A.1
Labo

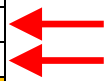
Horaire

	ALB - SA mercredi	ALB - SA mercredi		NE
1			1	8h15-9h00
2			2	9h00-9h45
3			3	10h00-10h45
4			4	10h50-11h35
5			5	11h40-12h25
6	3260.2 Technologie RF ISC3ie-a NE110 12h30-14h00		6	12h30-13h15
7			7	13h15-14h00
8			8	14h05-14h50
9			9	15h05-15h50
10			10	15h55-16h40
11			11	16h40-17h25
12			12	17h25-18h10
13			13	18h10-18h55
14			14	18h55-19h40

Calendrier

A	Jeudi	Théorie	Laboratoire
1	19.09.2022	0.1 – Organisation 1.0 – Antennes	
2	26.09.2022	1.0 – Antennes	
3	03.10.2022	2.0 – Adaptation	
3’	10.10.2022	Semaine thématique	
4	17.10.2022	2.1 – Demo (seulement les diapos) 3.0 – RF Positioning	Du temps pour les PCBs des antennes, 15 min pour répondre aux questions
5	24.10.2022	4.0 – Understanding FSK 5.0 – Understanding PSK	Fichier fabrication antennes
6	31.10.2022	4.0 – Understanding FSK (démo spectre) 6.0 – LoRa Crash Course p1 (début -> p. 11)	Fabrication des antennes
7	07.11.2022	6.0 – LoRa Crash Course p1 6.1 – LoRa Crash Course p2	
8	14.11.2022	6.1 – LoRa Crash Course p2 7.1 – BT AoA and AoD -> page 16 spécifications BT	
8’	21.11.2022	Semaine autonome	
9	28.11.2022	7.1 – BT AoA and AoD A.1 – Labo A.2 – Directives CP Démo analyseur de réseau	
10	05.12.2022	CP	
11	12.12.2022	Mini projet	
12	19.12.2022	Mini projet	
	26.12.2022	Vacances	
	02.01.2023	Vacances	
13	09.01.2023	Mini projet	
14	16.01.2023	Audits	
15	23.01.2023	Audits	
15’	30.01.2023		
16	06.02.2023	Examens	
	13.02.2023	Vacances	

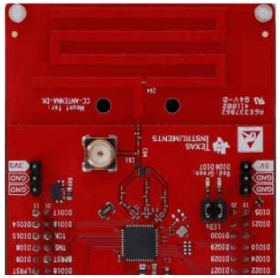
30.10.2022



Antennes

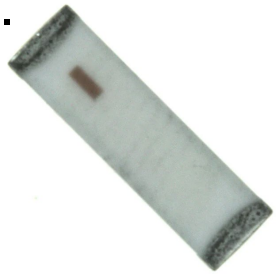
	References	Who	Type	
1	SWRA730	TI	PCB	Monopole
2	AN686 -> p.15	Silicon Labs	PCB	BIFA
3	0868AT43A0020E	Johanson	Chip	
4	ANT-868-SP	Linx	Chip	
5	ANT-868-CHP-T	Linx	Chip	
6	ACAG1204-868-T	Abracon	Chip	
~~7~~	~~ILA.08~~	~~Taoglas~~	~~Chip~~	
8	HA.21.A	Taoglas	Chip	
~~9~~	~~JLT868S25P4X~~	~~JC Antenna~~	~~Chip~~	
10	W3329	PulseLarsen	Chip	
11	0868BM15G0027E	Balun		Dipôle

1.



2.

3.

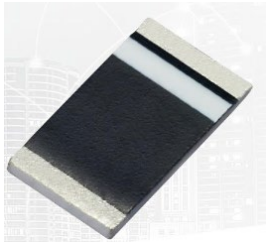


4.

5.

6.

7.



8.

9.

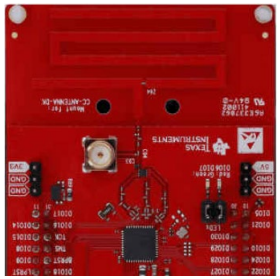
10.

11.

Formation de groupes, attribution des antennes

4	Cerf	Bastian
	Hueber	Xavier
1	Sollberger	Rayan
	Lindenlaub	Noé
11	Marchand	Jordan
	Robert-Nicoud	Antoine

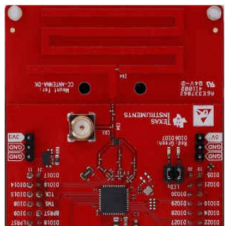
1.



4.

11.

Tâches

1. 

- Lire la documentation
- Réaliser un PCB avec:
  - l'antenne
  - les composants pour l'adaptation (X1, X2, X3, X4, X5)
  - le connecteur RF
  - une configuration pour réaliser le calibrage de l'analyseur de réseau

4. 

- Analyser une antenne (enlever la partie noire)
- Lire la documentation
- Réaliser un PCB avec:
  - l'antenne à souder ou/et avec une copie PCB de l'antenne
  - les composants pour l'adaptation (X1, X2, X3, X4, X5)
  - le connecteur RF
  - une configuration pour réaliser le calibrage de l'analyseur de réseau

11. 

- Choisir plusieurs BalUn adaptés à la bande de fréquence visée
- Pour le choix des BalUn, penser à l'adaptation d'impédance des BalUn et à la bande passante.
- Réaliser des PCBs pour accueillir
  - vos BalUns
  - une antenne dipôle
  - un connecteur RF

Fichiers de fabrication des antennes

Cyberlearn
Hes·so·CENTRE E-LEARNING

A.1 – Labo – Fabrication des antennes

À rendre, un fichier zip dont le nom est votre numéro et vos noms. Exemple 2021 :

- 1 - Comment-Berta.zip
- 2 - Cuenot-Burkart.zip
- 3 - Dupertuis-Jeager.zip
- 4 - Froideveaux-Junod.zip
- 5 - Gerber-Moser.zip
- 6 - Gonzalez-Pugliese.zip
- 7 - Rebetez-Riboulet.zip
- 8 - Rohrer-Favre.zip
- 9 - Weibel-Hardy-Rasiti.zip

Dans le fichier zip, on doit y trouver les fichiers Gerber et NCDrill ainsi qu'un fichier txt.
Exemple 2021

- Gerber
- NC Drill
- InfoPCB.txt

Le fichier txt doit contenir les informations suivantes :

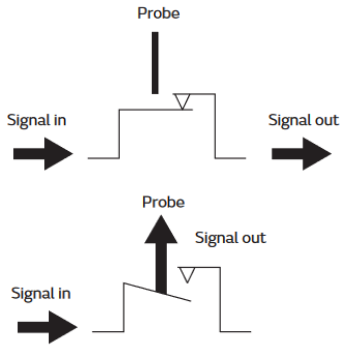
- Nom du PCB:
- Nombre de PCB à commander:
- Nombre de couches:
- Taille du PCB [mm]:
- Plus petit diamètre de perçage [mm]:
- Clearance minimum [mm]:
- Width minimum [mm]:
- Sérigraphie:

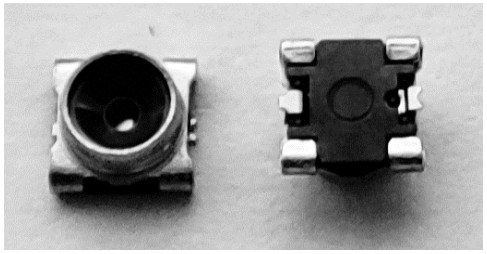
Exemple 2021

```
1 Nom du PCB:                          1 - Comment-Berta DN023
2 Nombre de PCB à commander:           5
3 Nombre de couches:                   2
4 Taille du PCB [mm]:                  51.5 x 45 mm
5 Plus petit diamètre de perçage [mm]: 0.711mm
6 Clearance minimum [mm]:              0.254
7 Width minimum [mm]:                  1mm
8 Sérigraphie:                         Sans
```

Connector with switch

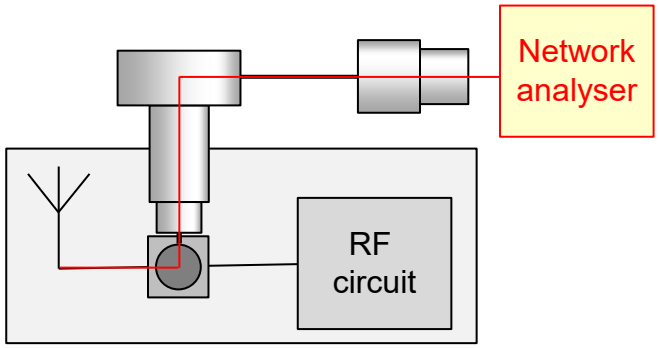
Part #: MM8430-2610RA1
DigiKey #: 490-4980-1-ND
Price: CHF0.50





