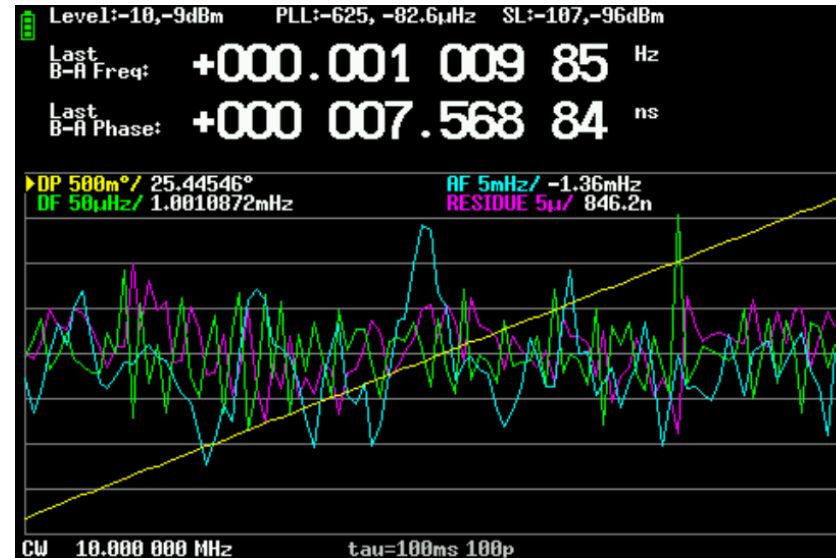


# tinyPFA

state of the art frequency meter



Timo Lampe PE1FOD

12 maart 2023



# Frequentie meten & stabiliteit meten

- Frequentie meten (met een counter)
- Fase meten
- Waarom fase meten
- Stabiliteit

Erik Kaashoek heeft nieuwe software gemaakt voor een nanoVNA-H4 en is nu een “state of the art frequency meter” geworden.

# Frequentie counter

- Definitie : 1periode/seconde=1Hz ( $t=1/F$ )
- In een counter worden de opgaande flanken van het signal geteld
- De tel gate(port tijd) bepaalt hoe lang er geteld word.

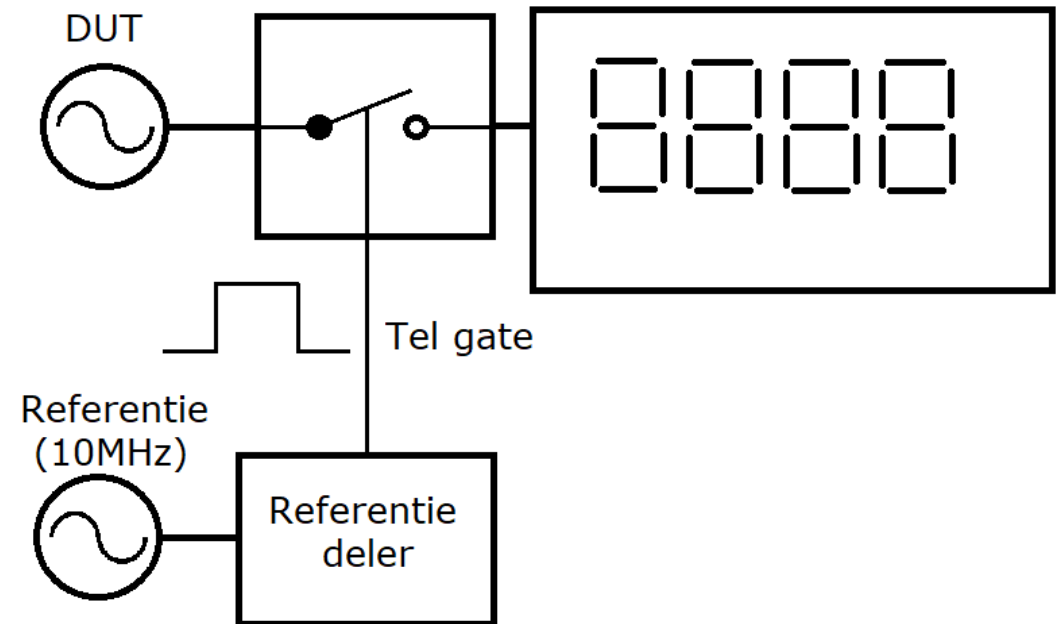
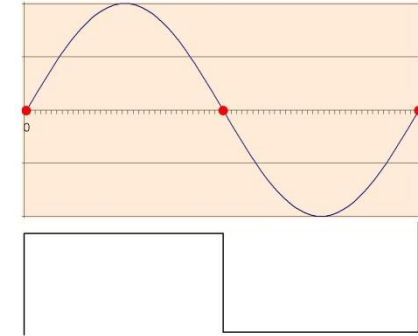
Tel gate:

