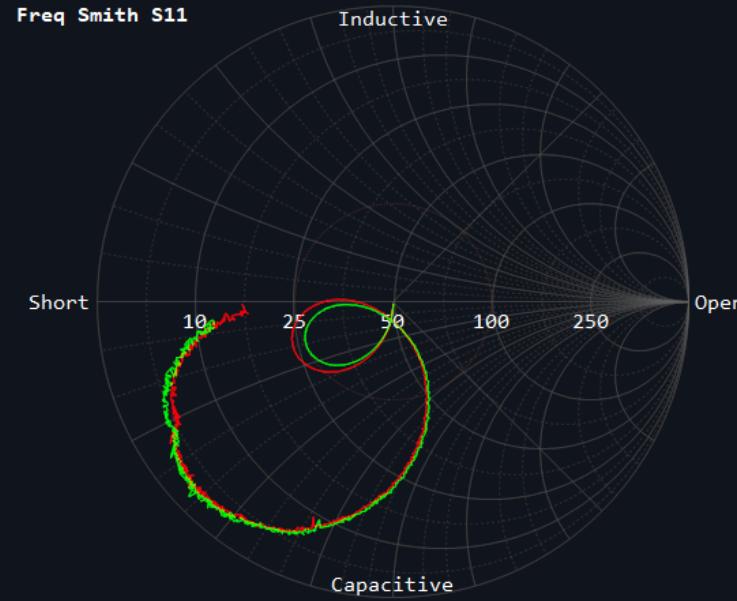
Freq Log Mag dB S11 S11 mem-1



Freq Impedance S11 S11 Zs mem-1



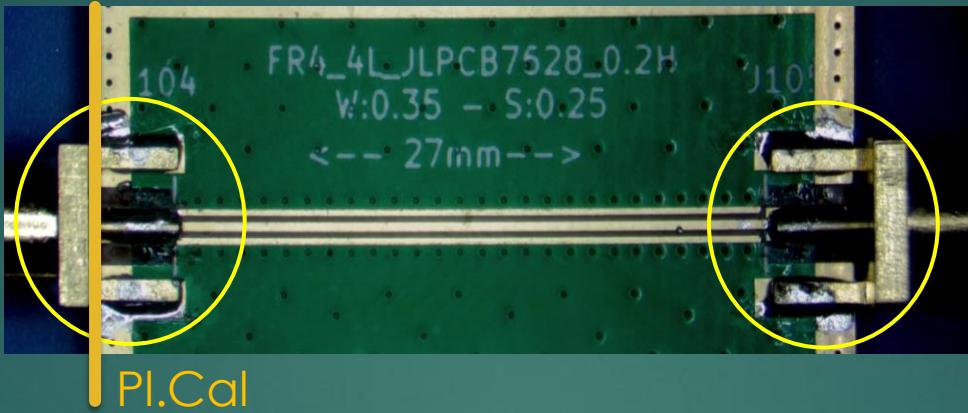
Freq Smith S11



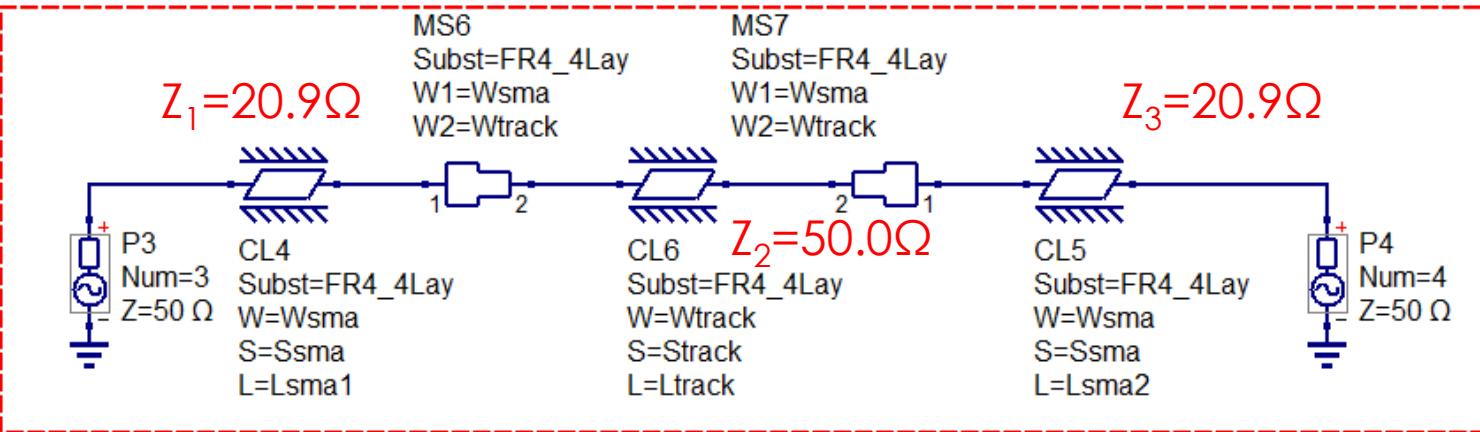
Error PCB 4 Capas? / Qué he medido?



- ▶ PCB 4 Layers: Exceso de Soldadura / Ancho pista del Pin / Plano de Masa Cercano