Probe coaxial cable

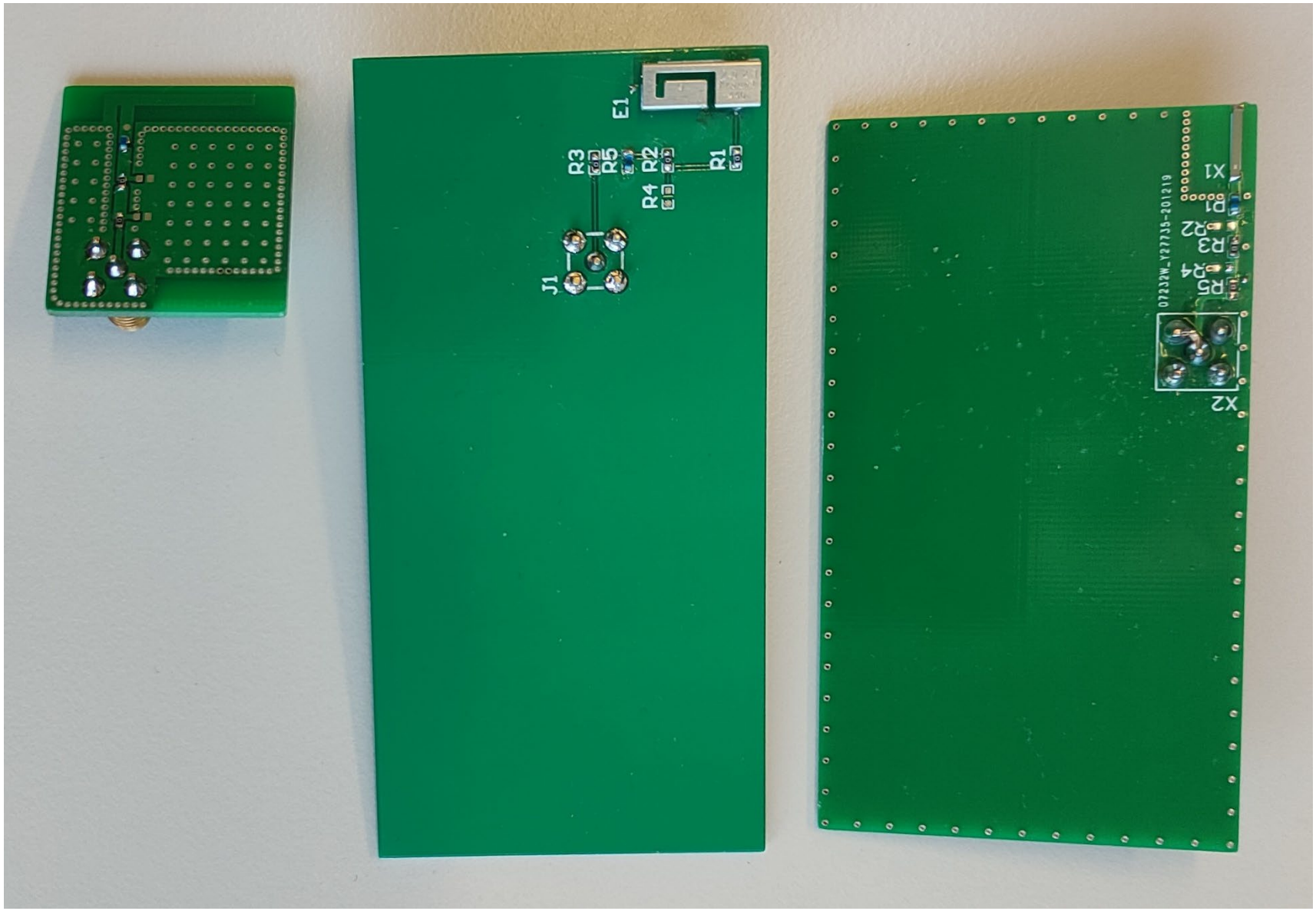
Part #: MXHS83QE3000
DigiKey #: 490-4982-ND
Price: CHF30



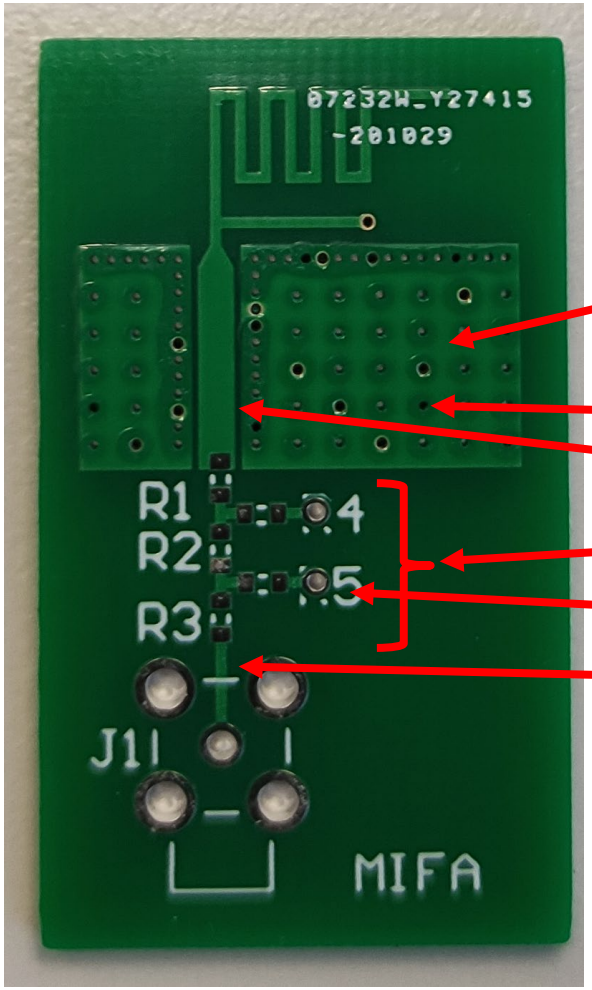
Design du PCB

- **Lire, comprendre et respecter les documents du fabricant**
  - Placement de l'antenne
  - Taille du plan de masse
  - …
- **Ajouter les composants pour l'adaptation**
  - Tout le monde utilise la même nomenclature
  - Utiliser l'empreinte pour SMD 0603
- **Ajouter le connecteur RF**
  - Respecter les données du fabricant
- **Minimiser les distances**
  - Pour minimiser les délais
- **Plans de masse**
  - Des deux côtés, reliés par des vias
- **Vias**
  - Pour éviter des différences de potentiel dues à des courants
- **Penser au calibrage**
  - Comment allez-vous calibrer pour éviter les délais?
  - Ajouter quelque chose sur le PCB (Short/Open/Load)

Exemple 2020



Groupe 1 - Inverted-F



Plan de masse « Top » trop petit

Plan de masse « Bottom », ok?

Ancrage des plans de masse ok!

Il faut minimiser la longueur de cette piste

Footprint proches

Ancrage à la masse problématique

Il faut minimiser la longueur de cette piste

- **Présentation Agilent et NanoVNA**
- **Exporter les mesures**
  - Fichiers S1P et S2P
  - Simulations avec ADS
- **Calibrage**
  - Pourquoi et comment réaliser le calibrage?
- **Mesures**
  - RF Demo Kit
  - Exemples de mesures

Network Analyzer – Analyseur de réseau

Câble coaxial
SMA-Probe
Femelle-mâle

Adaptateur
SMA-SMA
Mâle-mâle

Câble coaxial
SMA-SMA
Mâle-mâle

Calibration
- Load 50Ω
- Short 0Ω
- Open ∞Ω

Adaptateur
SMA-SMA
Femelle-femelle

Adaptateur
SMA-SMA
Mâle-femelle

Câble USB A – USB C

Network Analyzer – Analyseur de réseau

NanoVNA-F V2 Portable Vector Network Analyzer User Guide V2.0.pdf

NanoVNA-F V2

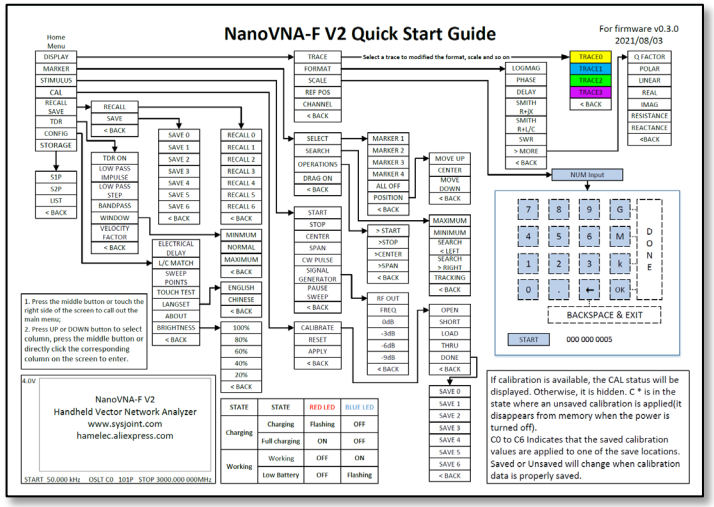
Portable Vector Network Analyzer

User Guide

Rev. 2.0

(For firmware V0.3.0)

NanoVNA-F V2 Quick Start Guide.pdf



Math-for-nanoVNA-S2Z-and-Z2S-on-S1P-and-S2P-files.pdf

Math for S1P and S2P Files

by Arie Kleingeld PA3A

What is this about?

S21 to Z = R+jX and v.v. ('S2Z' and 'Z2S') for Hi-Z values

S21 to Z = R+jX (S2Z) for low-Z values

S11 to Z = R+jX and v.v. (S2Z and Z2S)

Zs = Rs + jXs calculating series to parallel Rp and jXp and v.v.

