



6^as Feiras Técnicas

VNA Vector Network Analyser

Uma Introdução

22 de Janeiro 2021 – Jorge Canelhas



Vector Network Analyser – Muito simplificado

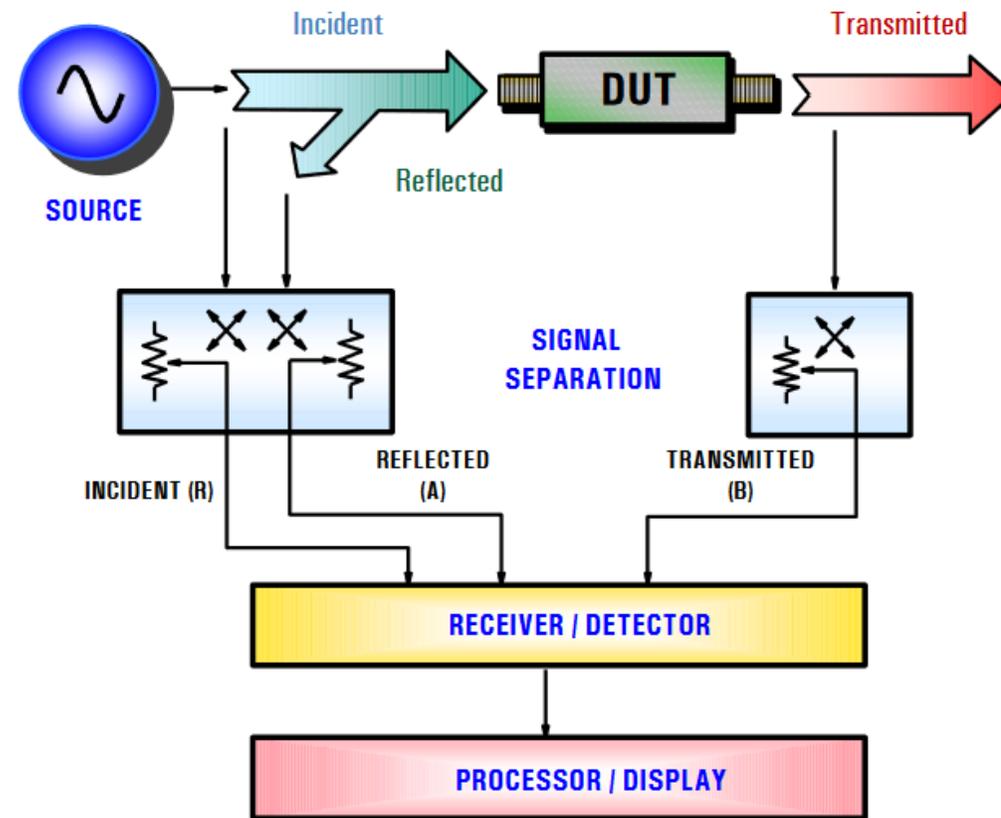
- **Mede a magnitude e fase (capacitância e indutância) do que sai e do que volta.**
- Tem um oscilador.
- Tem vários detetores.
- Mede o que sai para a antena/dispositivo.
- Mede o que retorna do DUT (Device Under Test). (S11)
- Mede o que atravessa o DUT. (S21)



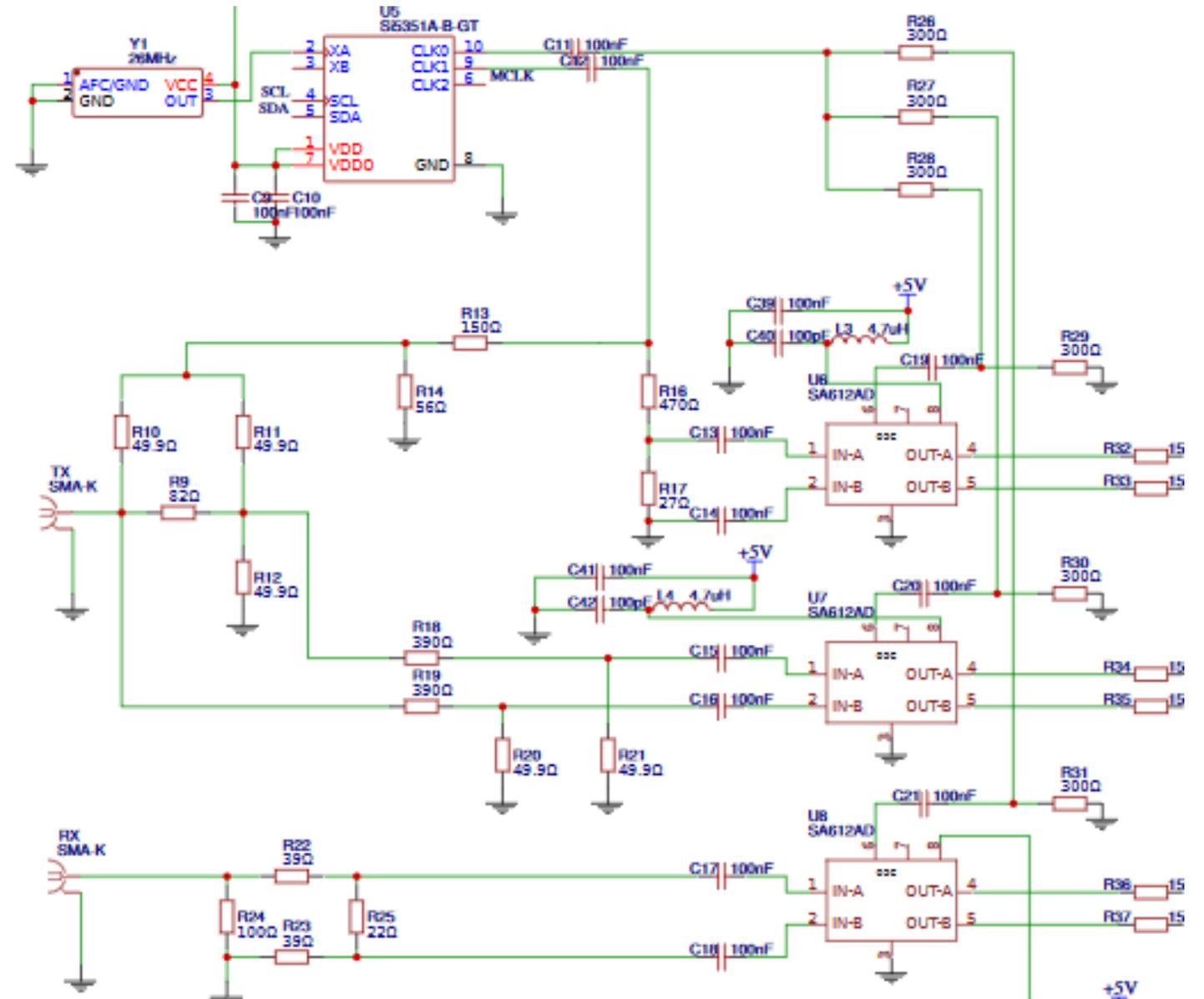
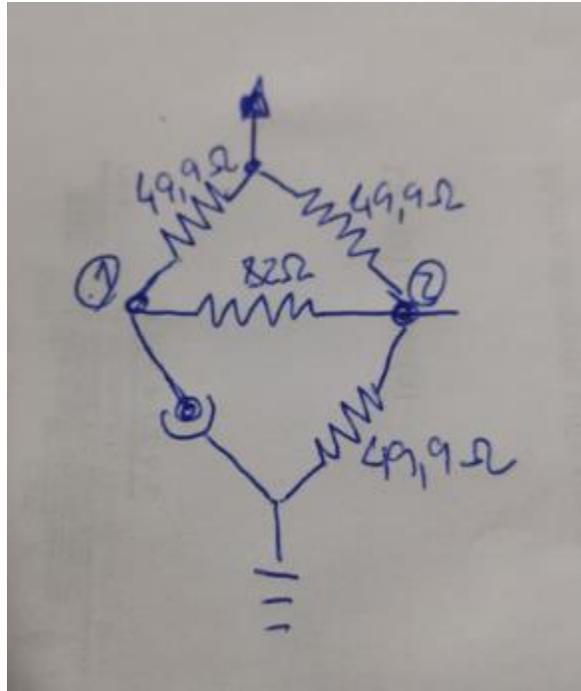
Serve para, entre outras coisas...