0.1sec = 10Hz resolutie

1sec = 1 Hz

10sec = 0.1Hz

- De referentie bepaalt hoe nauwkeurig uitkomst is.

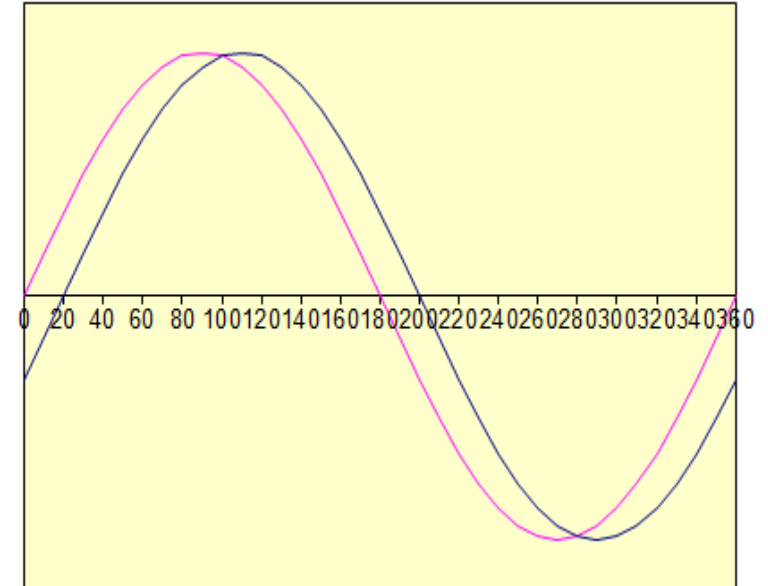


# Frequentie meten

- Counter is goed om een transceiver af te regelen
  - Een TCXO op frequentie zetten is al lastig
  - OCXO is moeilijk
  - Rubidium gaat niet , te weinig cijfers achter de komma
  - Dit moet dus anders gemeten worden
- FM            100Hz
  - SSB           10Hz
  - CW            10Hz
  - Digi modes 10Hz
  - Xtal osc      1Hz
  - TCXO         0.1Hz
  - OCXO         0.01Hz
  - Rubidium    0.0001Hz

# Fase meten

- Alleen met stabiele signalen
- In graden of in tijd  $t=1/F$
- TIC , tijd interval counter (HP5370)
- Dit vergt alleen wat omdenken!
- Kleine fasen verschillen zijn goed te detecteren en dus ook kleine frequentie verschillen.
- $360^\circ = 100\text{nS}$  (10MHz)
- Referentie vergelijken met een ander signaal



# HP-105 handboek

- Stabiliteit  
calculatie

f. Determine frequency difference between A and B inputs using following equation:

$$\text{Since } 360^\circ/\text{sec} = 1 \text{ Hz, then } \frac{360^\circ/\text{sec}}{1 \text{ Hz}} = \frac{\Delta \phi / \Delta t}{\Delta f}$$

solving for  $\Delta f$ ,

$$\Delta f = \frac{\Delta \phi}{360^\circ (\Delta t)}$$

$\Delta t$  = time in seconds, required for the phase change measured.

$\Delta f$  = frequency difference between input signals.