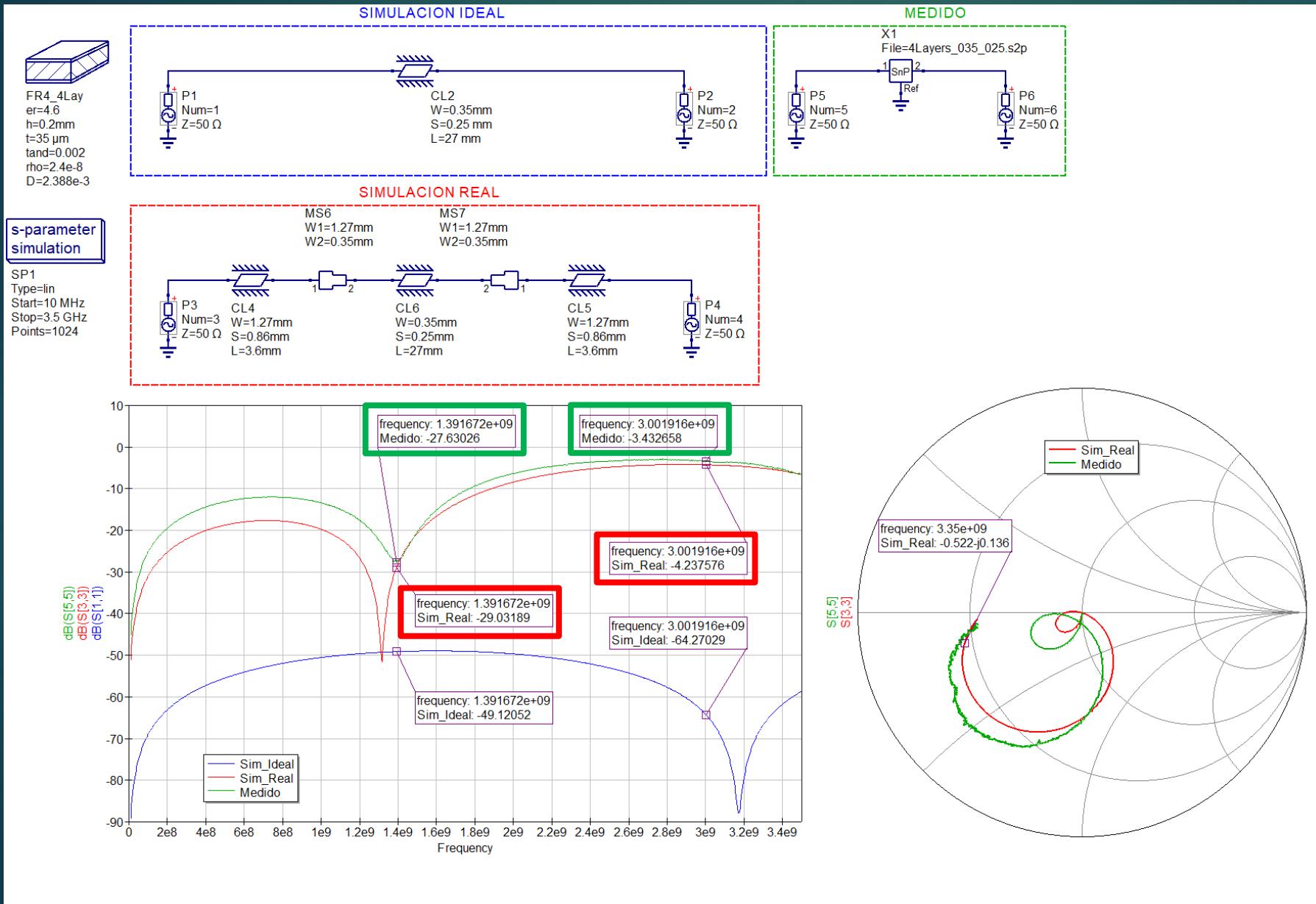
SIMULACION REAL



equation

Eqn1
Wtrack=0.35mm
Strack=0.25mm
Ltrack=27mm
Wsma=1.27mm
Ssma=0.86mm
Lsma1=3.6mm
Lsma2=3.6mm