Things you should know about the S1P and S2P files

The file-format that nanoSAVER uses is a standard format and contains several columns:

S1P-file (3 col): Stim(ulus) Re(S11) Im(S11)

S2P-file (9 col): Stim(ulus) Re(S11) Im(S11) Re(S21) Im(S21) Re(S12) Im(S12) Re(S22) Im(S22)

Stimulus is het used frequency and the rest of the columns contains the S-values. The S-values are split in 'Re' and 'Im'. 'Re' is the so called real part of the S-value and 'Im' is the imaginary part. With this we do not only know the amplitude of the measured signal but also the phase. The nanoVNA does not measure S12 and S22, because then it would need a signal source in the second port (CH1) and that is not the case. NanoSAVER will therefor export zeros in those S2P columns.

A S21-file imported into Excel looks like this:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	#	Hz	S	RI	R	50			
2		500000	0,317827	-5,33E-05	0,680673	-0,00019	0	0	0	0
3		795000	0,317765	0,000451	0,680574	-0,0002	0	0	0	0
4		1090000	0,317748	0,000244	0,680465	-0,00021	0	0	0	0

Attention: the first row does not contain the column-names! It tells us something about the file itself:

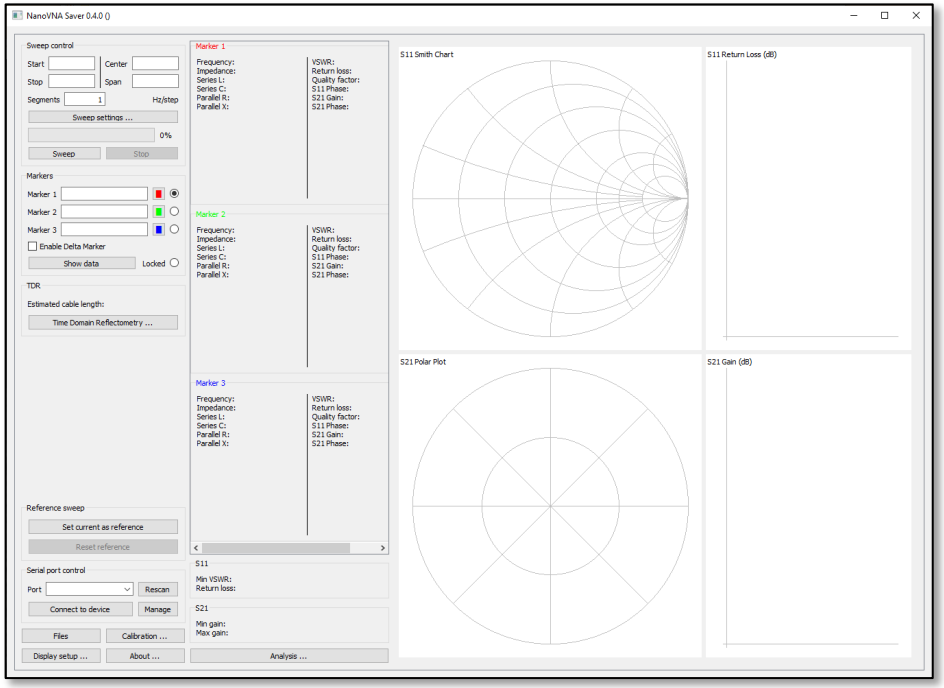
- Hz: shown frequency is in Hz
- S: the file contains S-parameters
- RI: the file is in the Re(Sxx) Im(Sxx) format, so S is split in real part and imaginary part.
- 50: characteristic impedance of the measurement system (50 ohm).

So for this file we've got:
frequency (Hz), Re(S11), Im(S11), Re(S21), Im(S21) and the already mentioned zeros, because S12 and S22 are not measured here.

In the next paragraphs Re(Sxx) and Im(Sxx) are expressed as Dr (r = real) and Di (i = imaginary).

(Disclaimer: For the 'purist' readers: Attenuation expressed in positive dB's is same as Gain expressed in negative dB's. ;-))

nanovna-saver.exe



Fichiers S1P et S2P

Exemple *.s1p

```
# HZ S RI R 50
50000 0.9891375683974329 -0.00898075194931372
6049500 0.6573356171677942 -0.722022044951842
12049000 -0.02449808477075153 -0.9061618594632106
18048500 -0.4691915240467482 -0.6305893798042727
24048000 -0.5757026946495741 -0.30589183764676176
30047500 -0.5453295517821385 -0.08959102486905943
36047000 -0.47346192154906347 0.03451357316658955
42046500 -0.4010213937301929 0.10550216196188003
48046000 -0.33924025232405686 0.14369861787624516
54045500 -0.2855205815342752 0.16124638420554716
60045000 -0.24416630674825798 0.17065879482895502
66044500 -0.209531368857232 0.17266721764881385
72044000 -0.17841428097987716 0.17010407913075842
78043500 -0.154980167643117 0.16543928791270776
84043000 -0.13466866771855818 0.16089666188231494
90042500 -0.11942369491954746 0.15768226655840642
96042000 -0.10536714906242649 0.15196100042741773
102041500 -0.0925897856645299 0.14441192004620357
108041000 -0.08235549863522987 0.1383401785584339
```

Exemple *.s2p

```
# HZ S RI R 50
50000 -0.06158931515577741 -0.1992743653736544 1.0226078846970852 -0.006481603784321652 0 0 0 0
6049500 0.025103350682010677 0.023252717843833415 0.9890757898391865 -0.05925695431329639 0 0 0 0
12049000 0.032047950688643745 0.03984317887384311 0.9809357003161223 -0.11748054965300077 0 0 0 0
18048500 0.04099606204548219 0.05407110269061495 0.9708297369088877 -0.17260798459639606 0 0 0 0
24048000 0.0540051303315896 0.06652785542845625 0.9504001287763674 -0.24416693144721074 0 0 0 0
30047500 0.06066632819102102 0.07743332709732983 0.9403507992021388 -0.2820119200656351 0 0 0 0
36047000 0.07189884166956229 0.08890381722562093 0.9206286880119848 -0.33580935523556926 0 0 0 0
42046500 0.08487703521123621 0.09997891061078933 0.8974722580141008 -0.39044982617086665 0 0 0 0
48046000 0.09949090850550811 0.11057281132982721 0.8698922483829898 -0.4433376334849045 0 0 0 0
54045500 0.11532913861890756 0.11882889252576362 0.8373174718364161 -0.49293770486292465 0 0 0 0
60045000 0.1333564133290305 0.12871925773114892 0.8016200936680038 -0.5460632756417155 0 0 0 0
66044500 0.15310001693693495 0.1402359767252175 0.7604431841945035 -0.5898364979892358 0 0 0 0
72044000 0.17874483601206623 0.1493536750824092 0.7129443880644775 -0.6355969209893466 0 0 0 0
78043500 0.20123963069118053 0.15844774306599793 0.6182654366409188 -0.7009337387779077 0 0 0 0
84043000 0.23225972616954466 0.15720803008117812 0.6074680681371434 -0.7045013465523917 0 0 0 0
90042500 0.2617097786542653 0.1598181652583111 0.5508101919245977 -0.7296743529660191 0 0 0 0
96042000 0.28829025919482554 0.17039157006034003 0.5232686669376233 -0.7368673149874532 0 0 0 0
102041500 0.32250117226581687 0.16693498013107153 0.4650684086399698 -0.7512026390106785 0 0 0 0
108041000 0.3603353297574584 0.14620985440745654 0.3810696515448951 -0.7649367652858982 0 0 0 0
```

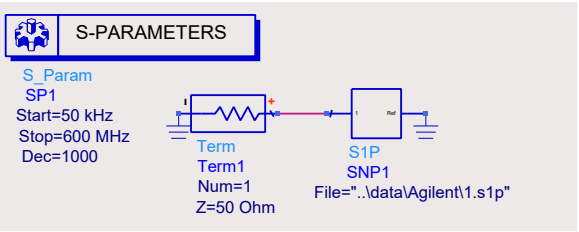
Exemple *.s2p

```
# Hz S  dB   R 50
10000000 -2.533361e+001 5.893236e+001 -2.520167e-001 -6.920187e+000 -2.555901e-001 -7.130661e+000 -2.541234e+001 5.819622e+001
10737500 -2.501541e+001 5.998183e+001 -2.596929e-001 -7.581232e+000 -2.335523e-001 -7.357712e+000 -2.462643e+001 5.634661e+001
11475000 -2.491405e+001 5.600958e+001 -2.788646e-001 -7.979486e+000 -2.454067e-001 -8.172709e+000 -2.385117e+001 5.565400e+001
12212500 -2.391768e+001 5.986038e+001 -2.597760e-001 -8.353236e+000 -2.610437e-001 -8.520444e+000 -2.487686e+001 5.657484e+001
12950000 -2.397892e+001 5.879844e+001 -2.722391e-001 -8.810529e+000 -2.743340e-001 -8.817595e+000 -2.361325e+001 5.591385e+001
13687500 -2.361399e+001 5.747307e+001 -2.808672e-001 -9.379165e+000 -2.952688e-001 -9.275329e+000 -2.354255e+001 5.598491e+001
14425000 -2.342259e+001 5.682822e+001 -2.829096e-001 -9.738650e+000 -2.813313e-001 -9.743355e+000 -2.302877e+001 5.786226e+001
15162500 -2.326403e+001 5.810482e+001 -2.829800e-001 -1.013492e+001 -2.927338e-001 -1.005812e+001 -2.311304e+001 5.343512e+001
15900000 -2.293867e+001 5.845984e+001 -2.965939e-001 -1.057944e+001 -2.806315e-001 -1.048666e+001 -2.321467e+001 5.460146e+001
16637500 -2.292528e+001 5.538621e+001 -2.977017e-001 -1.102164e+001 -2.835594e-001 -1.088176e+001 -2.262842e+001 5.668802e+001
17375000 -2.238754e+001 5.748827e+001 -3.082244e-001 -1.129147e+001 -3.135264e-001 -1.139994e+001 -2.305800e+001 5.536369e+001
```