- Medir impedâncias
- 'Medir Antenas'
- 'Medir Filtros'
- Medir cabos com TDR.

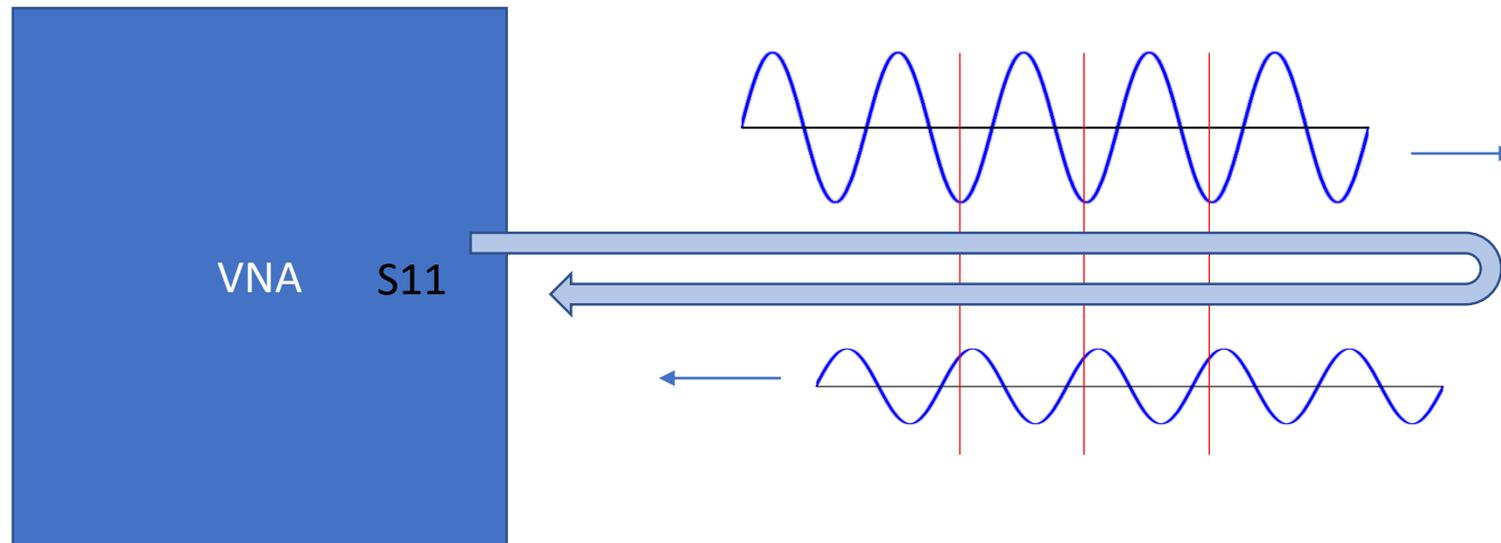
Diagrama de um VNA



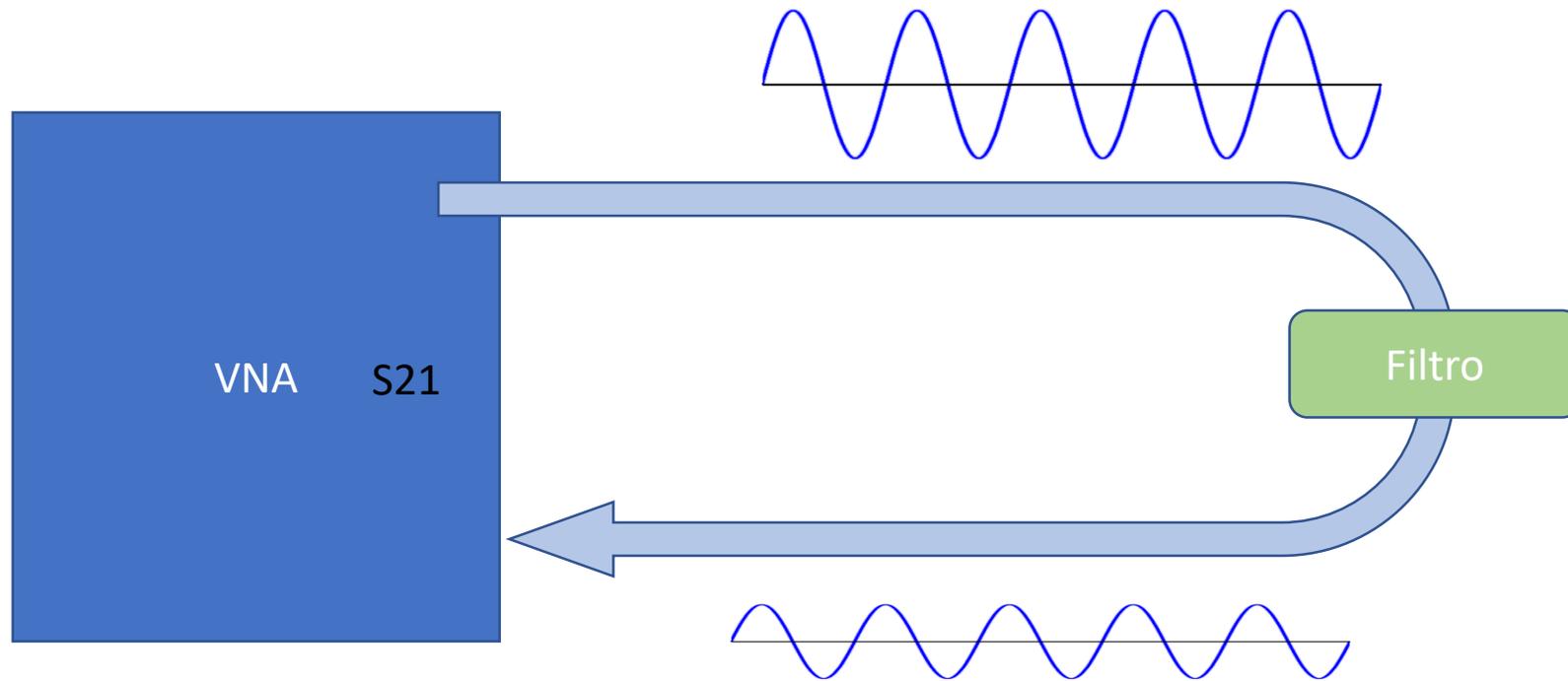
Base de um VNA



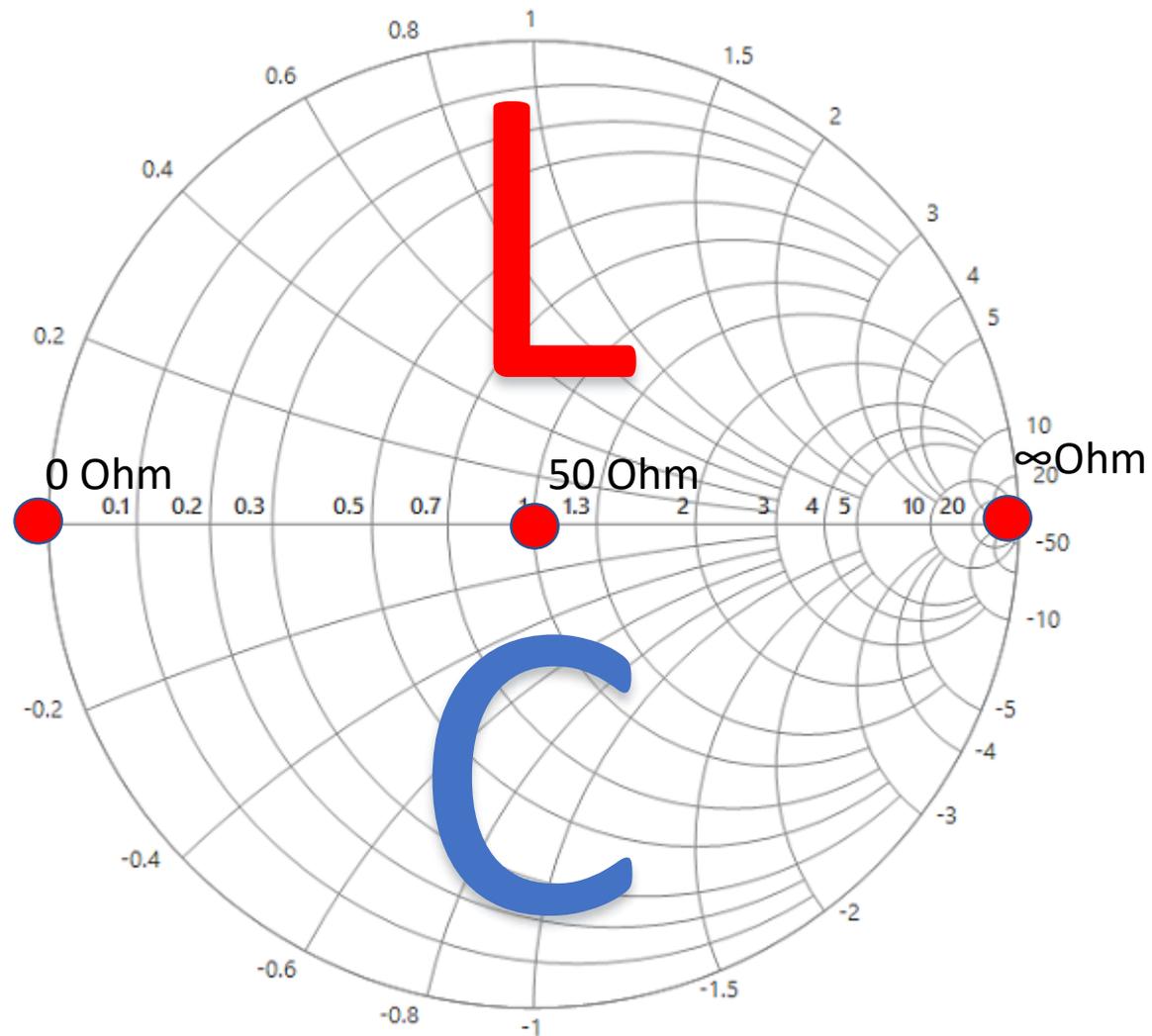
VNA a testar uma antena (S11)



VNA a testar um filtro (S21)

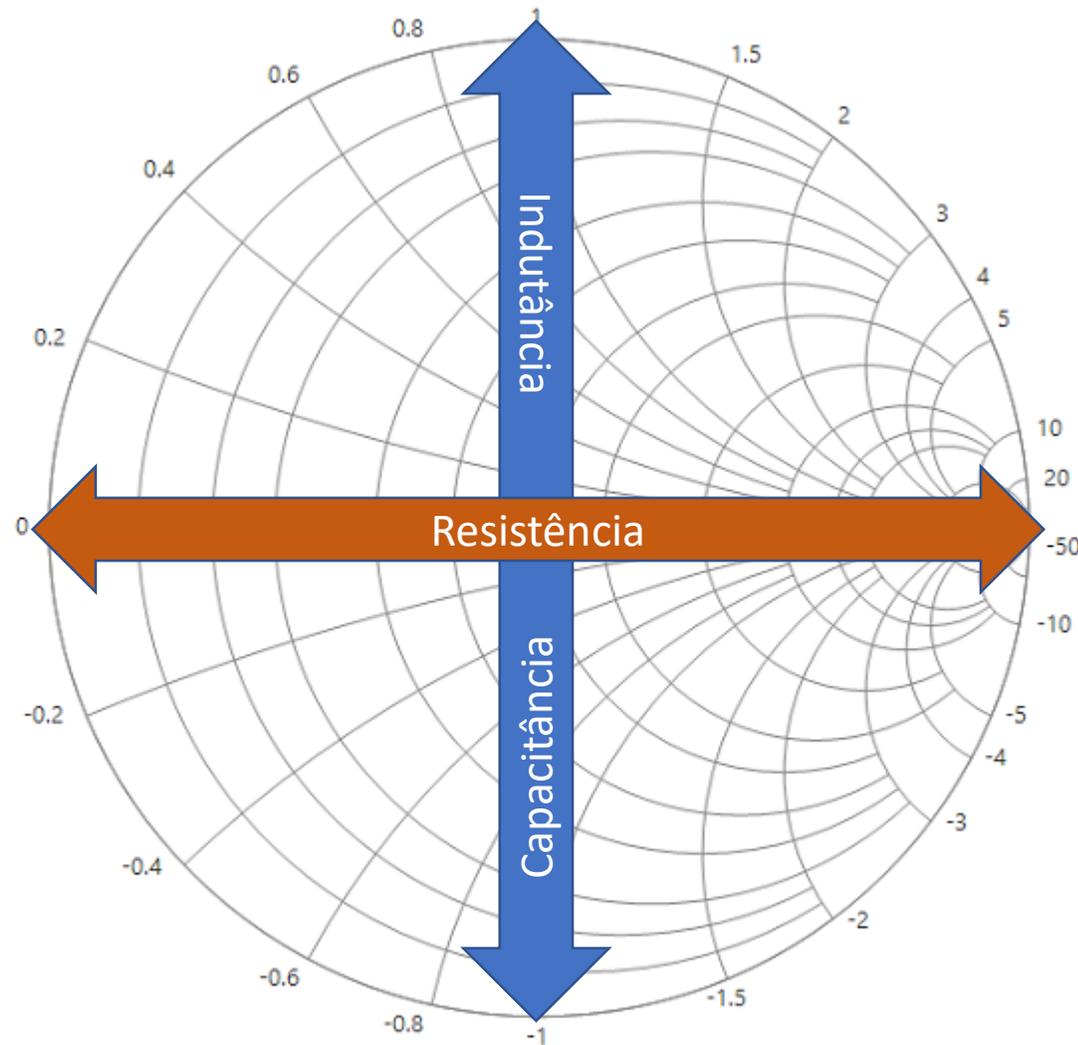