Simulación PCB 4 Capas

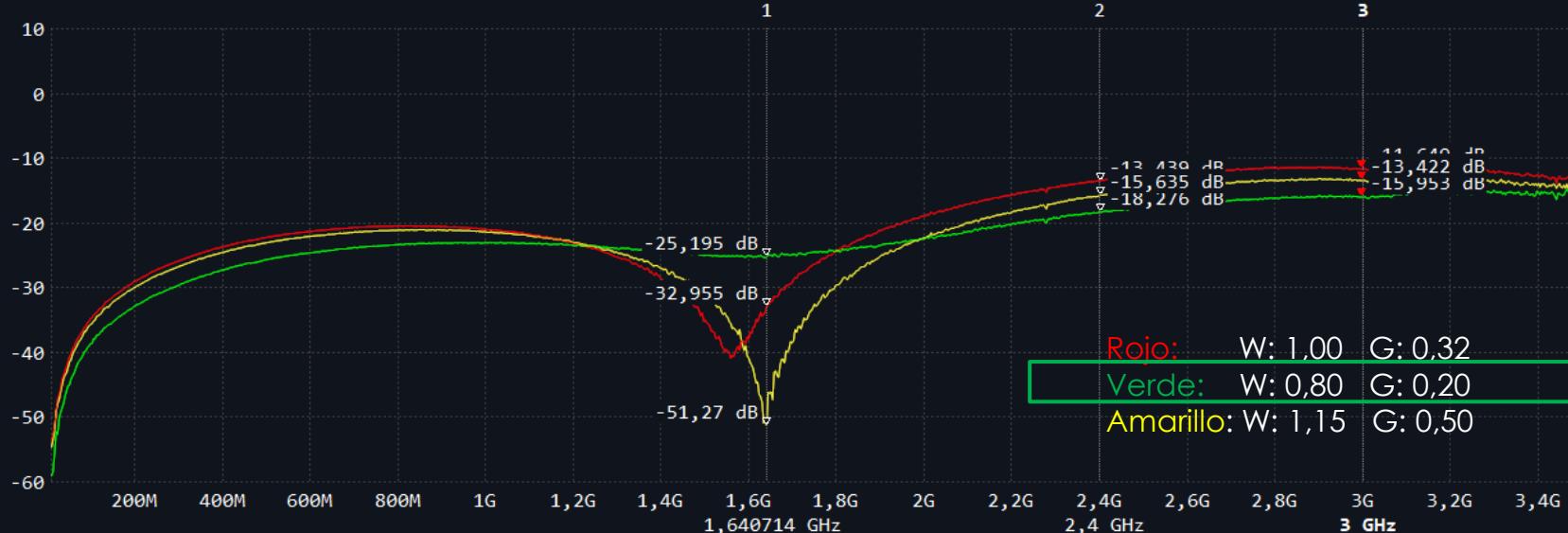


Impedancia PCB's – 2 Layers

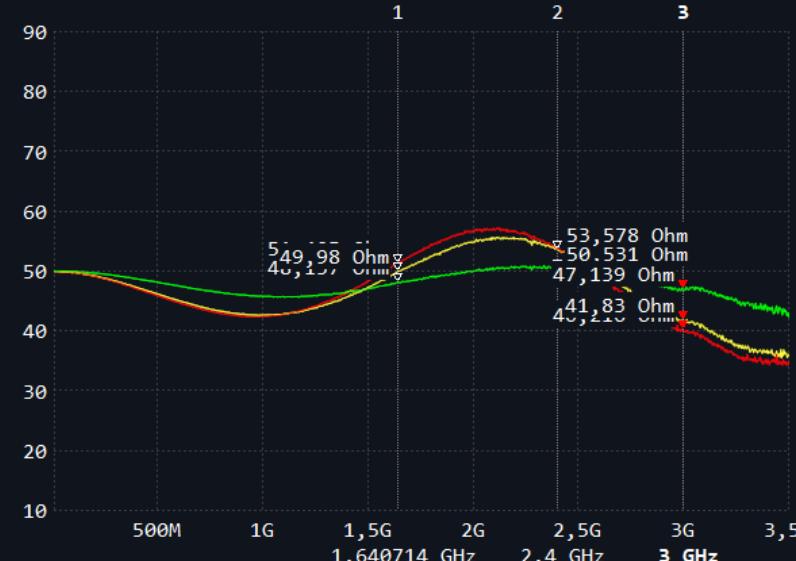


do. 21 feb. 2021 20:15:09

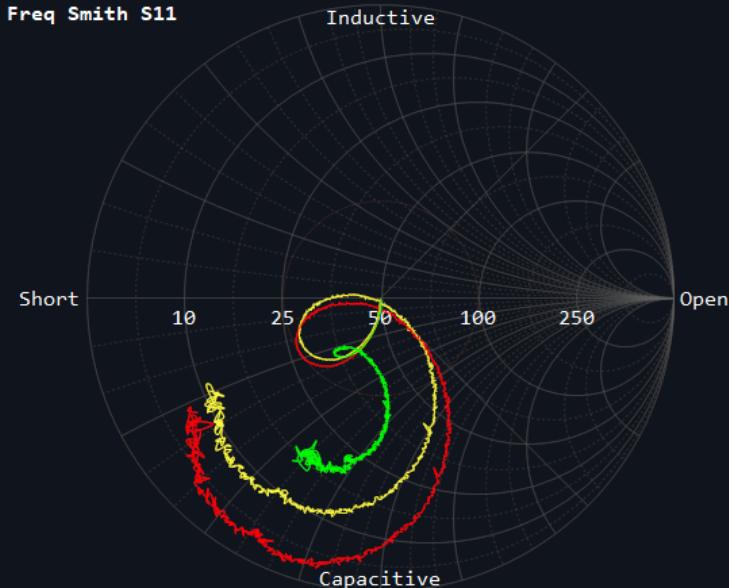