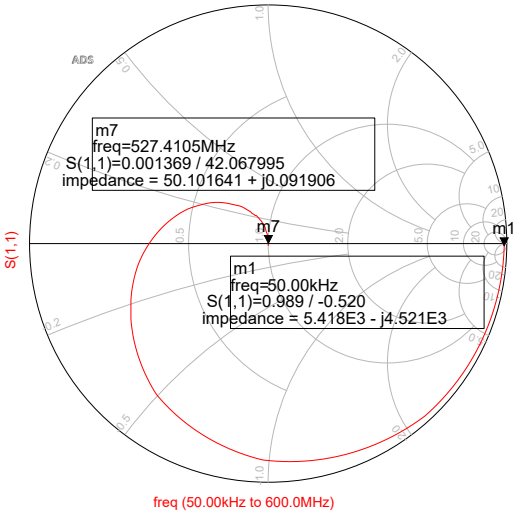
La première ligne ne contient pas les noms des colonnes. Elle nous renseigne sur le fichier

- Hz : fréquence en Hz
- S : indique que le fichier contient des paramètres S
- RI : coordonnées cartésiennes, c.-à-d. Re(Sxx) Im(Sxx)
- dB: coordonnées polaires, c.-à-d. Amp(Sxx)dB et angle(Sxx)
- 50 : correspond à l'impédance caractéristique du système de mesure en Ohm(50 ohm)

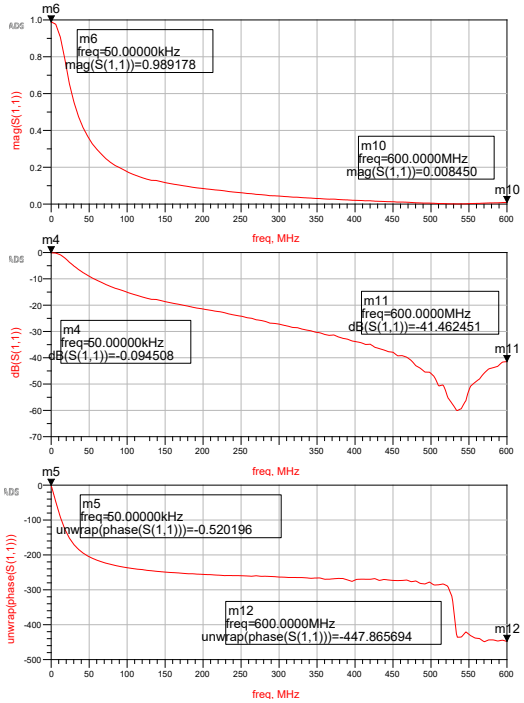
Simulations avec ADS



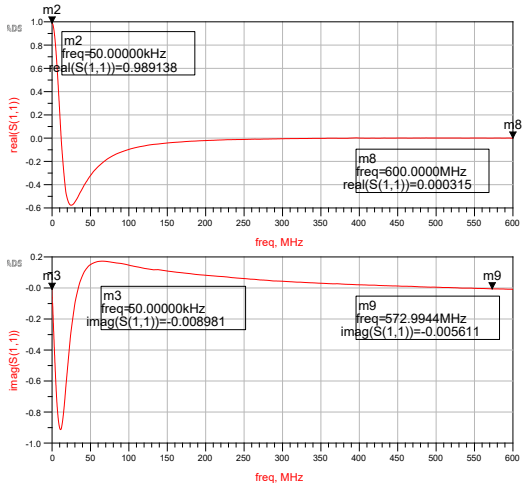
Smith chart



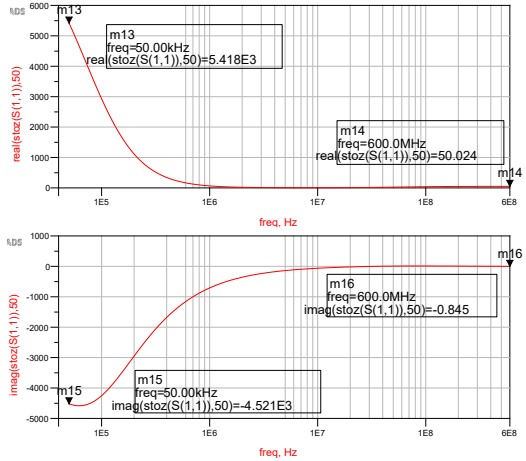
Amplitude et phase de S



Partie réelle et imaginaire de S



Partie réelle et imaginaire de Z



En partant du fichier S1P et en utilisant Excel

# HZ S RI R 50			Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]		Rs [Ω]	Xs [Ω]		
50000	0.989137568	-0.00898075	0.989178	-0.09451	-0.0090791	-0.5202		5418.227	-4520.976	0.704	Cs [nF]
600000000	0.00031471	-0.00844454	0.00845	-41.4625	-1.5335457	-87.8657	-447.866	50.024	-0.845	0.314	Cs [nF]

NanoVNA-Test-S1P-simulation.xlsx

Calibrage

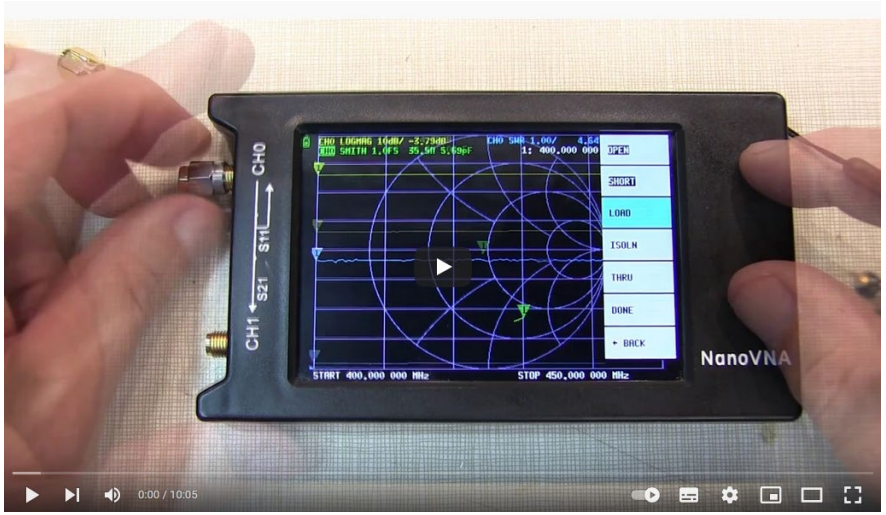
Comment?

Calibration
- Load 50Ω
- Short 0Ω
- Open ∞Ω

RF Demo Kit

Pourquoi?