Smith Chart



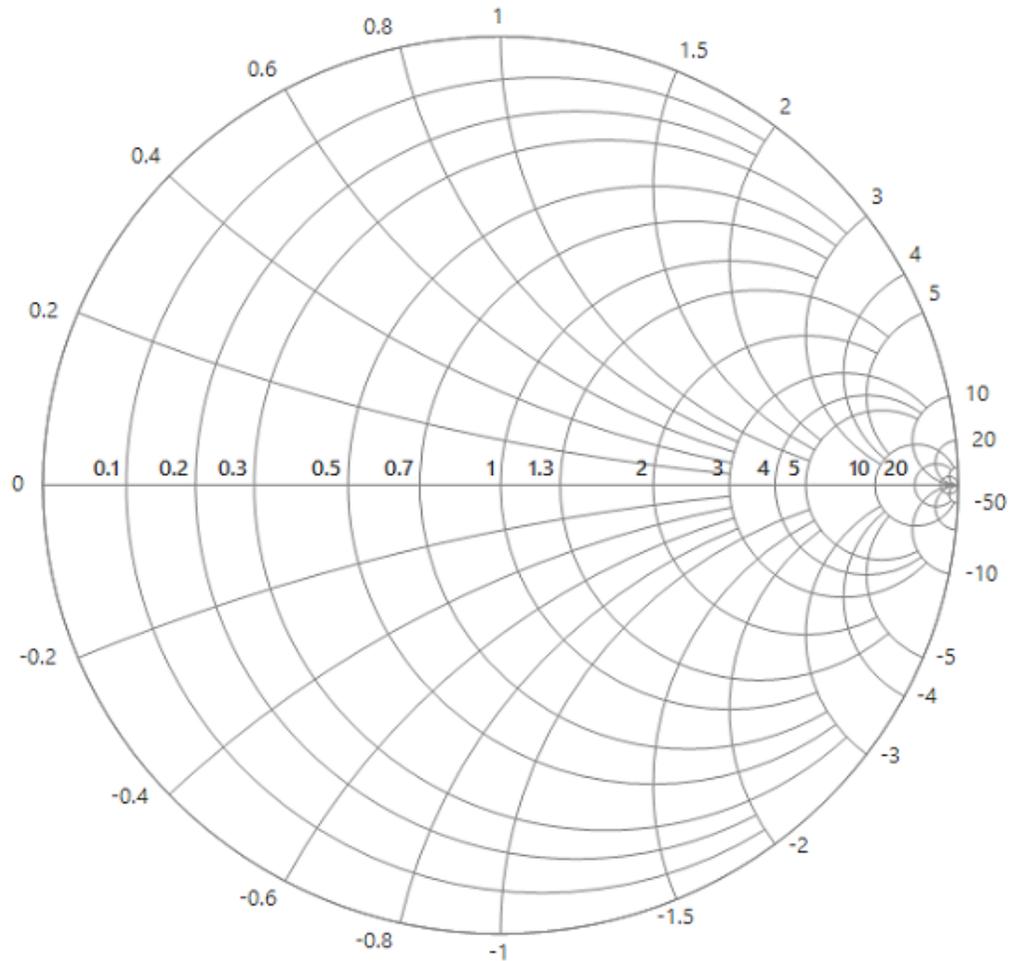
- Mostra:
 - Resistência.
 - Capacitância.
 - Indutância.
 - Cima Indutancia.
 - Baixo Capacitancia.
- Objectivo é o centro

Smith Chart



- Objetivo é o centro
 - Para andar para baixo adicionar capacitância
 - Para andar para cima adicionar indutância.
 - Na linha central resistância.