Freq Log Mag dB S11 S11 mem-1



Freq Impedance S11 S11 Zs mem-1



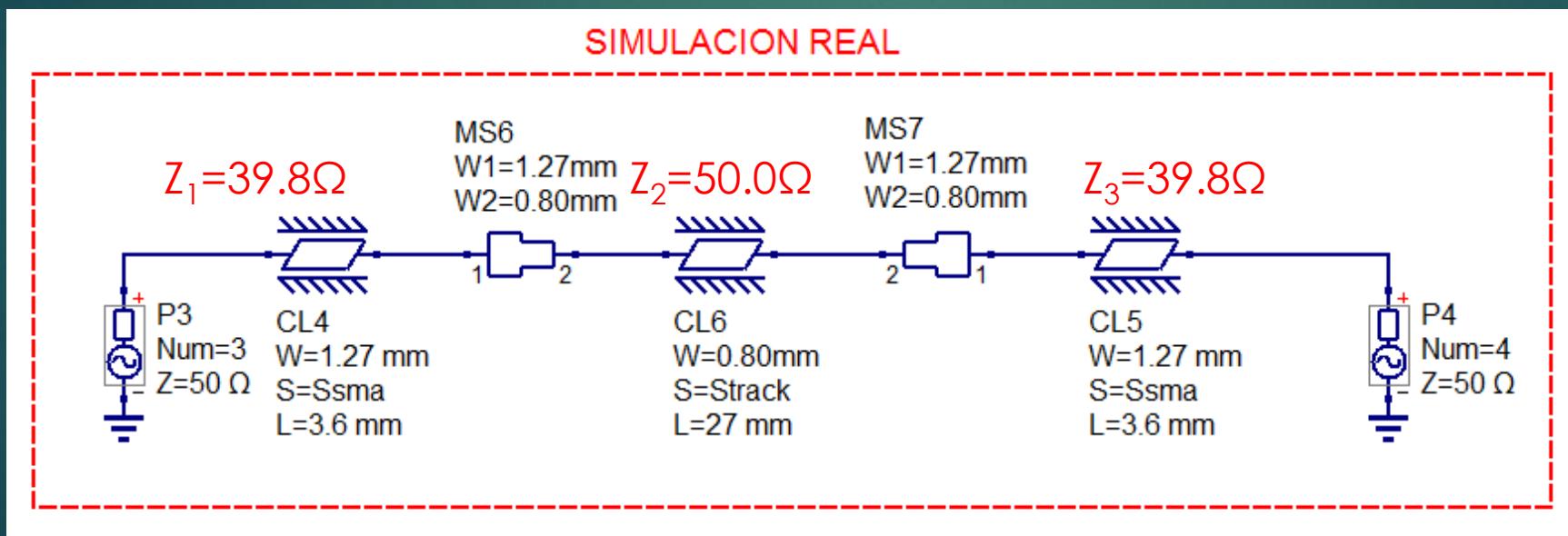
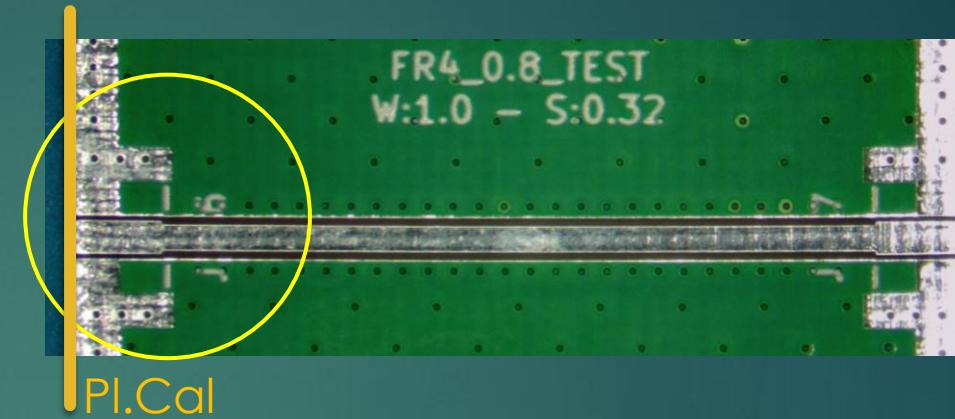
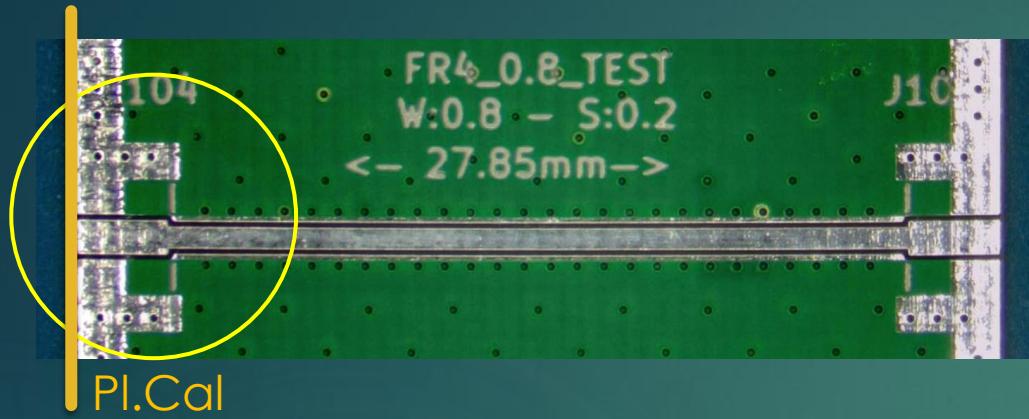
Freq Smith S11