$\Delta \phi$  = phase change in degrees (8405A reading).

Dividing  $\Delta f$  by the frequency of the reference oscillator then gives the frequency difference in proportional parts. Example:

Standard frequency  $f = 5 \text{ MHz}$ .

$\Delta \phi$  measured on 8405A =  $1.3^\circ$ .

$\Delta t = 100$  seconds.

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta \phi}{\Delta t (360^\circ)(f)} = \frac{1.3^\circ}{360^\circ (100)(5 \times 10^6)} = \frac{1.3}{1.8 \times 10^{11}}$$

$$= 7.2 \times 10^{-12} \text{ or } 7.2 \text{ parts in } 10^{12}.$$

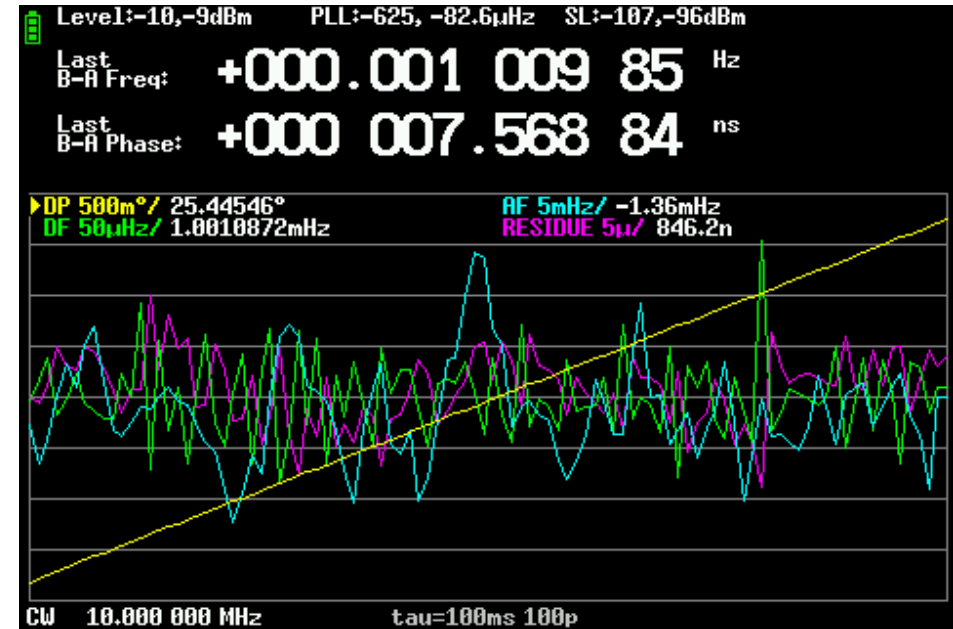
# Stabiliteit in getallen

- Verloop per tijd

Piriodenr.	@10MHz	PE1FOD			Meet tijd						
		Verloop	Sec	Sec	Sec	5min	15min	60min	24uur	7 dagen	1 Jaar
	°	nS	1	20	60	360	900	3600	86400	604800	31536000
1	0.278	2.78E-10	1.39E-11	4.63E-12	7.72E-13	3.09E-13	7.72E-14	3.22E-15	4.59E-16	8.81E-18	