Smith Chart



7

No Sweep Parameters Enabled

R = 50 X = 0 SWR = 2
 $\Gamma = 0,333 \angle 180$
 ←W = 0,444 X = 0
 $\Gamma = 0,333 \angle 180$
 ↑V_J=4,714,94,28m ↓V_J=4,714,94,28m
 50ohms 50ohms 10MHz
 0johms 0johms 50Zo
 <none> file <none> file useZo V_J
 Plots Pit

unDo reDo

Type	numpts	from	to	name	max
lin	100	1	30	G MHz	n

C:\Users\keyesozo\lastSimSmithCircuit17p3.sx - SimSmith 17.3 q by AE6TV- Java:1.8.0_241
 SimSmith file saveImages captures view help running notes

No Sweep Parameters Enabled

R = 50 R = 25 R = 25,25 R = 6,001 R = 6,026 R = 2,77 SWR = 19,96
 X = 0 X = 0 X = 50 X = 26,47 X = -23,53 X = -16,23 $\Gamma = 0,905 \angle -144$
 ←W = 88,4m ←W = 0,177 ←W = 0,179 ←W = 0,181 ←W = 0,182 ←W = 0,182
 ↑V_J=2,103,42,05m ↑V_J=2,103,42,05m ↔V_J=4,205,84,11m ↑V_J=4,711,94,22m ↔V_J=8,68,0,1736 ↑V_J=4,217,84,34m
 50ohms 50ohms 795,8nH 795,8nH 318,3pF 318,3pF
 0johms 0johms 200Q 200Q 2KQ 2KQ
 <none> file <none> file 0@MHz 0@MHz 0@MHz 0@MHz useZo V_J
 Plots Pit

unDo reDo

Type	numpts	from	to	name	max
lin	100	1	30	G MHz	n

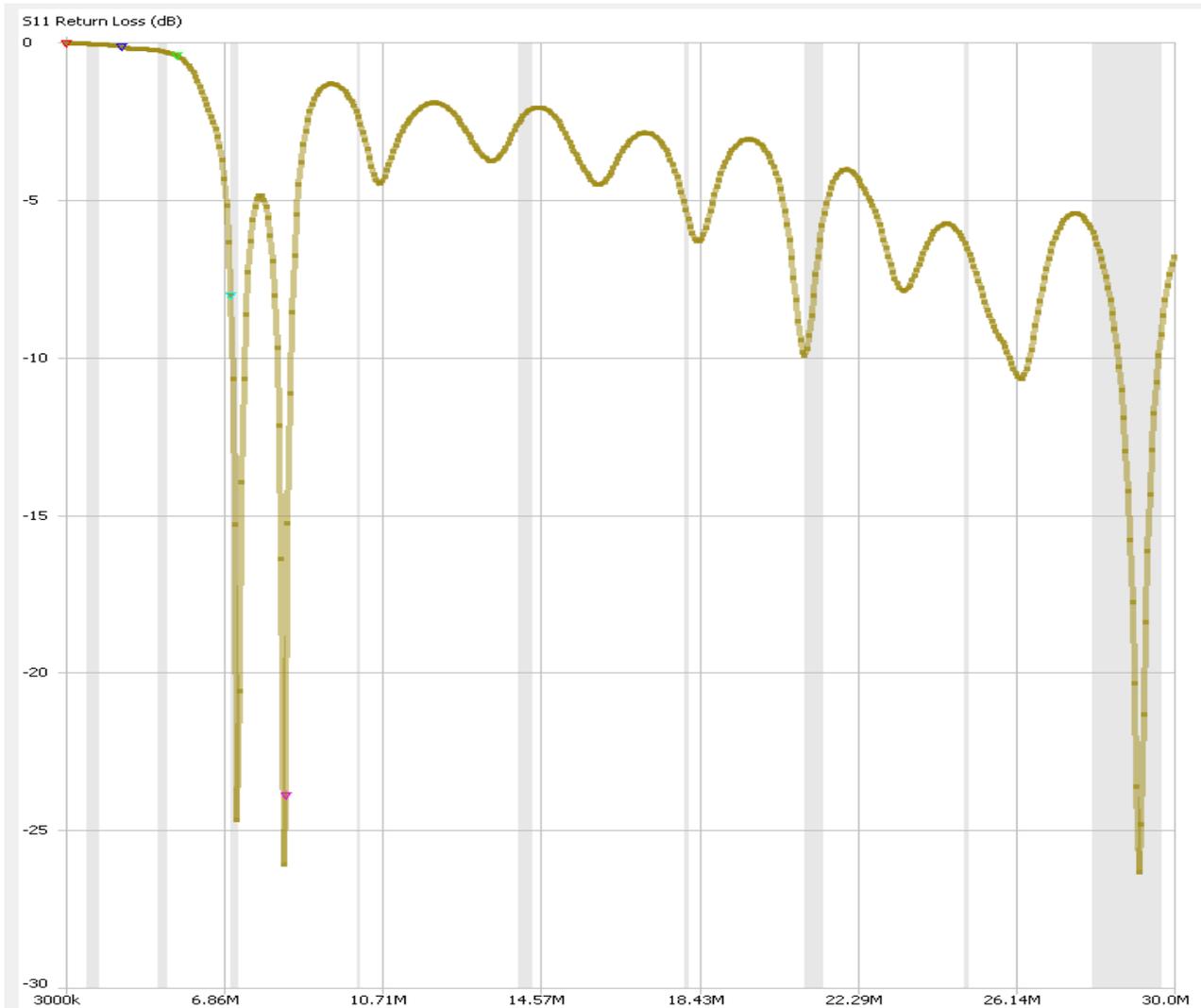
C:\Users\keyesozo\lastSimSmithCircuit17p3.sx - SimSmith 17.3 q by AE6TV- Java:1.8.0_241
 SimSmith file saveImages captures view help running notes