Error PCB 2 Capas? / Qué he medido?



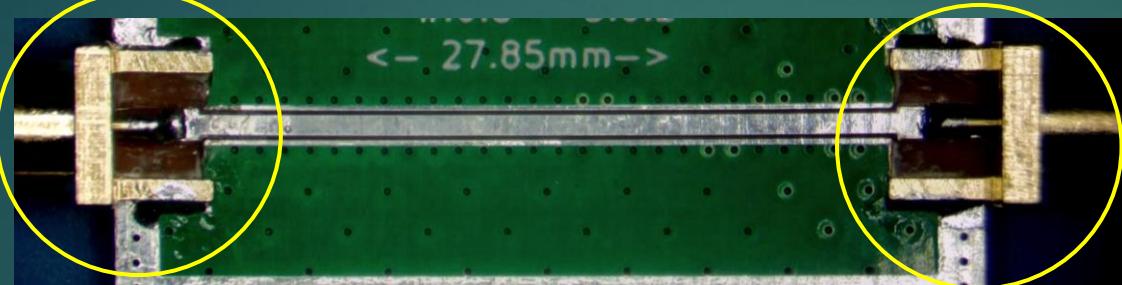
- ▶ PCB 2 Layers: Planos de masa cercanos / Pin del SMA



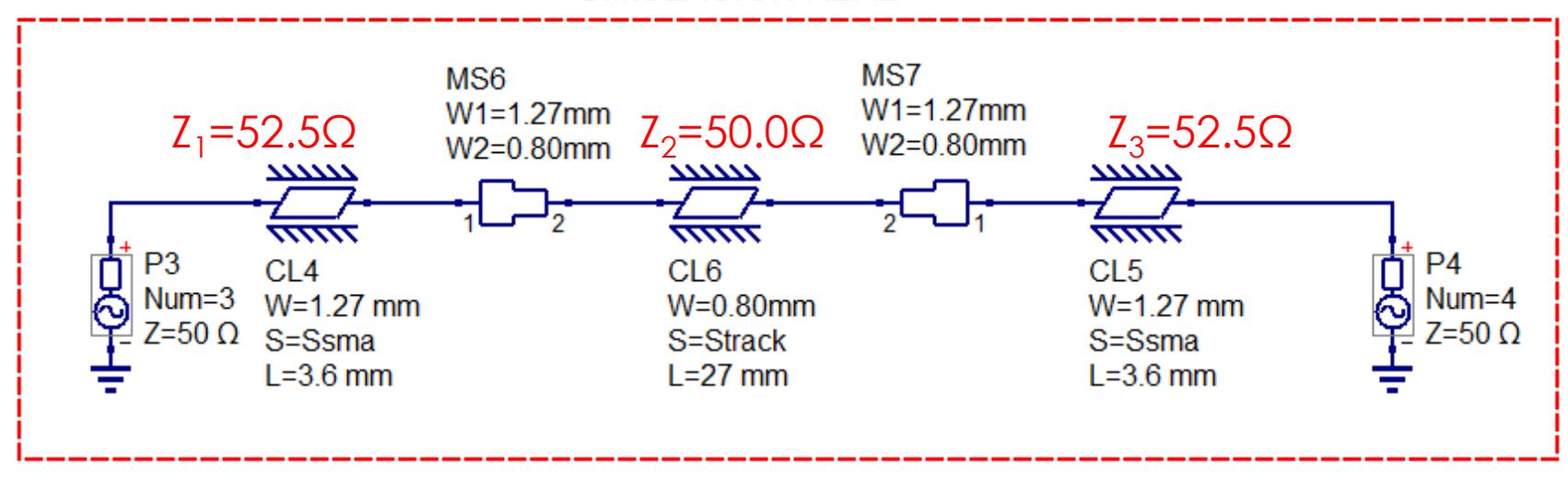


Corrección PCB 2 Capas

- ▶ Corrección Pistas SMA: Eliminar planos de GND / Pin acortado



SIMULACION REAL

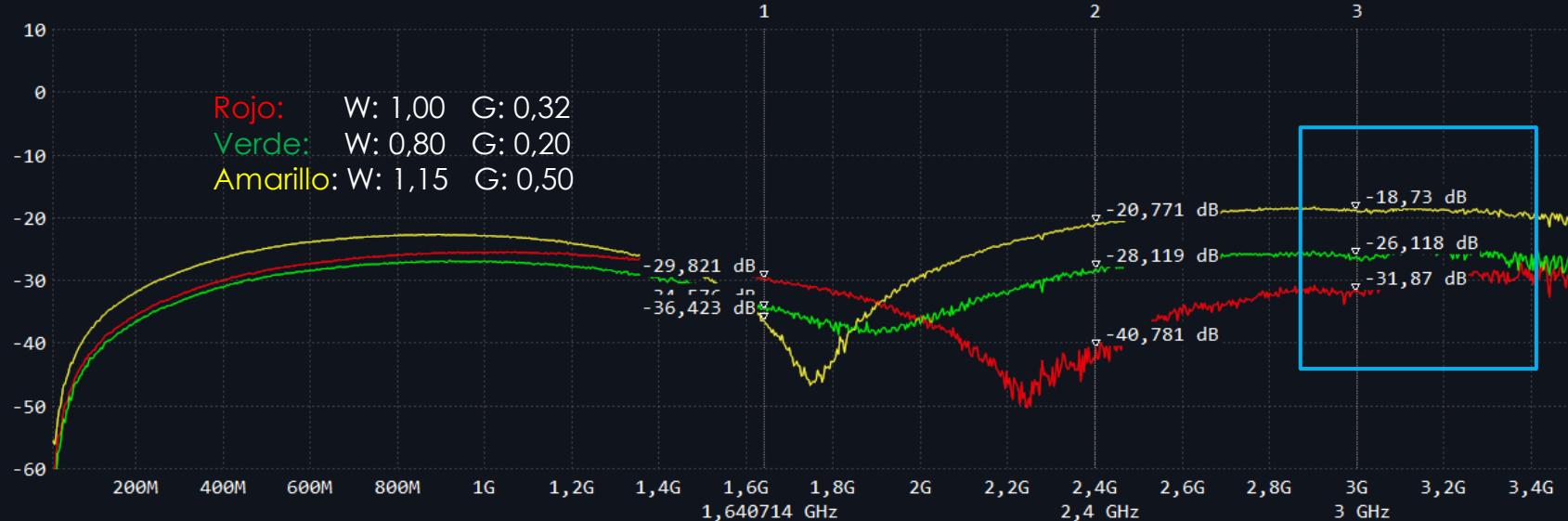


Impedancia PCB's – 2 C. (Corregida)

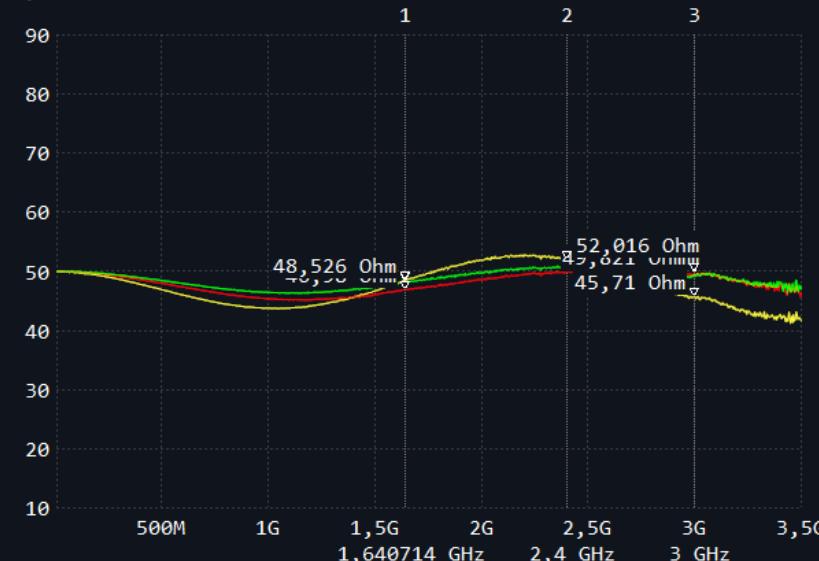


lu. 22 feb. 2021 09:45:18

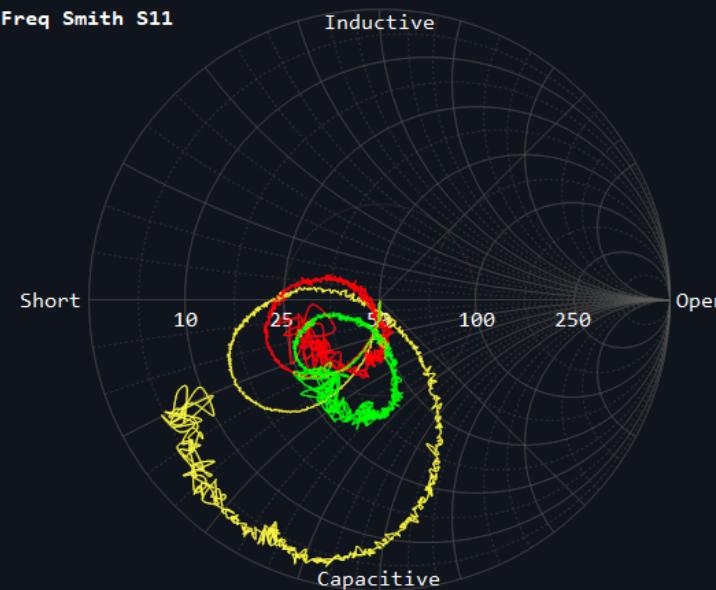
Freq Log Mag dB S11 S11 mem-1



Freq Impedance S11 S11 Zs mem-1



Freq Smith S11



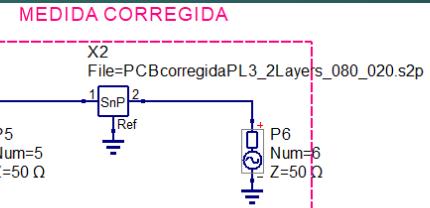
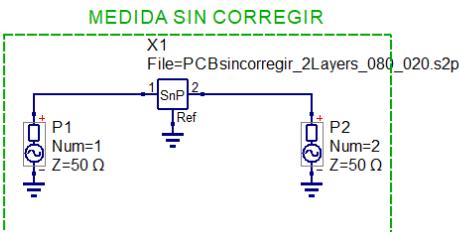
➤ Mejora RL a 3 GHz