3.6	1.000	1.00E-09	5.00E-11	1.67E-11	2.78E-12	1.11E-12	2.78E-13	1.16E-14	1.65E-15	3.17E-17	
10	2.778	2.78E-09	1.39E-10	4.63E-11	7.72E-12	3.09E-12	7.72E-13	3.22E-14	4.59E-15	8.81E-17	
60	16.67	1.67E-08	8.33E-10	2.78E-10	4.63E-11	1.85E-11	4.63E-12	1.93E-13	2.76E-14	5.28E-16	
0.28	100	27.78	2.78E-08	1.39E-09	4.63E-10	7.72E-11	3.09E-11	7.72E-12	3.22E-13	4.59E-14	8.81E-16
1.0	<b>360</b>	<b>100.0</b>	1.00E-07	5.00E-09	1.67E-09	2.78E-10	1.11E-10	2.78E-11	1.16E-12	1.65E-13	3.17E-15
2.0	720	200.0	2.00E-07	1.00E-08	3.33E-09	5.56E-10	2.22E-10	5.56E-11	2.31E-12	3.31E-13	6.34E-15
		uS									
10	3600	1	1.00E-06	5.00E-08	1.67E-08	2.78E-09	1.11E-09	2.78E-10	1.16E-11	1.65E-12	3.17E-14
200	72000	20	2.00E-05	1.00E-06	3.33E-07	5.56E-08	2.22E-08	5.56E-09	2.31E-10	3.31E-11	6.34E-13
1000	360000	100	1.00E-04	5.00E-06	1.67E-06	2.78E-07	1.11E-07	2.78E-08	1.16E-09	1.65E-10	3.17E-12