No Sweep Parameters Enabled

SWR=2,189
 $\Gamma = 0,375 \angle 255$
 Z=40,5443,2
 Y=10,9m-7,82m

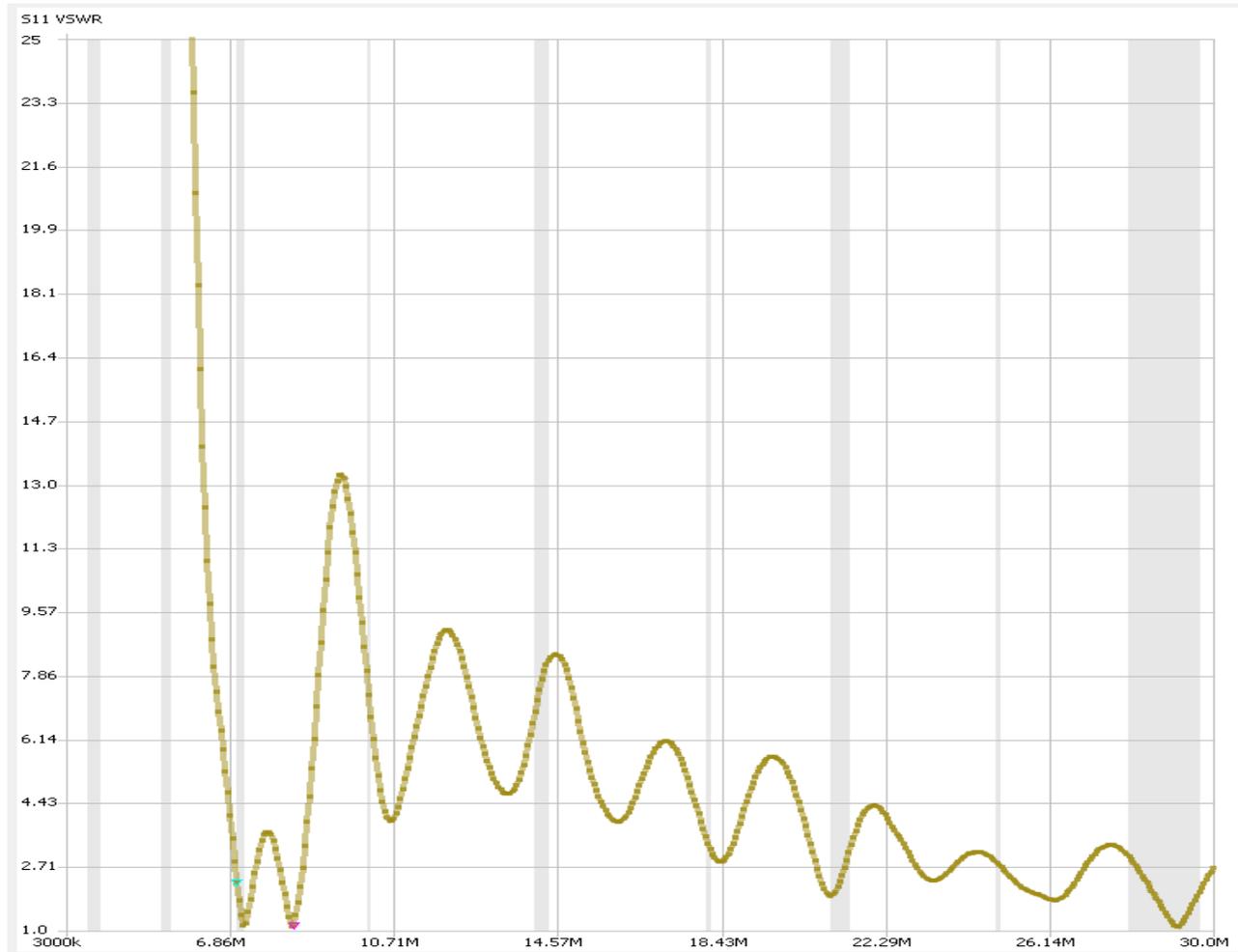
Sim Smith - Simulador

Return Loss



- Representa quanto a antena devolve.
- Objetivo é a menor return loss possível.

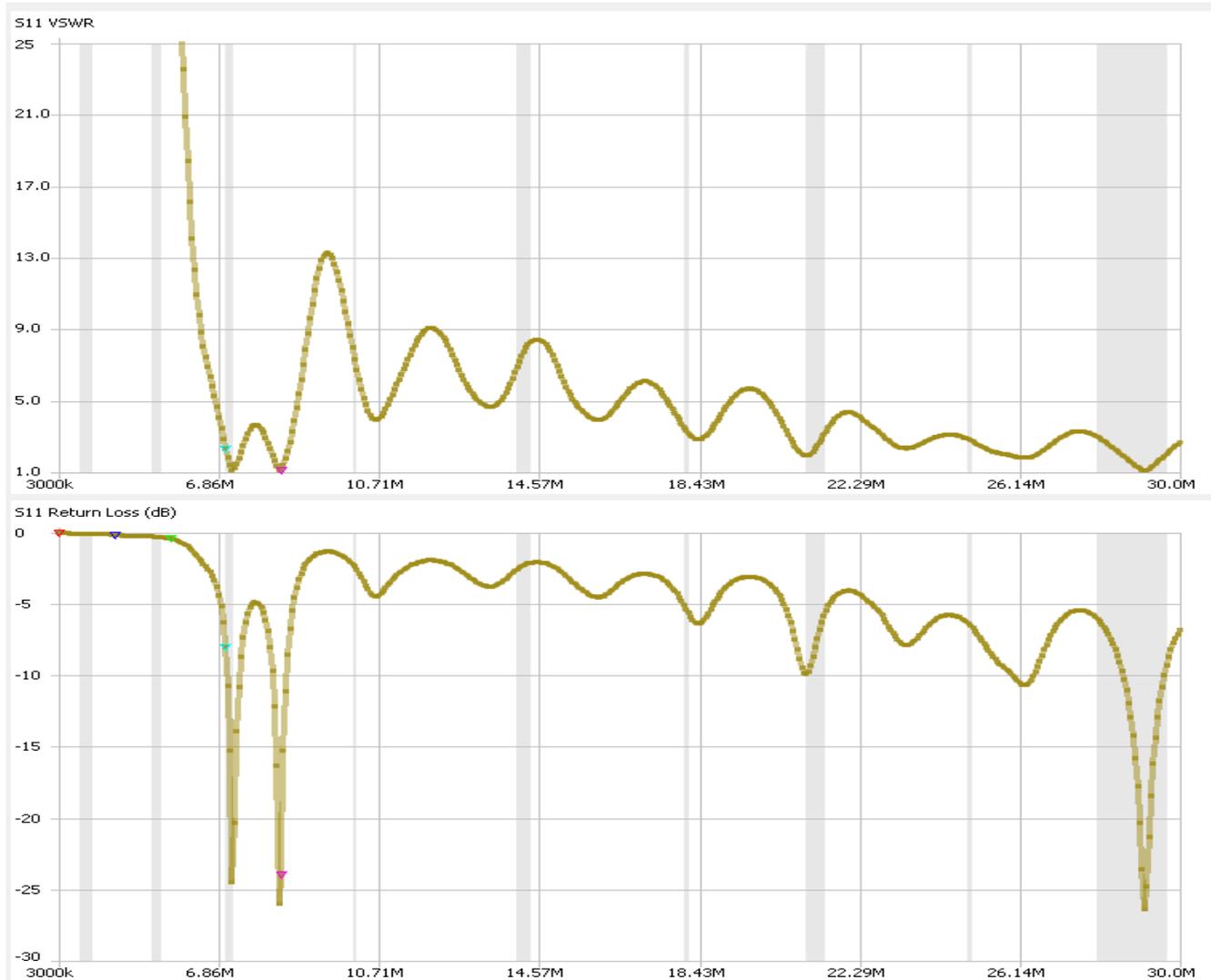
VSWR



- Representa quanto a antena devolve.
- Objetivo é um SWR o mais próximo de 1 possível

Relação Return Loss VSWR

- Medem o mesmo.



$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

$$L_R = -20 \log_{10} \Gamma$$

VNAs

- R&S® FPC1500
 - 5kHz to 1/2/3 GHz
 - Single port optional

- 2890 + 890 €



Nano VNA

The NanoVNA-H and H4 is a low-cost and high-performance antenna and vector network (VNA) analyzer that covers the HF, VHF frequency bands from 50 KHz to 300 MHz with a sensitivity of 70dB, the UHF band from 300 MHz to 900 MHz with a sensitivity of 60dB and 900 to 1500Mhz with a sensitivity of 40dB.

65€ - original

>26 € Aliexpress (15 de Janeiro 2021)

Compromissos , por exemplo Resolução, Velocidade, ...





Utilização Prática do NanoVNA

- Medir antenas
- Medir Filtros
- Medir Cabos
- Etc 😊

- DEVE SER CALIBRADO



Calibração NanoVNA

- Usam se 3 'medidas' conhecidas
 - Short
 - 50 Ohm
 - Open
- Se se pretender medir com o S21 deve-se calibrar também o through.



Setups possíveis (Que eu testei)

- Nano VNA só.
- Nano VNA ligado a um computador.
- Nano VNA ligado a um dispositivo Android.