0,80 / 0,20	1,00 / 0,32	1,15 / 0,50
-10dB	-20dB	-5dB

Simulación PCB 2 Capas – 0,80 / 0,20

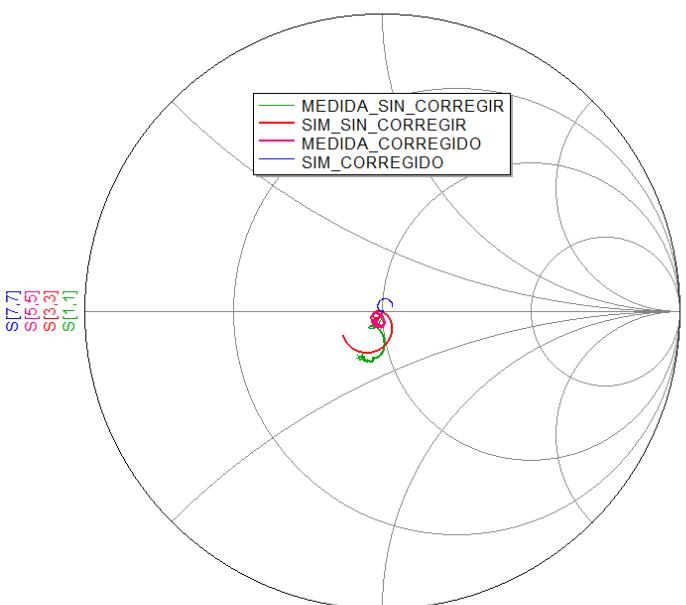
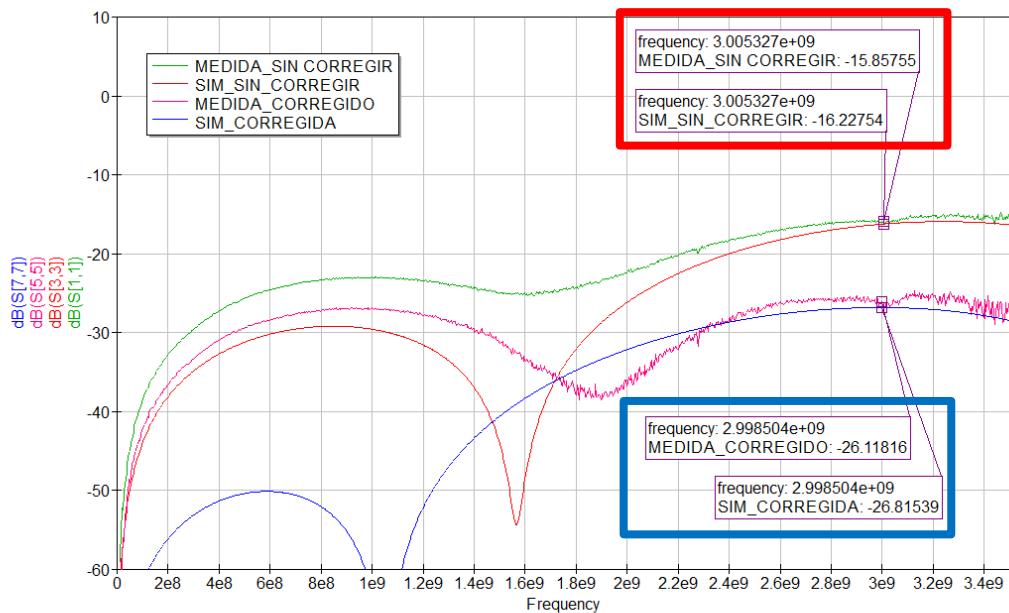
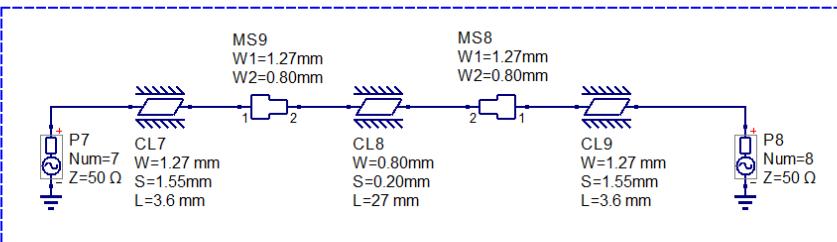
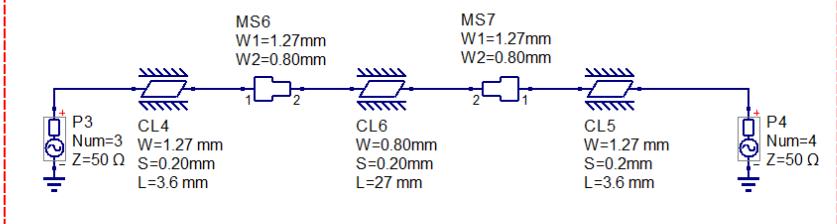