5000	1.8E+06	500	5.00E-04	2.50E-05	8.33E-06	1.39E-06	5.56E-07	1.39E-07	5.79E-09	8.27E-10	1.59E-11
		mS									
10000	3.60E+06	1	1.00E-03	5.00E-05	1.67E-05	2.78E-06	1.11E-06	2.78E-07	1.16E-08	1.65E-09	3.17E-11
1.00E+05	3.60E+07	10	1.00E-02	5.00E-04	1.67E-04	2.78E-05	1.11E-05	2.78E-06	1.16E-07	1.65E-08	3.17E-10
5.00E+06	1.80E+09	500	5.00E-01	2.50E-02	8.33E-03	1.39E-03	5.56E-04	1.39E-04	5.79E-06	8.27E-07	1.59E-08
		Sec									
1.00E+07	3.60E+09	1	1.00	0.05	1.67E-02	2.78E-03	1.11E-03	2.78E-04	1.16E-05	1.65E-06	3.17E-08

# tinyPFA (Phase Frequency Analyzer)

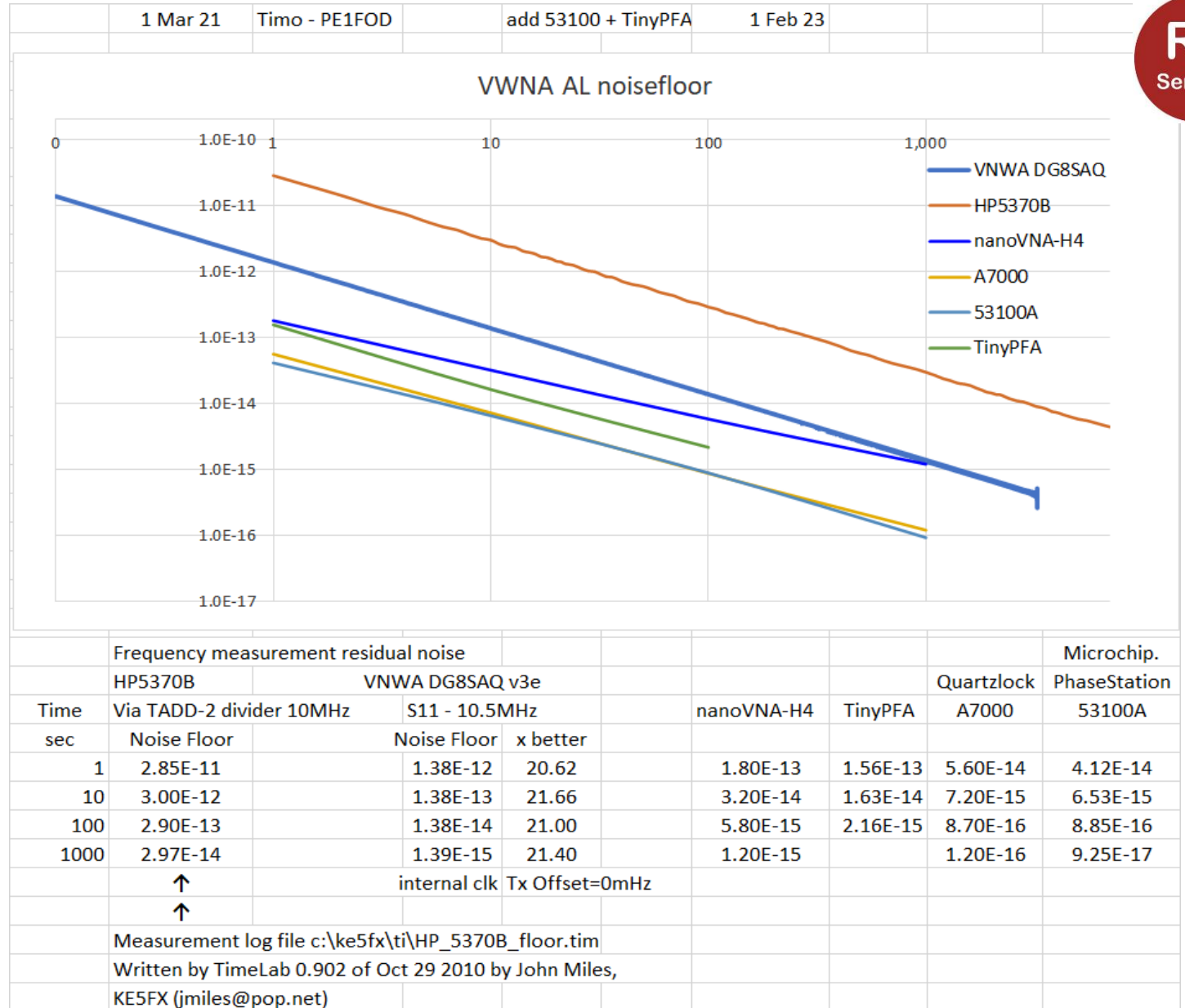
- Phase Frequency Analyzer
- Met één signaal op ch A = counter
- Ook een signaal op ch B dan meet hij fase of eigenlijk verschil
- Ch A = B-A frequentie, Ch B = B-A Fase
- Zelf test tinyPFA, A=B
- Laten zien hoe goed een signaal bron is.