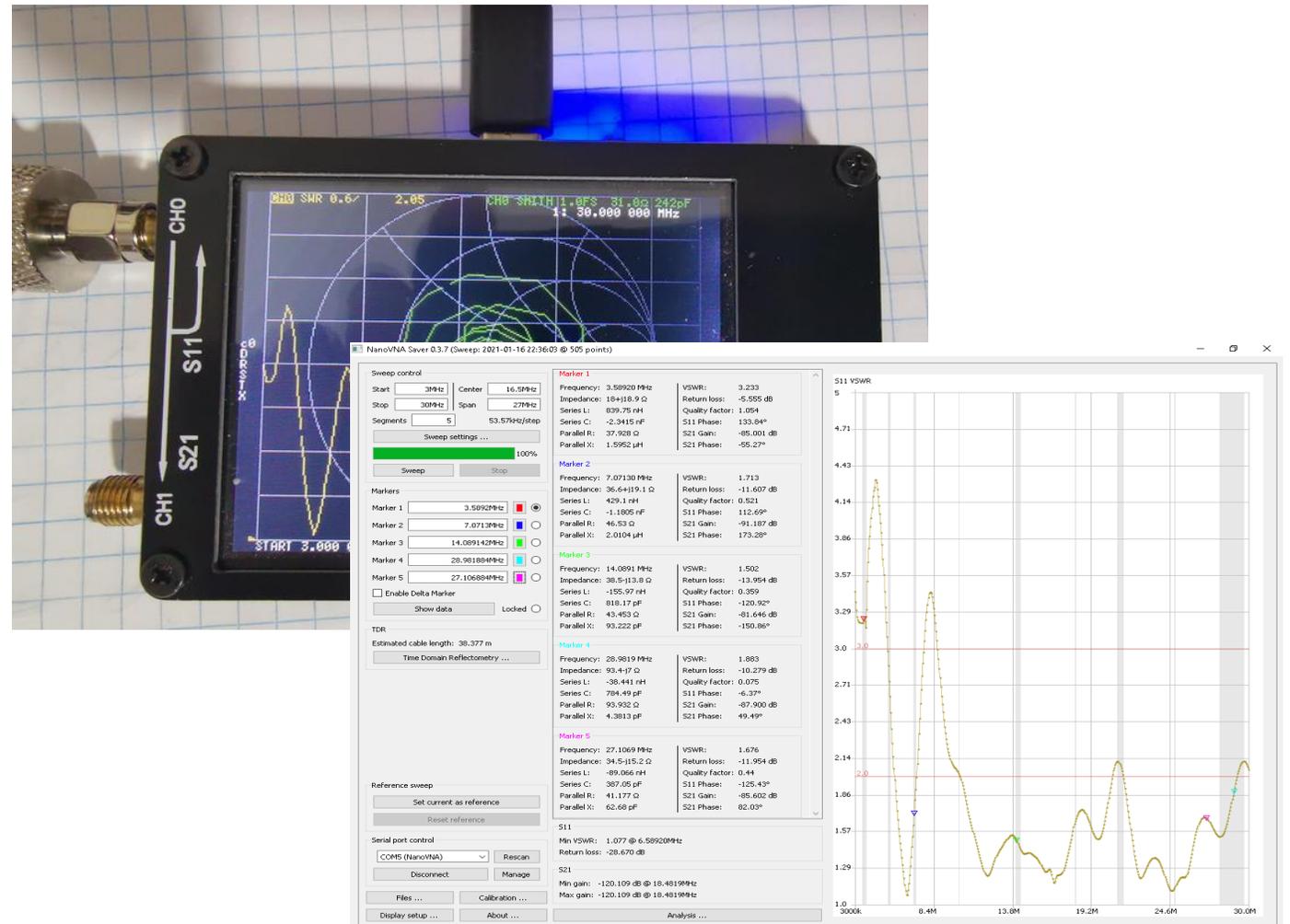
NanoVNA Só

- Prático
- Ecrã pouco brilhante.
- Não grava resultados.