FR4_2Lay
er=4.5
h=0.73mm
t=35 µm
tanδ=0.022
ρ=3.9e-8
D=2.388e-3

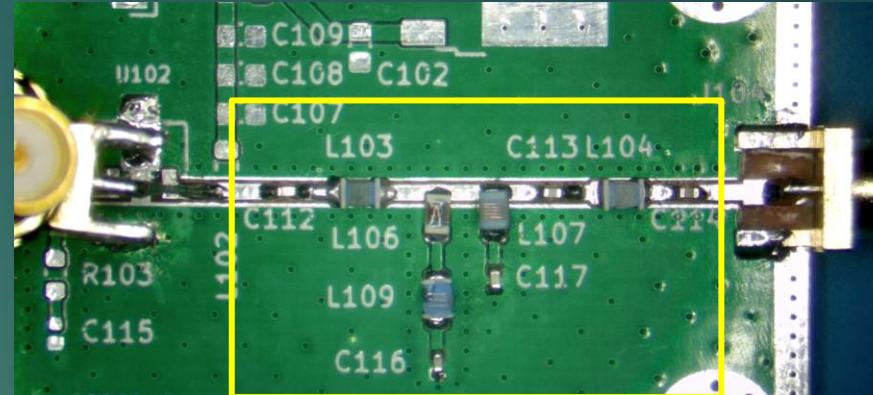
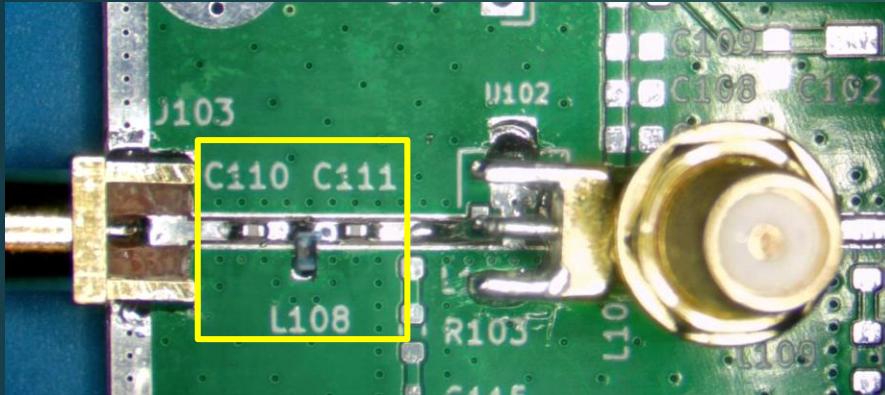