Why a VNA needs to be calibrated | how to calibrate a nanoVNA

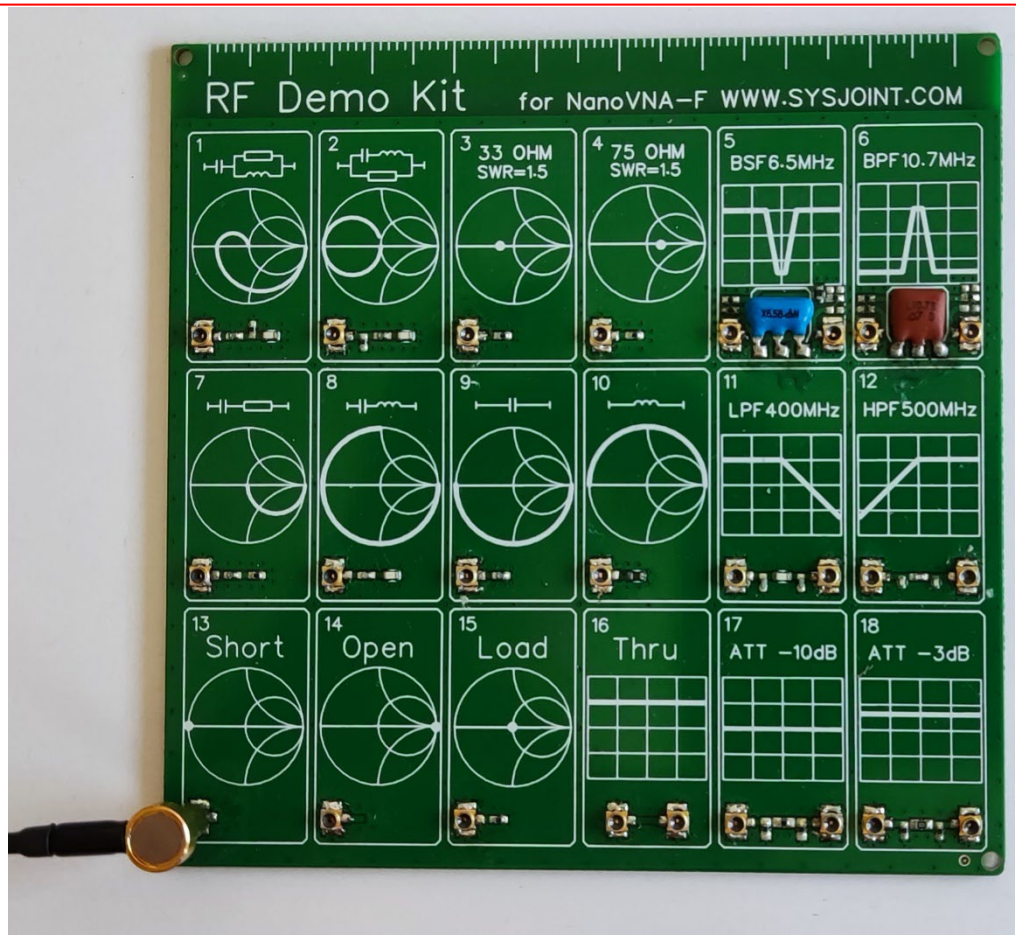


https://youtu.be/x-tbvAbh9jk

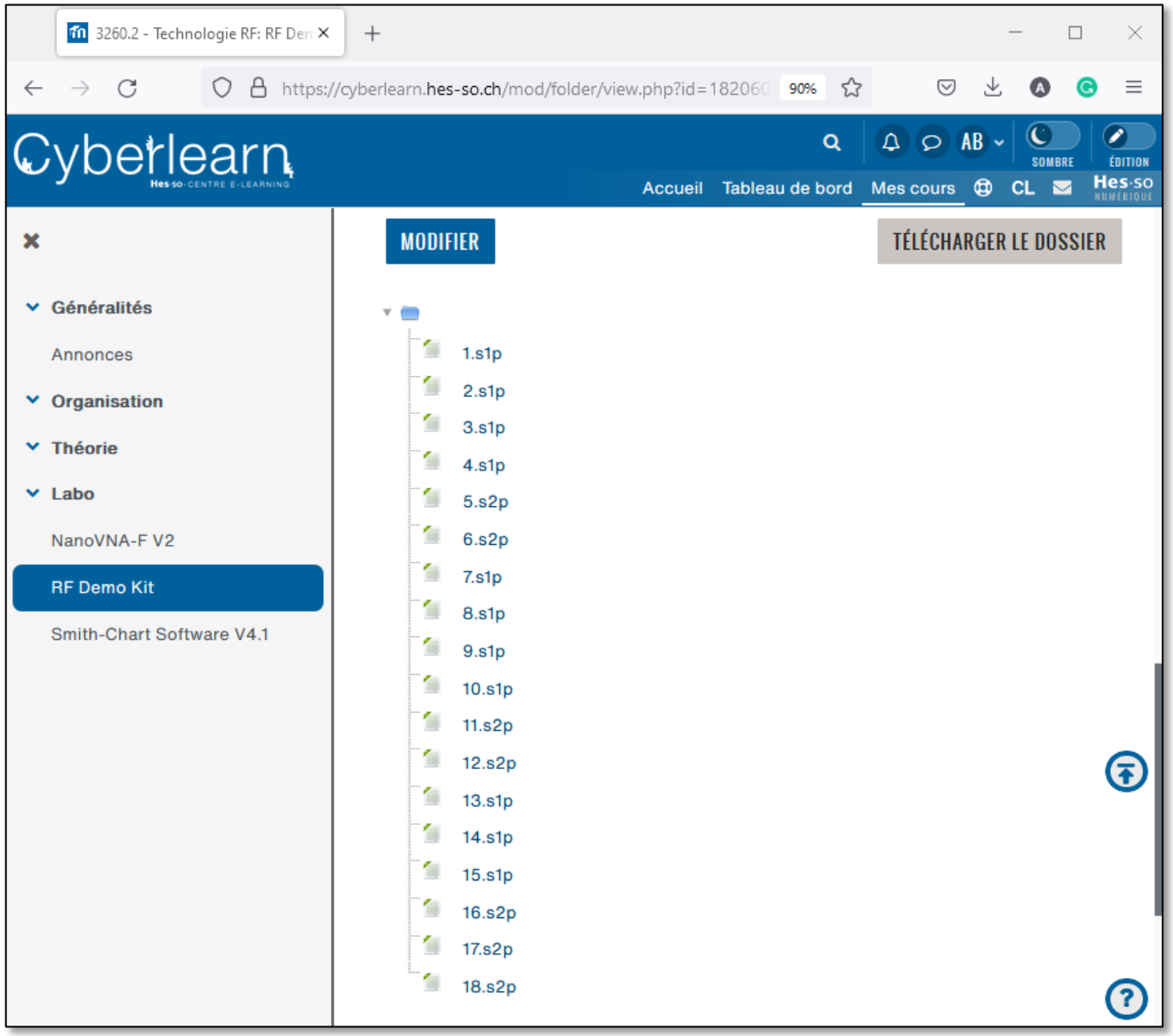
RF Demo Kit

Gamme de fréquence: 50kHz à 600MHz

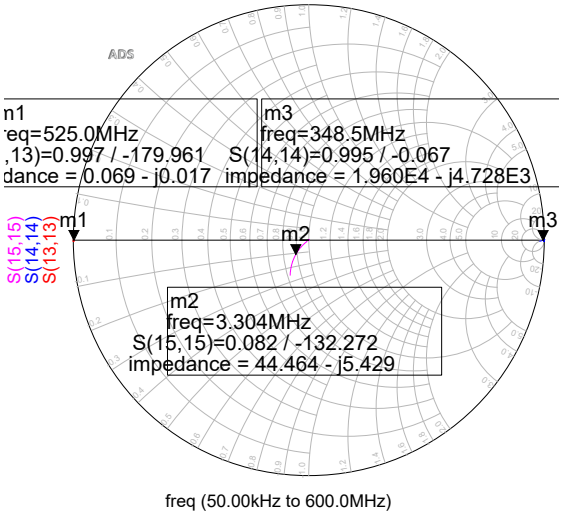
1. Impédance complexe combinant RLC
2. Impédance complexe combinant RLC
3. Résistance de 33Ω
4. Résistance de 75Ω
5. Filtre coupe-bande
6. Filtre passe-bande
7. Impédance complexe combinant RC
8. Impédance complexe combinant LC
9. Capacité
10. Inductance
11. Filtre passe-bas
12. Filtre passe-haut
13. Court-circuit
14. Circuit ouvert
15. Charge de 50Ω
16. Ligne de transmission
17. Ligne de transmission avec atténuation de -10dB
18. Ligne de transmission avec atténuation de -3dB

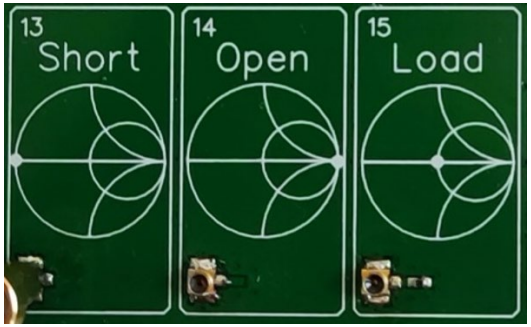


Exemples de mesures

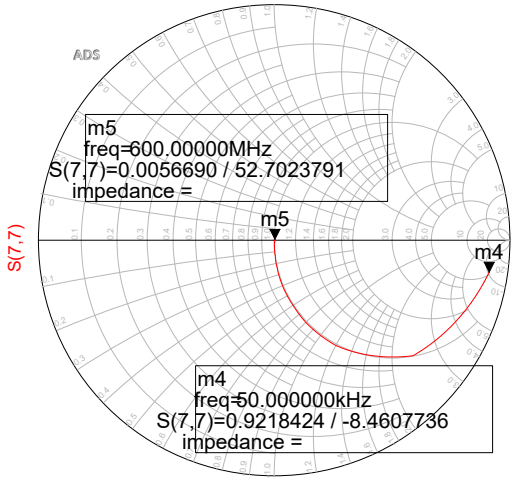


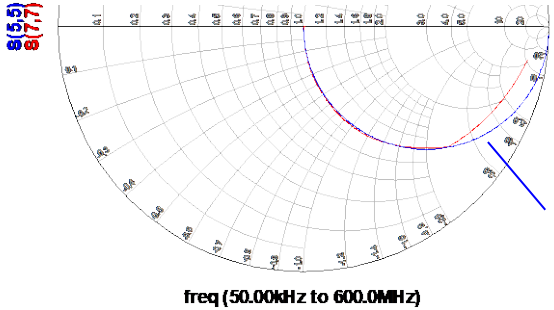
13 Short, 14 Open, 15 Load





7 Impédance complexe combinant RC





RF Demo Kit #7			Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]	Rs [Ω]	Xs [Ω]		
50000	0.911807278	-0.00215847	0.91181	-0.80191	-0.0023672	-0.13563	1083.202	-8.247	385.992	Cs [nF]
600000000	0.003435169	2.70379E-07	0.003435	-49.281	7.8709E-05	0.00451	50.345	0.454	0.120	Ls [nH]