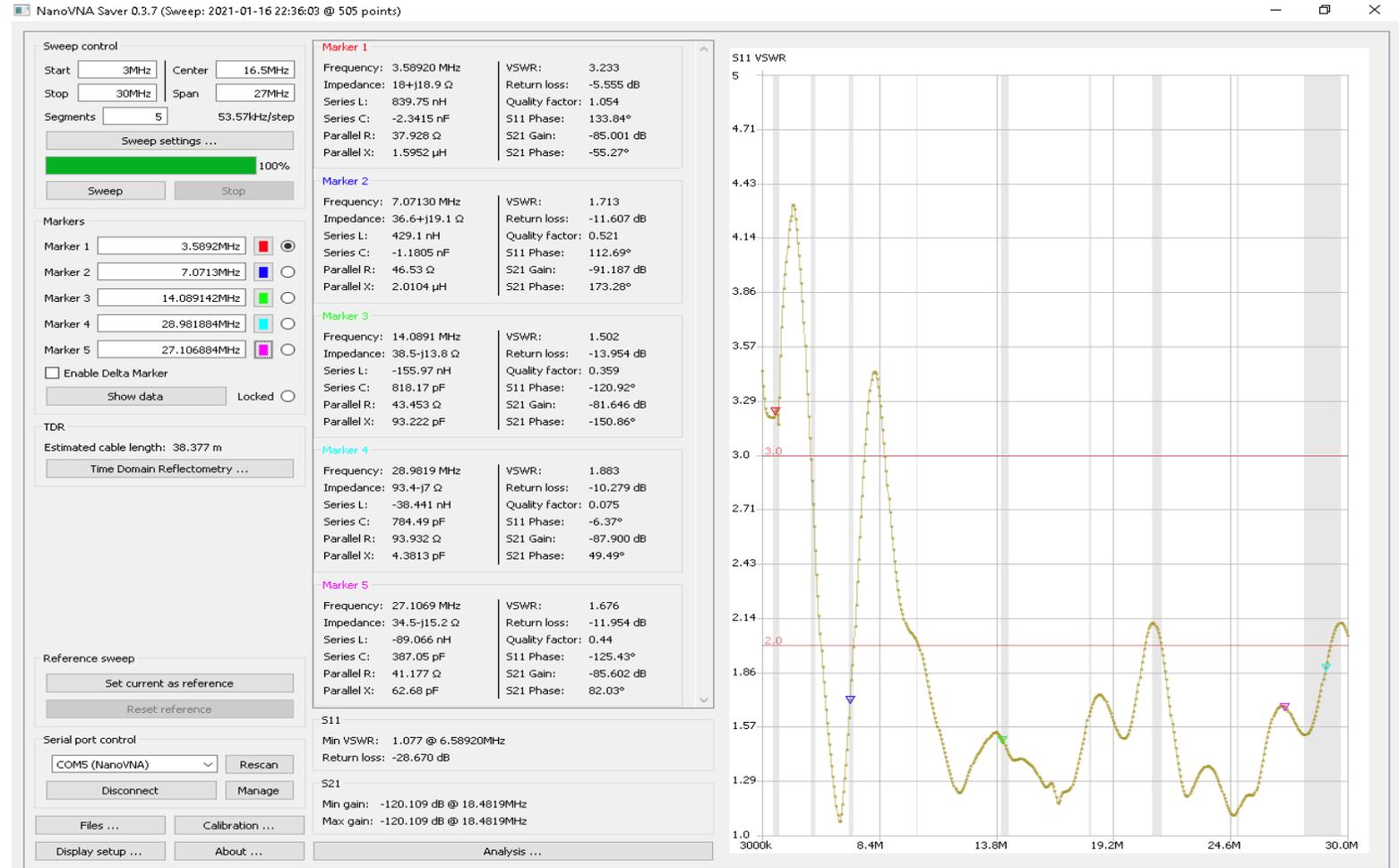
NanoVNA Ligado a PC

- Requer PC
- Pouco portátil.
- Mais opções de análise



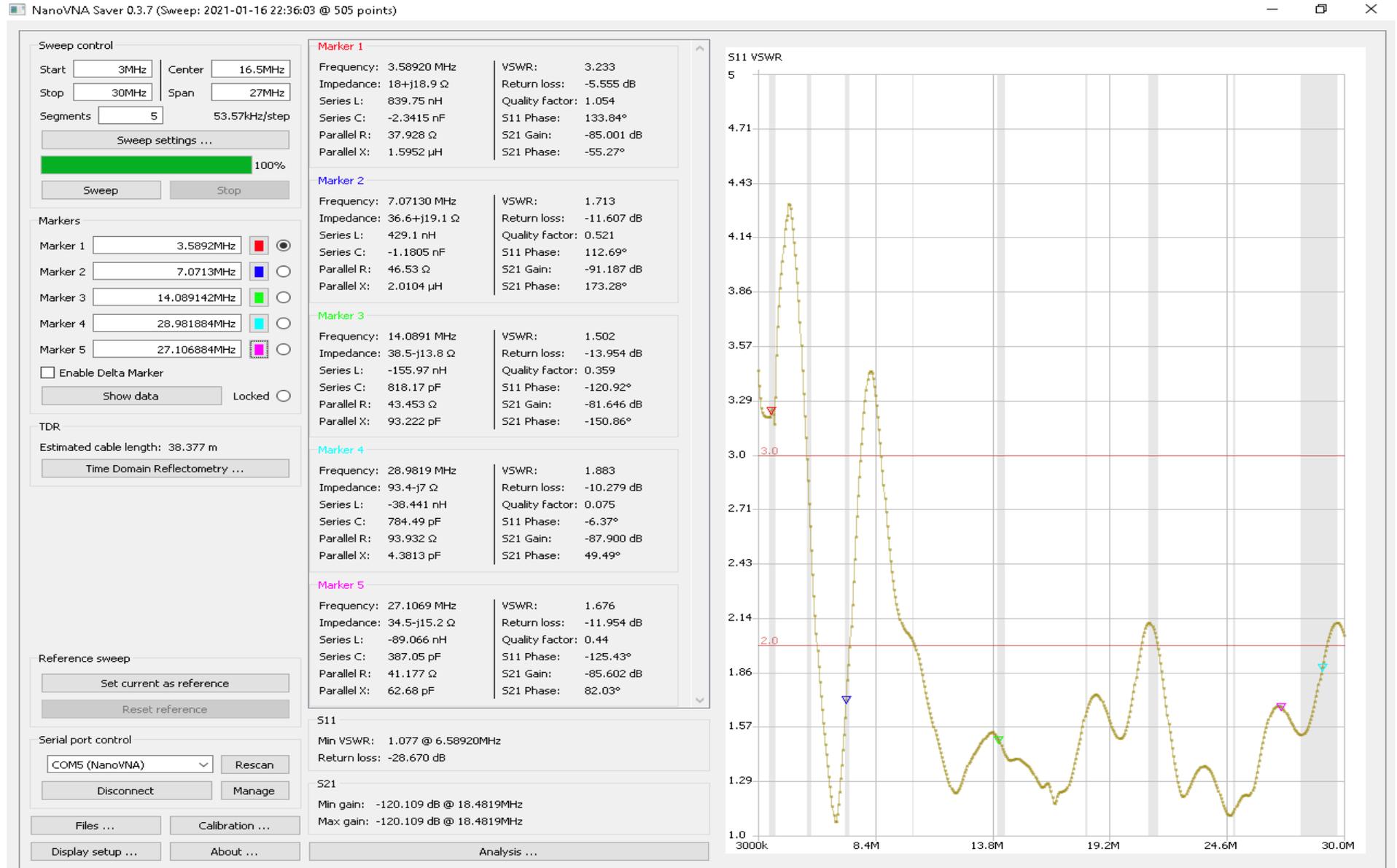
Utilizar o NanoVNA com um computador (Windows)