# In vergelijking met andere instrumenten

- Ruisvloer metingen

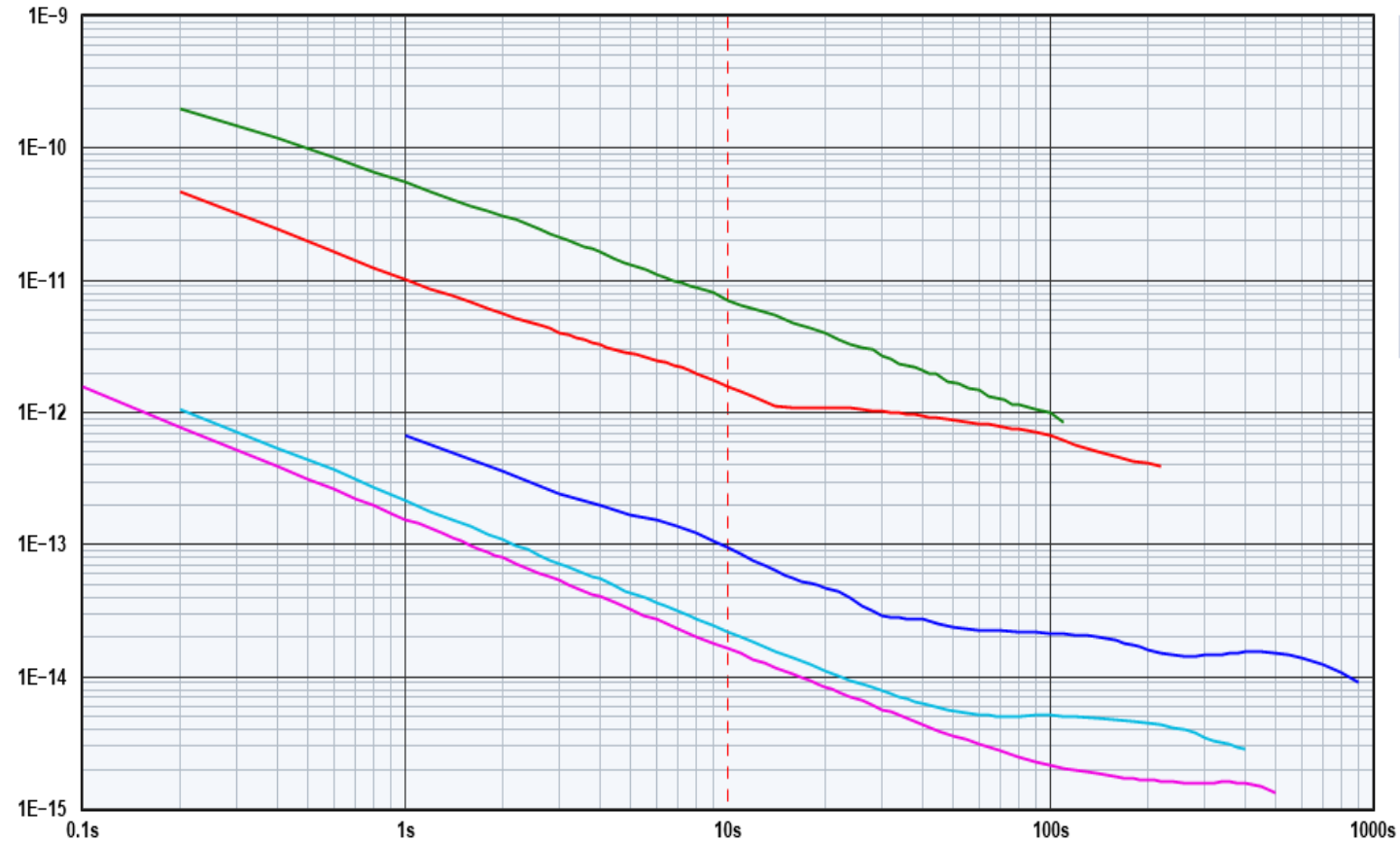


# Zelf test tinyPFA

- Diverse metingen gedaan met Timelab
- Verschillende signaal bronnen



Allan Deviation  $\sigma_y(\tau)$



Tau	Sigma(Tau)
1s	2.18E-13
2s	1.10E-13
4s	5.50E-14
8s	2.73E-14
10s	2.21E-14
20s	1.11E-14
40s	6.29E-15
80s	5.08E-15
100s	5.10E-15
200s	4.45E-15
400s	2.88E-15

Trace	Notes	Input Freq	Sample Interval	ADEV at 10s	Elapsed	Acquired	Instrument
TinyPFA system noise	source UBlox NEO7M 8MHz	8 MHz	1.000 s	9.53E-14	1h	3600 pts	TinyPFA
Noise Floor		10 MHz	0.100 s	1.63E-14	33m 20s	20000 pts	tinyPFA
2x SML01		10 MHz	0.200 s	7.12E-12	7m 46s	2330 pts	tinyPFA-PE1FOD
1x Rb1+ 1x SML01		10 MHz	0.200 s	1.58E-12	15m 40s	4702 pts	tinyPFA-PE1FOD
tinyPFA-2-SML01-EDR+Filter-via splitter		10 MHz	0.200 s	2.21E-14	26m 42s	8012 pts	tinyPFA-PE1FOD

# Web Links

- <https://nanovna.com>
  - <https://nanorfe.com/nanovna-v2.html>
  - <https://www.zeenko.tech/litevna>
  - [Absolute Beginner Guide NanoVNA v1 6.pdf](#)
  - <https://www.tinydevices.org/wiki/>
  - <http://athome.kaashoek.com/tinyPFA/DFU>
  - <https://www.miles.io/timelab/beta.htm>
- 900MHz
  - 1.5GHz
  - 6.3GHz
  - Veel info nanoVNA's
  - tinySA, tinyPFA
  - To upd -> tinyPFA
  - Timelab sw