Excel file

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	# HZ S RI R 50				Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]			Rs [Ω]	Xs [Ω]		
2	50000	0,989137568	-0,00898075		0,989178	-0,09451	-0,0090791	-0,5202			5418,227	-4520,976	0,704	Cs [nF]
3	600000000	0,00031471	-0,00844454		0,00845	-41,4625	-1,5335457	-87,8657	-447,866		50,024	-0,845	0,314	Cs [nF]
4	RF Demo Kit #7				Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]			Rs [Ω]			
5	50000	0,911807278	-0,00215847		0,91181	-0,80191	-0,0023672	-0,13563			1083,202	-27,734	114,770	Cs [nF]
6	600000000	0,003435169	2,70379E-07		0,003435	-49,281	7,8709E-05	0,00451			50,345	0,000	0,000	Ls [nH]
7	Simulation Cs 1nF Rs 50Ohm				Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]			Rs [Ω]			
8	50000	0,999014128	-0,03138495		0,999507	-0,00428	-0,0314056	-1,79941			49,988	-3183,100	1,000	Cs [nF]
9	600000000	0,000007036	-0,00265256		0,002653	-51,5267	-1,5681438	-89,848			50,000	-0,265	1,000	Cs [nF]
10	50000	0,999014013	-0,031385		0,999507	-0,00428	-0,0314056	-1,79941			50,000	-3183,094	1,000	Cs [nF]
11	600000000	0,000007036	-0,00265256		0,002653	-51,5267	-1,5681438	-89,848			50,000	-0,265	1,000	Cs [nF]
12	RF Demo Kit #8				Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]			Rs [Ω]			
13	50000	0,982614421	-0,0025771		0,982618	-0,15231	-0,0026227	-0,15027			5578,226	-834,284	3,815	Cs [nF]
14	600000000	0,983335824	0,034538524		0,983942	-0,14061	0,0351094	2,011621			1083,151	2348,594	622,984	Ls [nH]
15	RF Demo Kit #9				Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]			Rs [Ω]			
16	50000	0,994694399	-0,01179259		0,994764	-0,0456	-0,0118549	-0,67924			3122,932	-7052,371	0,451	Cs [nF]
17	600000000	-0,5624897	0,091970641		0,569959	-4,88313	2,97952044	170,7139			13,779	3,754	0,996	Ls [nH]
18	Simulation C=0.451nF				Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]			Rs [Ω]			
19	50000	0,999899631	-0,01416787		1	0	-0,0141683	-0,81179			0,000	-7057,869	0,451	Cs [nF]
20	600000000	-0,9997233	-0,02352297		1	0	-3,1180675	-178,652			0,000	-0,588	0,451	Cs [nF]
21	RF Demo Kit #10				Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]			Rs [Ω]			
22	50000	-0,95526222	0,050046565		0,956572	-0,38564	3,08925011	177,001			1,111	1,308	4164,184	Ls [nH]
23	600000000	0,914761747	-0,3142849		0,967246	-0,28926	-0,3309353	-18,9612			30,383	-296,382	0,001	Cs [nF]
24	RF Demo Kit #3				Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]			Rs [Ω]			
25	50000	-0,17061249	-0,09195189		0,193814	-14,2523	0,49432126	28,32252			34,902	-6,669	477,295	Cs [nF]
26	600000000	-0,19537581	0,040903961		0,199612	-13,9963	0,20637955	11,82468	-348,175		33,558	2,859	0,758	Ls [nH]
27	RF Demo Kit #4				Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]			Rs [Ω]			
28	50000	0,125693364	-0,14716445		0,193536	-14,2648	-0,863926	-49,4993			61,225	-18,722	170,023	Cs [nF]
29	600000000	0,200920673	-0,01729838		0,201664	-13,9074	-0,0858838	-4,92078	-364,921		75,085	-2,708	0,098	Cs [nF]
30	RF Demo Kit #15				Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]			Rs [Ω]			
31	50000	-0,0791878	-0,14810524		0,167946	-15,4966	1,07979697	61,86781			40,949	-12,482	255,022	Cs [nF]
32	600000000	0,000378577	-0,00049509		0,000623	-64,1068	-0,9179774	-52,5962	-412,596		50,038	-0,050	5,354	Cs [nF]
33	RF Demo Kit #1				Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]			Rs [Ω]			
34	50000	0,989137568	-0,00898075		0,989178	-0,09451	-0,0090791	-0,5202			5418,227	-4520,976	0,704	Cs [nF]
35	600000000	0,00031471	-0,00844454		0,00845	-41,4625	-1,5335457	-87,8657	-447,866		50,024	-0,845	0,314	Cs [nF]

Math for nanoVNA

S2Z:

$$\frac{Z}{Zo} = \frac{1+S11}{1-S11}$$

$$Z = 50\left(\frac{1+Sr+jSi}{1-Sr-jSi}\right)$$

$$R + jX = 50\frac{((1+Sr+jSi)(1-Sr+jSi))}{(1-Sr)^2+Si^2}$$

$$R + jX = 50\frac{1-Sr+jSi-Sr^2+Sr+jSiSr+jSi-jSiSr-Si^2}{(1-Sr)^2+Si^2}$$

$$R + jX = 50\left(\frac{1-(Si^2+Sr^2)+2jSi}{(1-Sr)^2+Si^2}\right)$$

$Rs = 50\frac{1-(Si^2+Sr^2)}{(1-Sr)^2+Si^2}$	$Xs = \frac{100Si}{(1-Sr)^2+Si^2}$

$$X_C = -\frac{1}{\omega C}$$

$$X_L = \omega L$$

$$ArcTan\left[\frac{Im(\underline{S}_{11})}{Re(\underline{S}_{11})}\right]$$

$$20\,Log\left[\sqrt{Re(\underline{S}_{11})^2 + Im(\underline{S}_{11})^2}\right]$$

$$\sqrt{Re(\underline{S}_{11})^2 + Im(\underline{S}_{11})^2}$$

On mesure une antenne:

84 Ω + j 92 Ω

24 Ω + j 106 Ω

9 Ω + j 31 Ω

@ 868 MHz

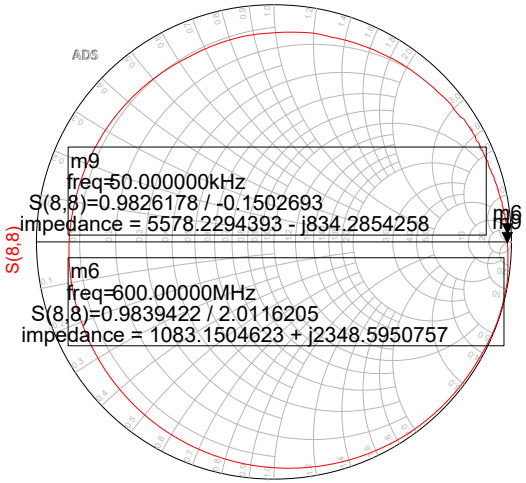
Proposer un schéma pour réaliser l'appariement sur une source dont l'impédance interne est:

$\underline{Z}_s = 50\ \Omega$

Idem avec:

$\underline{Z}_s = 25\ \Omega - j\ 15\ \Omega$

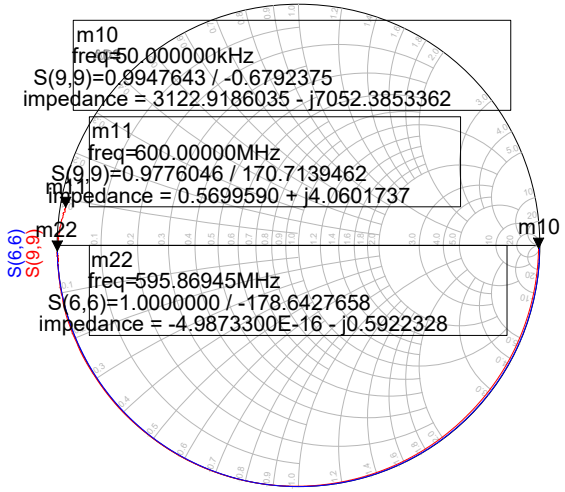
8 Impédance complexe combinant LC



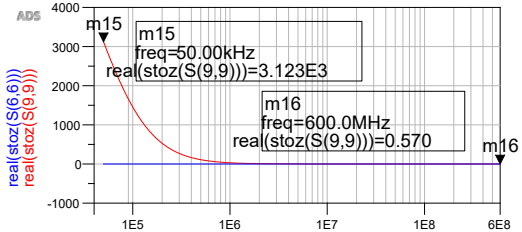
freq (50.00kHz to 600.0MHz)

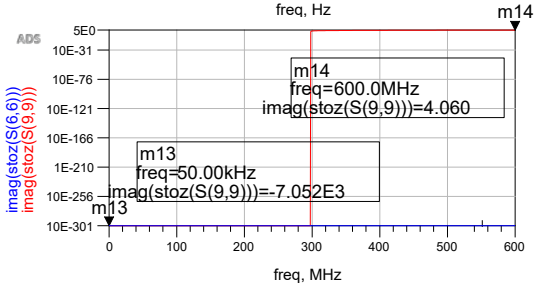
RF Demo Kit #7			Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]	Rs [Ω]	Xs [Ω]		
50000	0.911807278	-0.00215847	0.91181	-0.80191	-0.0023672	-0.13563	1083.202	-8.247	385.992	Cs [nF]
600000000	0.003435169	2.70379E-07	0.003435	-49.281	7.8709E-05	0.00451	50.345	0.454	0.120	Ls [nH]

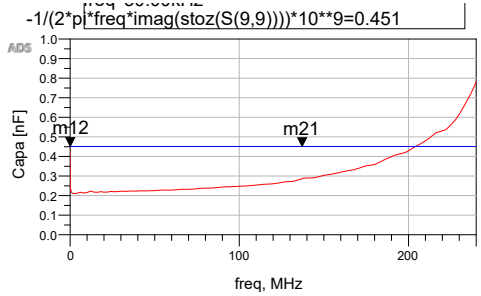
9 Capacité



freq (50.00kHz to 600.0MHz)