s-parameter
simulation

SP1
Type=lin
Start=10 MHz
Stop=3.5 GHz
Points=1024



Resultados LNA 145 MHz

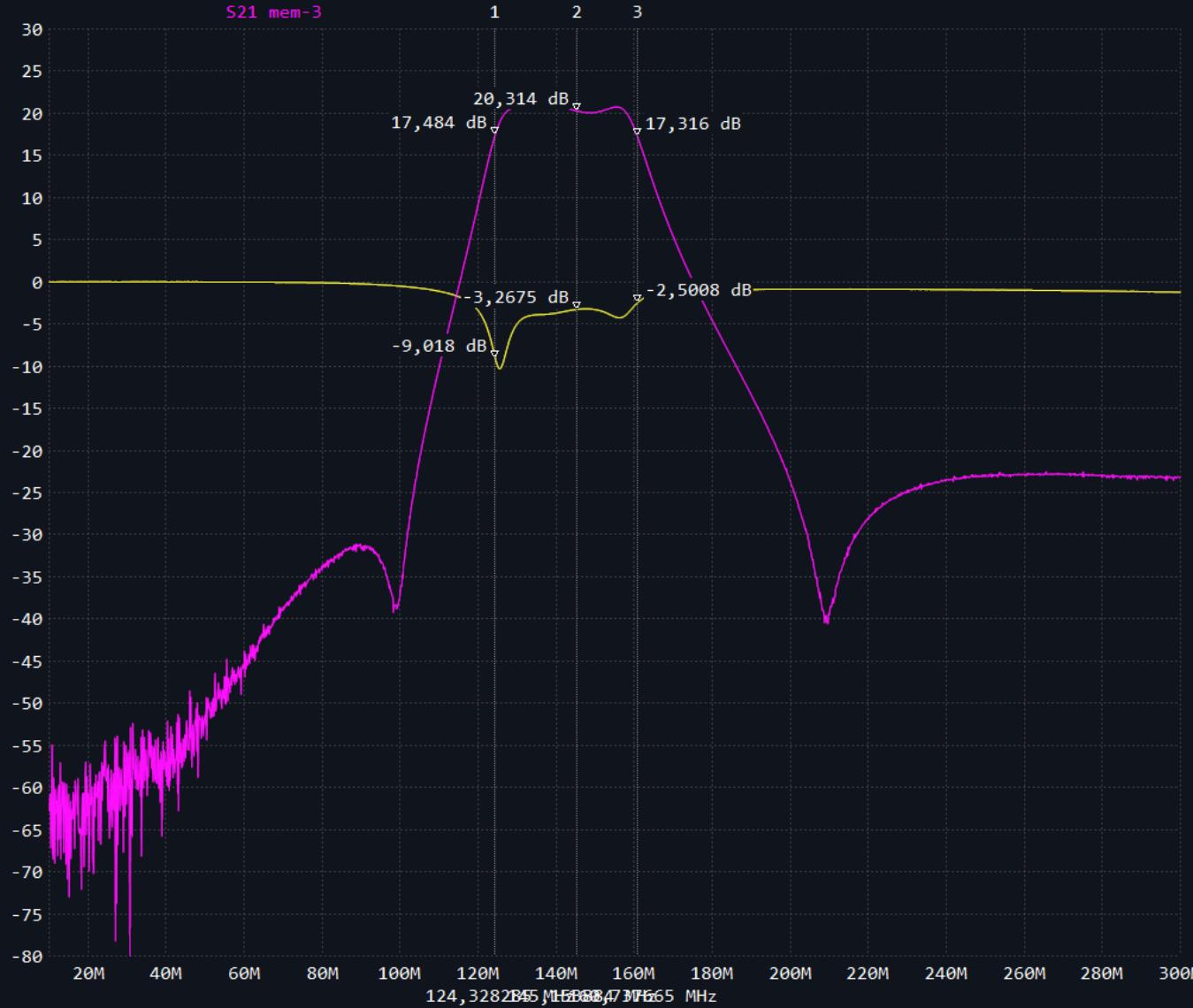


Resultados LNA 145 MHz



lu. 22 feb. 2021 12:00:58

Freq Log Mag dB S11 S21 S11 mem-3
S21 mem-3



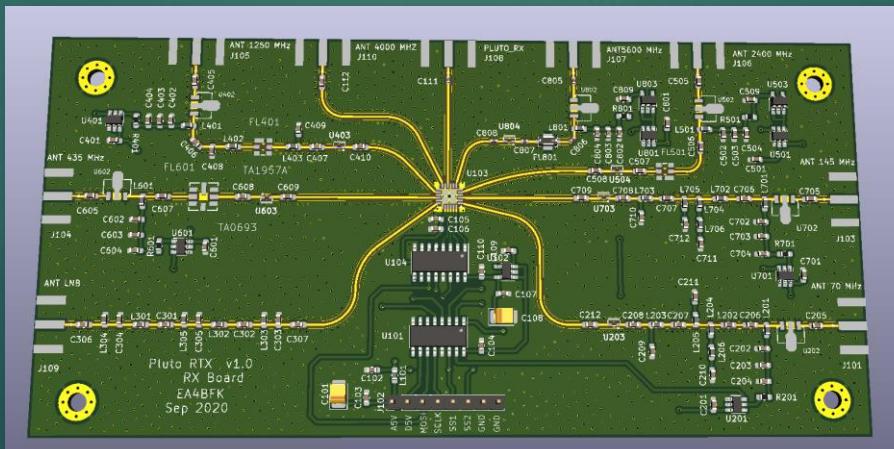
LNA 145 MHz

Gain (145 MHz)	20,3 dB
Bandwidth (-3dB)	124,3MHz – 160,7MHz
NF	(WIP)
OIP3	(WIP)

Próximos pasos



- ▶ Rediseño de las pistas de RF
 - ▶ 2 Capas - CPWG 0,80 y 1,00
 - ▶ Test de Microstrip
 - ▶ Conectores SMA 18 GHz para medir correctamente
 - ▶ Inclusión de S,O,L,T para calibrar el VNA
 - ▶ PCB soporte para Filtros SAW para extraer los parámetros S (Test Fixture)
- ▶ Rediseño de los LNA's con anchos de pista revisados
- ▶ Montaje y Evaluación de los LNA's 432 MHz – 5,6 GHz con los nuevos PCB's
- ▶ Diseño final del PCB RX



Conclusiones



- ▶ La preparación es fundamental para afrontar un proyecto de este tipo
 - ▶ Estudio / Datasheets / Librerías de Componentes / Diseños similares
- ▶ El uso de programas de Simulación es imprescindible para diseñar
- ▶ Decide el programa de CAD a emplear para desarrollar maestría en su uso
- ▶ Diseño de PCB's en RF. Cuidado con las pistas de conexión. Asegurarse de mantener en todo momento la impedancia. Usar "Tappers" si es necesario.
- ▶ Medir e interpretar las medidas es imprescindible para entender lo que sucede
- ▶ Si algo no funciona como esperabas, no es mala suerte. Hay una razón. Búscalas
- ▶ No es necesario un dispendio económico grande para diseñar en RF, pero necesitas estudiar y perseverar para avanzar.

Y sobre todo EXPERIMENTA, APRENDE y COMPARTE

Agradecimientos



- ▶ A todos los que están apoyando esta “locura” y me animan a seguir

Los Radiotrustornados

- ▶ Tommy (DL5BCA)
- ▶ Michael Margraf (DD6UM)
- ▶ Jose Manuel Campelo
- ▶ Gunthard Kraus (DG8GB)
- ▶ Paul McNair (Coilcraft)
- ▶ Maksim Grodzhinskiy (MiniCircuits)
- ▶ Y a todos los que comparten sus conocimientos y experiencias !!



Preguntas ?

Enlaces (1/2)



Bibliografía

Fundamentals of Microwave and RF Design

Collección de 6 libros gratuitos

<https://repository.lib.ncsu.edu/handle/1840.20/36776>

Adalm Pluto

Analog Devices

<https://www.analog.com/en/design-center/evaluation-hardware-and-software/evaluation-boards-kits/adalm-pluto.html>

Space Libre Fundation Report

[https://gitlab.com/librespacefoundation/sdrmakerspace/sdrevall/-/raw/master/Report/pdf/Evaluation of SDR Boards-1.0.pdf](https://gitlab.com/librespacefoundation/sdrmakerspace/sdrevall/-/raw/master/Report/pdf/Evaluation%20of%20SDR%20Boards-1.0.pdf)

Modificaciones Adalm Pluto por EA4BFK

<https://github.com/EA4BFK/AdalmPluto/blob/master/MANUAL%20DE%20INSTALACION%20Y%20CONFIGURACION%20DE%20ADALM%20PLUTOv2.2.pdf>

Firmware F5OEO (último: "Perseverance")

<http://firmware.hackhamradio.com/>

Proyecto Porstdown 4 de BATC

https://wiki.batc.org.uk/Portsdown_4

Proyecto Langstone de BATC

[https://wiki.microwavers.org.uk/Langstone Project](https://wiki.microwavers.org.uk/Langstone_Project)

Documentarse

LimeRFE Web

<https://www.crowdsupply.com/lime-micro/limerfe>

LimeRFE Github

<https://github.com/myriadrf/LimeRFE>

VHFDesign

<https://vhfdesign.com/category/lnas>

G4DKK

<http://www.g4ddk.com/Products.html>

HA8TA

<http://www.ha8et.hu/>



Enlaces (2/2)

Diseño de PCB's

Kicad	https://kicad.org/
RF Tools Kicad	https://github.com/easyw/RF-tools-KiCAD
SnapEDA	https://www.snapeda.com/discover/
OctoPart	https://octopart.com/
3DCONTENTCENTRAL	https://www.3dcontentcentral.com/

Tutoriales diseño PCB's de RF

VA3IUL (Enlaces excelentes)	https://www.qsl.net/va3iul/Microstrip_Stripline_CPW_Design/Microstrip_Stripline_and_CPW_Design.pdf
RF PC Board Design (Rick Hartley)	https://www.jlab.org/accel/eecad/pdf/050rfdesign.pdf

Softwares

nanoVNA-App	https://github.com/OneOfEleven/NanoVNA-H/tree/master/Release
QUCS Studio	http://dd6um.darc.de/QucsStudio/qucsstudio.html
QUCS Studio Blog de Jose M. Campelo	https://csc-rf-electronics.blogspot.com/
QUCS Studio Tutorial Gunthard Kraus	http://www.gunthard-kraus.de/

Proyecto Pluto RTX

Contactar por email con Alejandro Fernández – ea4bfk@gmail.com