- Ligar com cabo usb.
- Software :
 - NanoVNA Saver



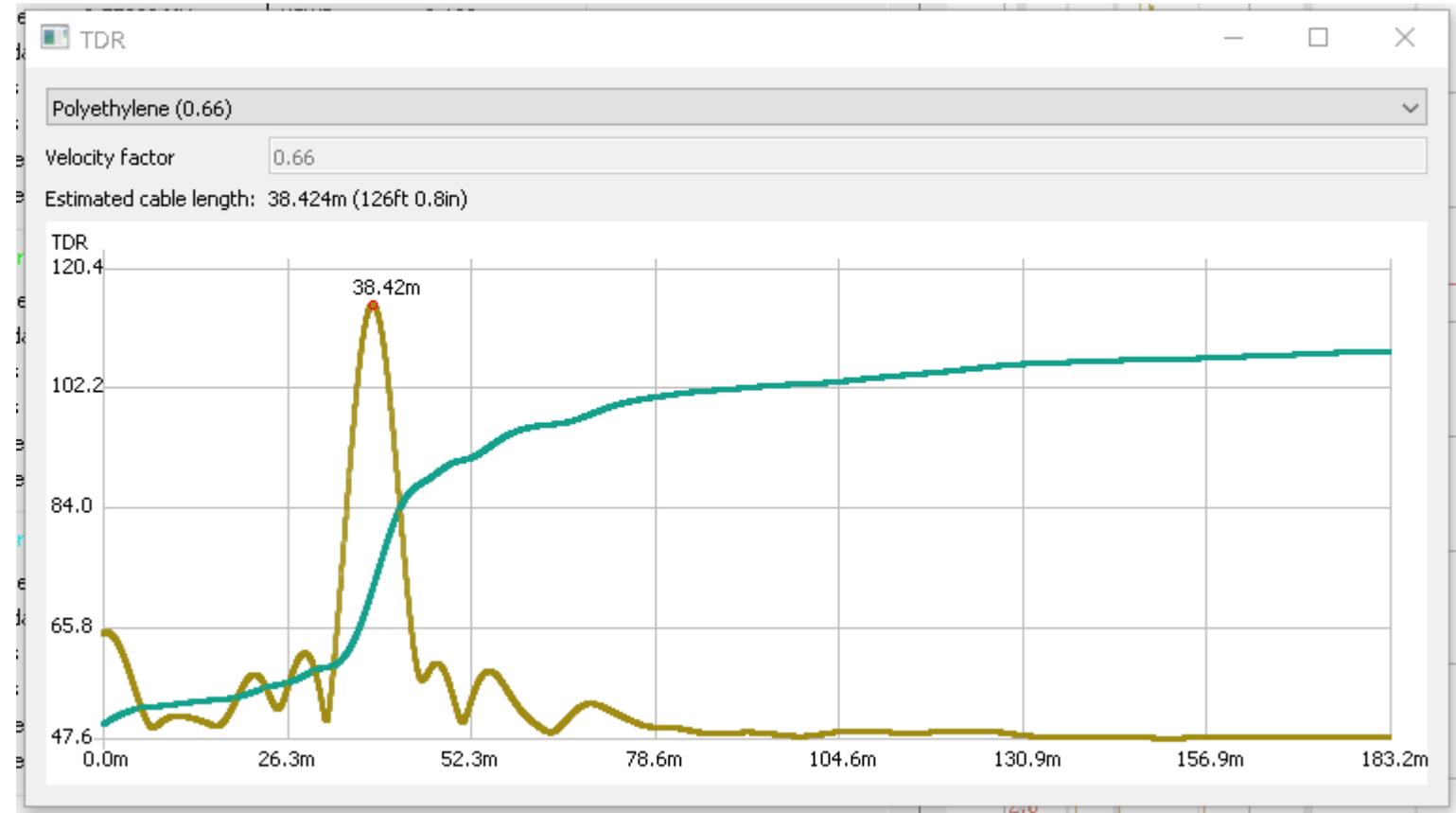


NanoVNA Saver



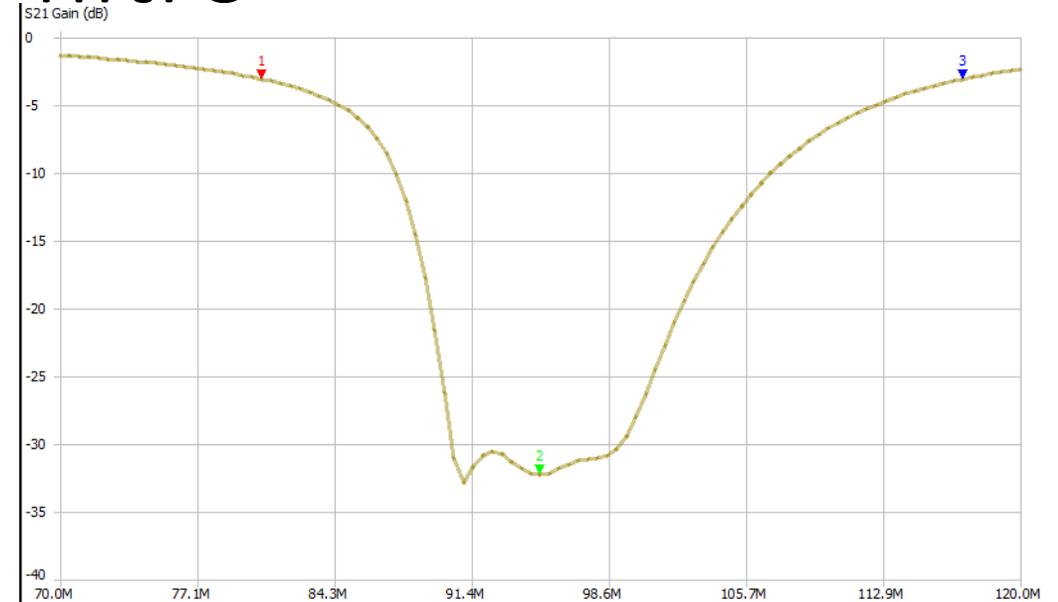
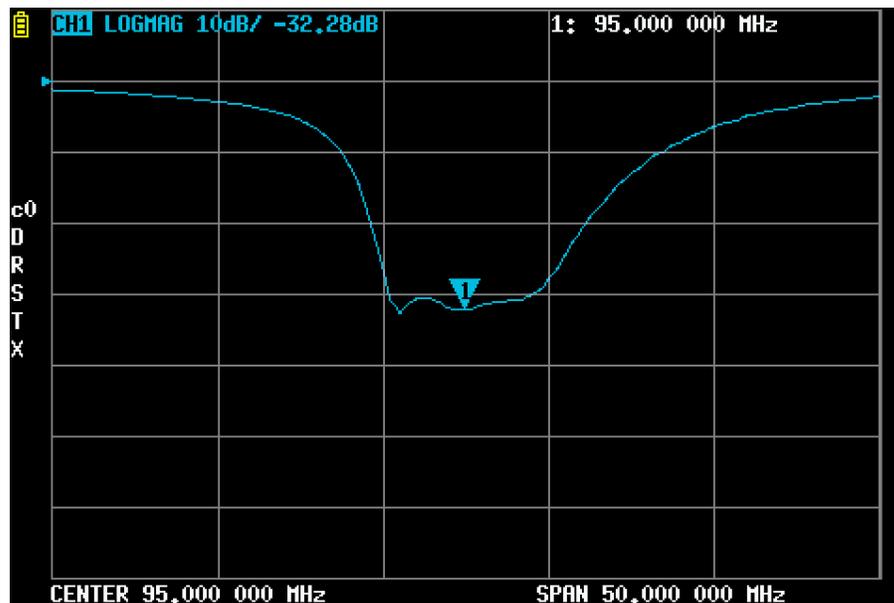
Time Domain Reflectometry (mede cabos)

- Usa-se a porta s11



Exemplo de Medição de um filtro

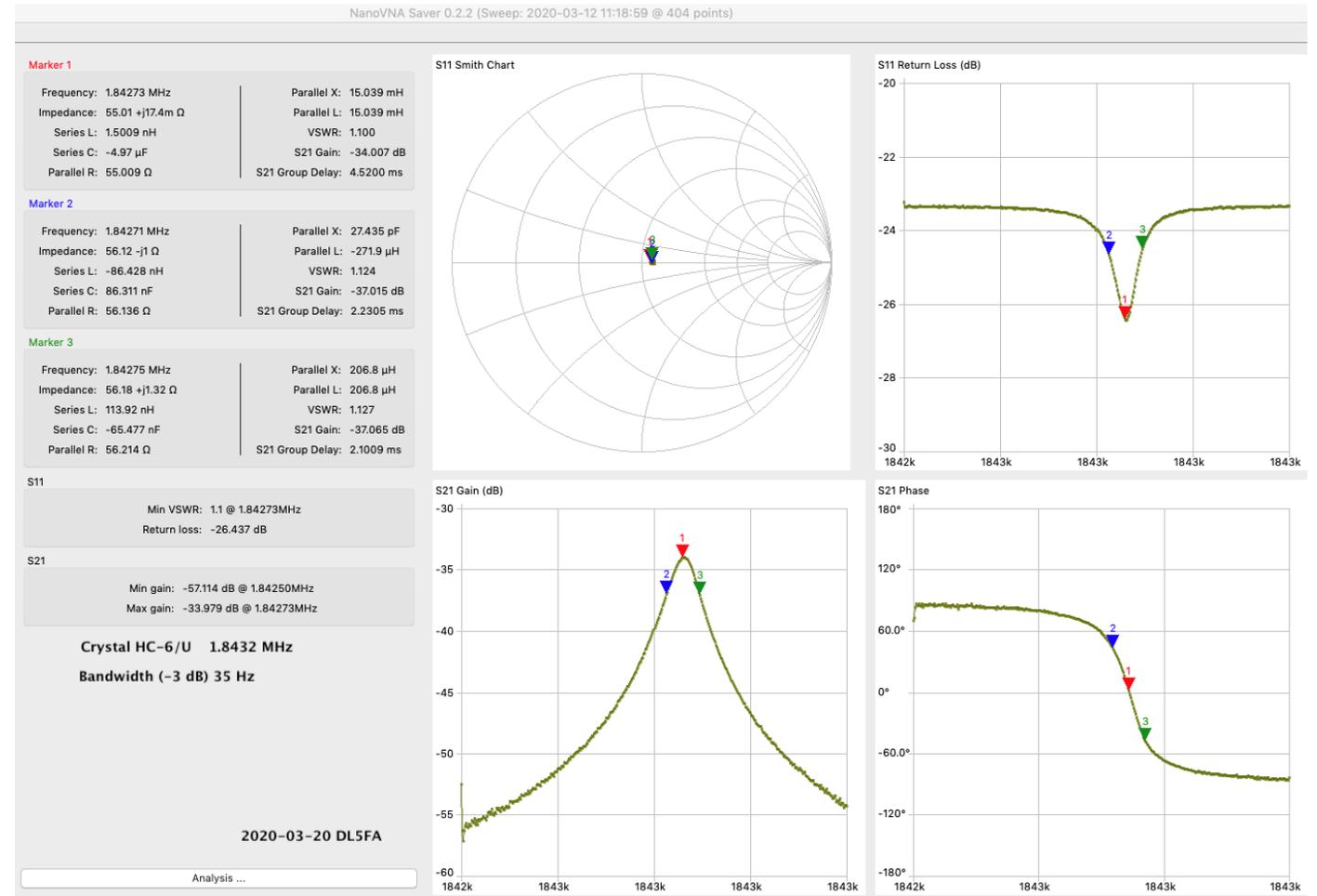
- Usa-se a porta s21
- Nas fotos NooElec FM Band Reject filter.



Exemplo de Medição de um cristal

Exemplo tirado de rudiswiki.de

Utilizou uma *pi network* para atenuação.





Mostrar utilização ao vivo



Questões ?



MUITO OBRIGADO

Visitem <http://www.belkadog.com>
jcanelhas@gmail.com



Referências

- <https://abracon.com/uploads/resources/Abracon-White-Paper-Antenna-Impedance-Matching.pdf>
- <https://nanovna.com/>
- <https://github.com/NanoVNA-Saver/nanovna-saver>
- http://www.ae6ty.com/Smith_Charts.html
- https://www.youtube.com/channel/UCu7_D0o48KbfhpEohoP7YSQ
- <https://www.rudiswiki.de/wiki9/nanoVNA>
- <https://s3-us-west-1.amazonaws.com/groupsioattachments/34671/34397283/4059/0?AWSAccessKeyId=AKIAJECNKOVMMCCU3ATNQ&Expires=1610913153&Signature=xU5bFD3IUiRTRr%2FkDEsblcd4wY%3D&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D%22NanoVNA+Schematic.pdf%22>
- https://www.ietlabs.com/pdf/application_notes/030122%20IET%20LCR%20PRIMER%201st%20Edition.pdf