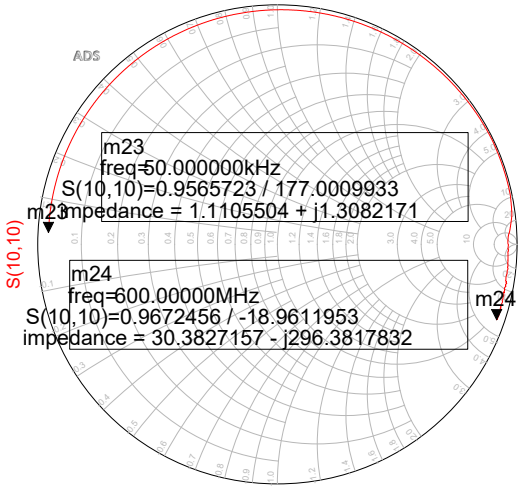


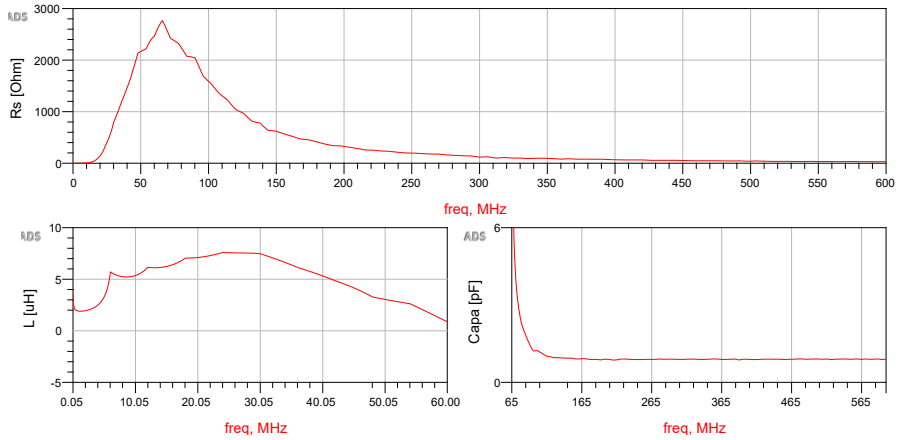


RF Demo Kit #9			Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]	Rs [Ω]			
50000	0,994694399	-0,01179259	0,994764	-0,0456	-0,0118549	-0,67924	3122,932	-7052,371	0,451	Cs [nF]
600000000	-0,5624897	0,091970641	0,569959	-4,88313	2,97952044	170,7139	13,779	3,754	0,996	Ls [nH]

Simulation C=0.451nF			Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]	Rs [Ω]			
50000	0,999899631	-0,01416787	1	0	-0,0141683	-0,81179	0,000	-7057,869	0,451	Cs [nF]
600000000	-0,9997233	-0,02352297	1	0	-3,1180675	-178,652	0,000	-0,588	0,451	Cs [nF]

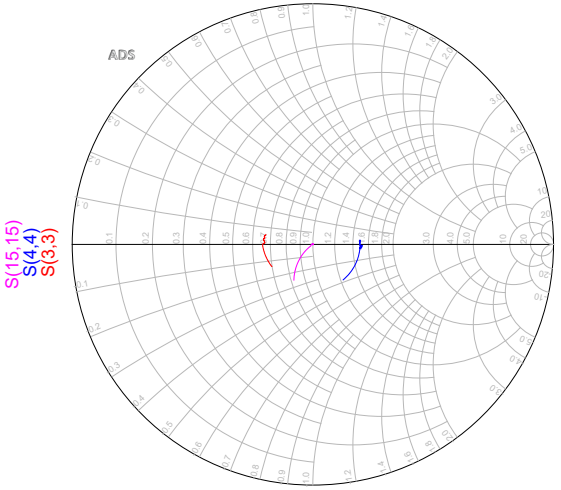
10 Inductance





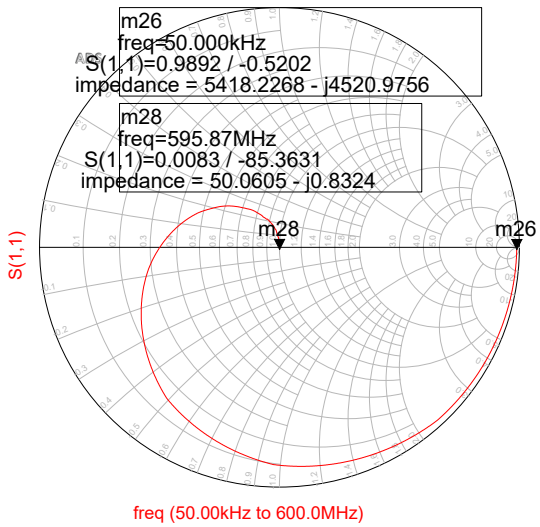
RF Demo Kit #10				Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]		Rs [Ω]			
50000	-0.95526222	0.050046565		0.956572	-0.38564	3.08925011	177.001		1.111	1.308	4164.184	Ls [nH]
600000000	0.914761747	-0.3142849		0.967246	-0.28926	-0.3309353	-18.9612		30.383	-296.382	0.001	Cs [nF]

3 Résistance de 33Ω, 4 Résistance de 75Ω, 15 Résistance de 50Ω

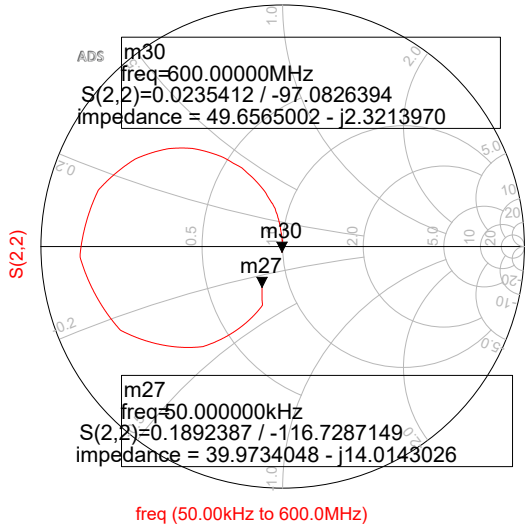


RF Demo Kit #3				Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]		Rs [Ω]			
50000	-0.17061249	-0.09195189		0.193814	-14.2523	0.49432126	28.32252		34.902	-6.669	477.295	Cs [nF]
600000000	-0.19537581	0.040903961		0.199612	-13.9963	0.20637955	11.82468	-348.175	33.558	2.859	0.758	Ls [nH]
RF Demo Kit #4				Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]		Rs [Ω]			
50000	0.125693364	-0.14716445		0.193536	-14.2648	-0.863926	-49.4993		61.225	-18.722	170.023	Cs [nF]
600000000	0.200920673	-0.01729838		0.201664	-13.9074	-0.0858838	-4.92078	-364.921	75.085	-2.708	0.098	Cs [nF]
RF Demo Kit #15				Amp [-]	Amp [dB]	Arg [rad]	Arg[°]		Rs [Ω]			
50000	-0.0791878	-0.14810524		0.167946	-15.4966	1.07979697	61.86781		40.949	-12.482	255.022	Cs [nF]
600000000	0.000378577	-0.00049509		0.000623	-64.1068	-0.9179774	-52.5962	-412.596	50.038	-0.050	5.354	Cs [nF]

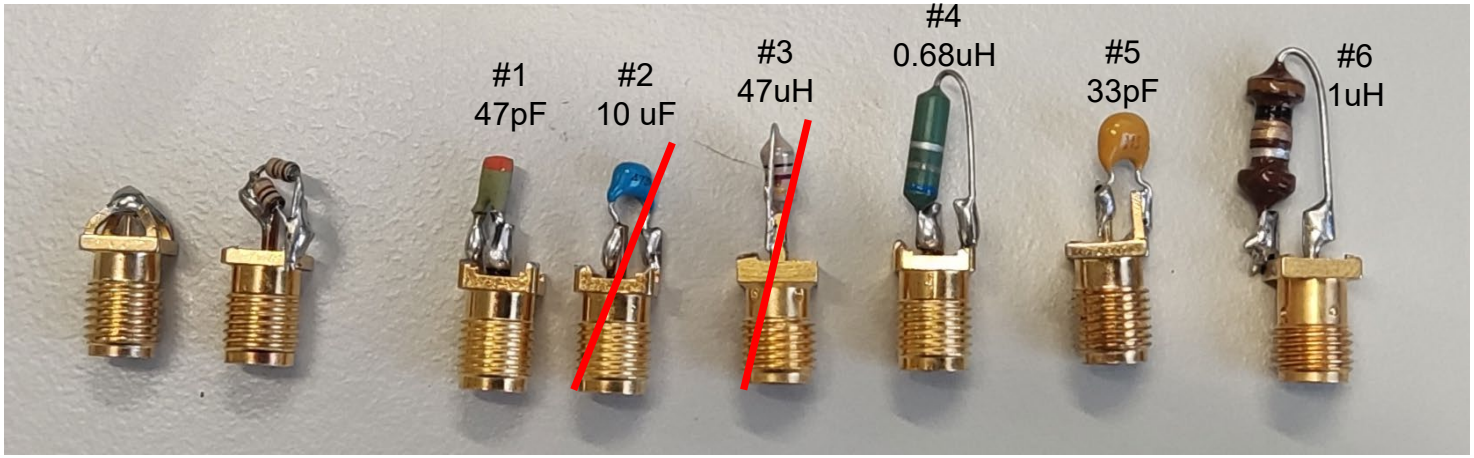
1 Impédance complexe combinant RLC



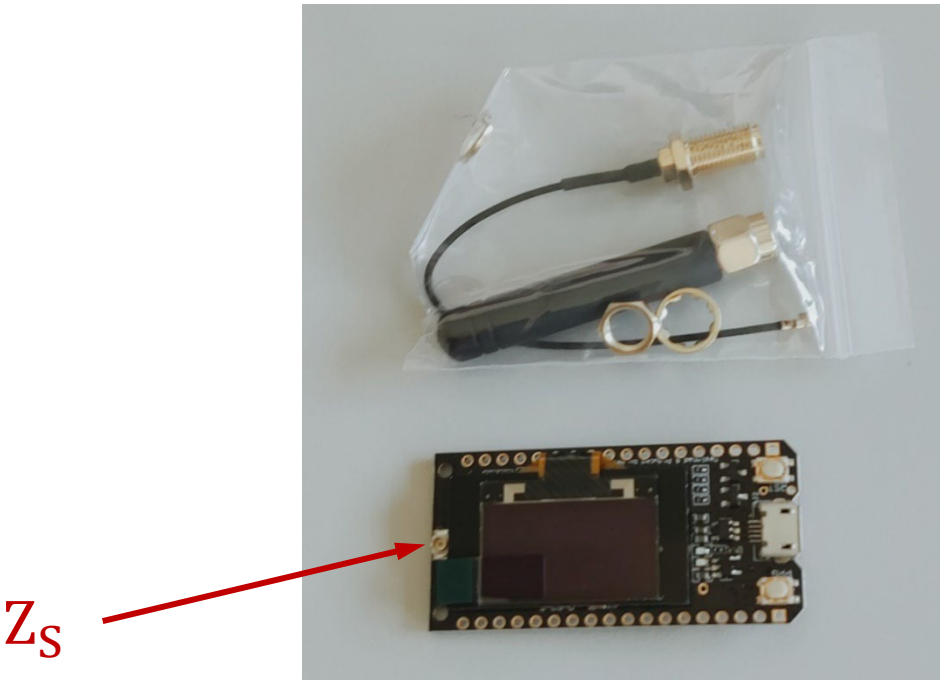
2 Impédance complexe combinant RLC

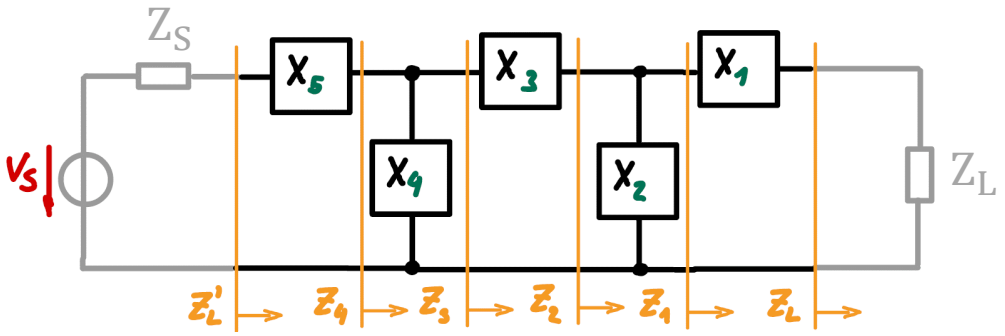


Composants à mesurer



- **Adaptation d'impédance** (arrêtez si vous divergez trop)
- **Monter votre deuxième antenne** (identique à la première)
- **Réaliser les mesures de portées**
  - avec l'antenne du kit LoRa (ou antenne dipole).
  - avec votre antenne
- **Remplir le fichier Excel (commun à tout le monde)**
- **Réaliser votre présentation**


Z_S


Z_S
X_5
X_3
X_1
X_4
X_2
V_S
Z_L
Z_L'
Z_4
Z_3
Z_2
Z_1
Z_L

Mesure du RSSI

Cyberlearn
Hes·so · CENTRE E-LEARNING

install ESP32 Archive (ZIP)

- Documentation
- receiver
- sender

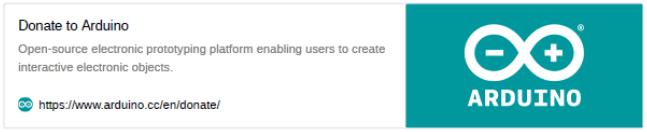
- Mise en place des cartes ESP32
- Mise en place des cartes ESP32.md
- Mise_en_place_des_cartes_ESP32.pdf

Mise en place des cartes ESP32

Installation
Mise en place de la carte Sender
Mise en place de la carte Receiver
Source

Installation

1. Monter l'antenne fournie sur la carte ESP32.
2. Brancher la carte ESP32 à l'ordinateur via un câble USB.
3. Installer Arduino IDE



4. Dans **File → Preferences**, ajouter l'URL suivante dans le champ **Additional Board Manager URLs**, puis cliquer OK.

   URL : `https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/package_esp32_index.json`

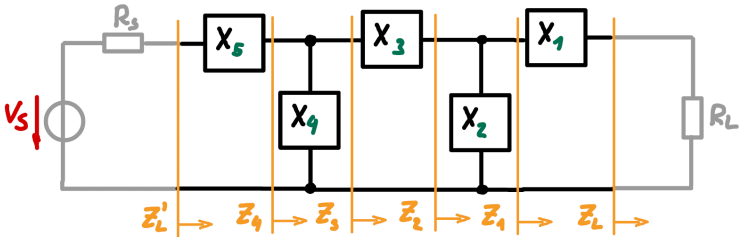
5. Dans **Select Board**, sélectionner le port COM où est branchée la carte ESP32.
   a. Dans Boards, sélectionner la carte **ESP32 DEV Board.**
   b. Cliquer OK
   c. L'IDE propose d'installer le nécessaire pour cette board, cliquer oui.

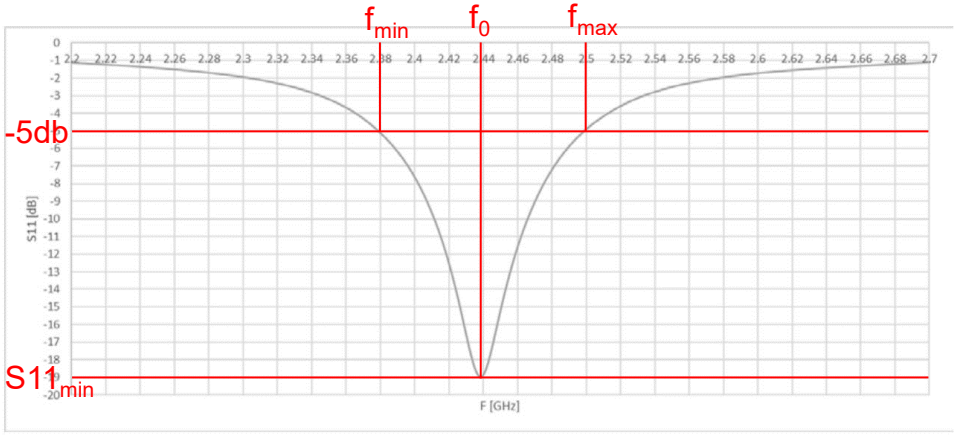
   d. Si l'IDE ne trouve plus la carte après installation, sélectionner la board **ESP32 Dev Module**

Table à remplir

Groupe	Antenne Type	Gain	Dimensions			PCB Dimensions				Impédance @ 2.4GHz Sant adapt. ZL		Avec adapt. Z'L							Bande passante @ -5dB					Radio Tx Pout		Rx Sin	RSSI @ 3m Antenne			Portée max. Théorique Antenne		Mesurée Antenne	
			h	l	é	h	l	é	# c.	Re	Im	Re	Im	X1	X2	X3	X4	X5	fmin	fmax	Δf	fo	@	Annoncé	Mesuré	Annoncé	Originale	Nouvelle	Gain	Originale	Nouvelle	Originale	Nouvelle
		dBi	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*-*	*Ω*	*Ω*	*Ω*	*Ω*						*GHz*	*GHz*	*MHz*	*GHz*	*dB*	*dBm*	*dBm*	*dBm*	*dBm*	*dBm*	*dBi*	*m*	*m*	*m*	*m*
1																																	
2																																	
3																																	
4																																	
5																																	
6																																	
7																																	
8																																	
9																																	
10																																	

- Gain annoncé par le fabricant
- Dimensions de l'antenne (seule)
- Dimensions du PCB et nombre de couches
- Impédance de l'antenne sans adaptation
- Impédance de l'antenne avec adaptation
- Impédances ajoutées pour l'adaptation
- Bande passante définie à 5dB
- Puissance émise par la radio (annoncée et mesurée)
- RSSI à 3 mètres (avec l'antenne originale et votre antenne)
- Gain estimé (sur la base d'une mesure à 3m)
- Portée maximale (théorique et mesurée)





- **Présentez votre antenne**
- **Montrez que vous vous y êtes intéressé**
- **Donnez les informations du fabricant**
- **Présentez**
  - votre design
  - vos résultats
- **Comparez**
- **Donnez des pistes d'amélioration**
- **Concluez**
- **Et … qui a fait quoi**