

Absolute Beginner's Guide to NanoVNA

CONFIGURATION
CALIBRATION
FIRMWARE UPGRADE
MEASUREMENT EXAMPLES



Martin Švaco 9A2JK

*Napisao: Martin Švaco, 9A2JK
email: 9a2jk@hamradio.hr
Hrvatska inačica: 1.0-NACRT 26. veljače 2021.*

Predgovor

Sve je započelo u Japanu 2016. godine kada je Tomohiro Takahashi (zvani edy555) napravio prvi NanoVNA, objavio projekt i firmver na GitHubu, te sve dao na slobodno raspolaganje. Početkom 2019. godine Hugen iz Kine dovršio je uređaj sa značajnim poboljšanjima, promijenio ime u NanoVNA-H i započeo masovnu proizvodnju. Ostali kineski proizvođači ubrzo su počeli proizvoditi i prodavati kopije i klonove.

A onda se po radioamaterskim grupama i forumima počelo pričati o NanoVNA. Može izmjeriti ovo i ono, niska cijenu itd ... pa sam i ja odlučio naručiti jedan iz Kine. Kad je napokon stigao, suočio sam se s problemom kao i svi drugi - nedostatak bilo kakvih uputa. Na internetu postoji ogromna količina informacija o *Vector Network Analyzerima*, kao i za NanoVNA, ali vrlo malo za apsolutne početnike. I tako je "počela još jedna sezona grijanja stolice i zabilješki". Ovaj je vodič nastao je od mojih bilješki.

Sadržaj:

NanoVNA hardverske verzije	1
NanoVNA korisničko sučelje	4
Punjenje baterije	5
Kalibracija dodirnog zaslona	6
Što je VNA ?	8
Kako NanoVNA prikazuje rezultate mjerenja ?	9
Raspon generiranja frekvencija	12
Portovi na NanoVNA	12
NanoVNA sustav izbornika	13
Otvaranje i zatvaranje izbornika	14
Odabir i izvršavanje naredbi	14
Konfiguriranje prije svakog mjerenja	15
AKTIVNI GRAF (ACTIVE TRACE)	
ODABIR GRAFA (SELECT TRACE)	
BRISANJE PRIKAZA GRAFA (DESELECT TRACE)	
FORMAT GRAFA (TRACE FORMAT)	
KANAL NA KOJEM MJERIMO (TRACE CHANNEL)	
MJERNA SKALA (SCALE)	
REFERENTNA POZICIJA GRAFA (REFERENCE POSITION)	
GENERATOR FREKVENCIJA (STIMULUS FREQUENCY)	
Kalibracija	22
Provjera kalibracije	26
Pozivanje kalibracije iz memorije	27
Nadogradnja firmvera	28
Instaliranje upravljačkog programa	28
Provjera instalacije drivera	32
NanoVNA u NORMALNOM, RADNOM, MODU	
NanoVNA U DFU MODU	
Instaliranje DfuSe Demo	34
Rješavanje problema instalacije drivera	37
Nadogradnja drivera iz Device Managera	38
PRVI NAČIN	
DRUGI NAČIN	
TREĆI NAČIN	
Nadogradnja firmvera	43
Kako naći DFU datoteku za vaš NanoVNA ?	44
Postavljanje NanoVNA u DFU mod	45
ULAZ U DFU MOD IZ GLAVNOG IZBORNIKA	
ULAZ U DFU MOD S VIŠENAMJENSKOM SKLOPKOM	
Ulaz u DFU mod kada ništa drugo ne radi	47

Nadogradnja firmvera	48
Nadogradnja firmvera s DfuSe DEMO v3.0.6	48
Nadogradnja firmvera s NanoVNA-App for Windows	52
Mjerenje SWR-a s NanoVNA	56
Prilagođavanje "antenske kutije"	62
Mjerenje filtra	64
Programi za osobna računala	66
Gdje kupiti NanoVNA	68
Sažetak	69

NanoVNA HARDVERSKJE VERZIJE

Postoji nekoliko verzija i klonova NanoVNA i sve se temelje na istom *edy555* projektu. Nemoguće je opisati sve verzije, jer se stalno pojavljuju nove. Neke verzije su poboljšanja, a neke loše kopije. Prvi NanoVNA su se prodavali bez kućišta, kao "sendvič" između dvije pločice. Čak i danas možete kupiti klonove bez kućišta, slika 1.



Svaka verzija NanoVNA koristi drugi firmver.

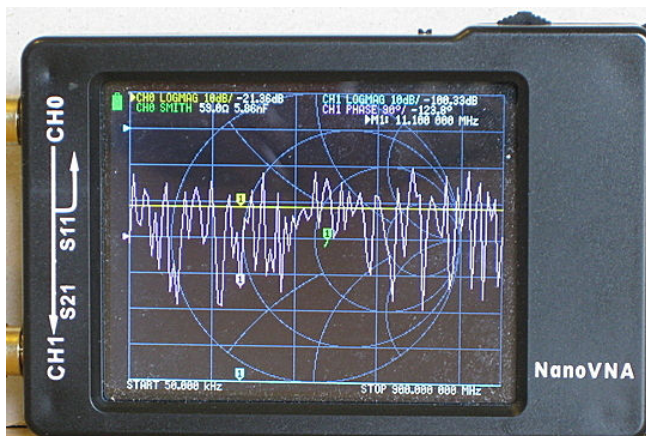


Slika 1.



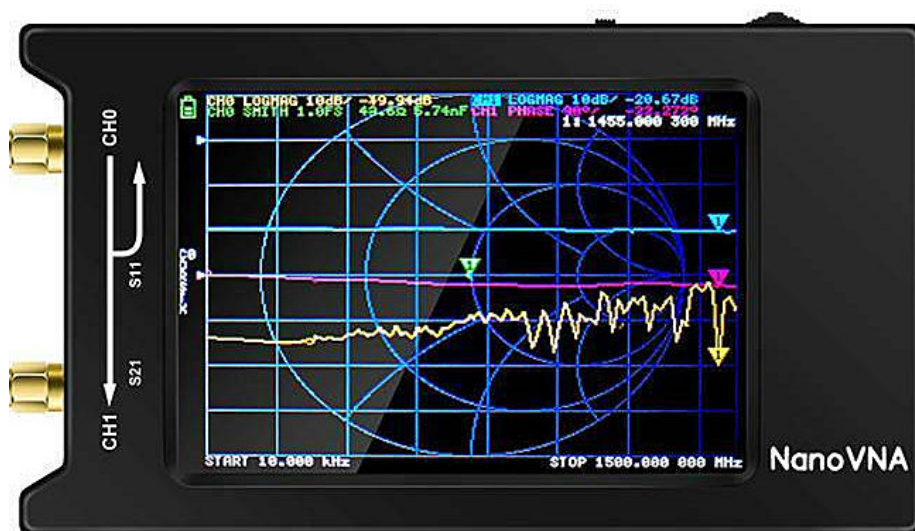
Slika 2.

Hugenovi poboljšani modeli imaju slovo H u imenu, NanoVNA-H. Dolaze u plastičnom kućištu, u dvije verzije koje se razlikuju samo u veličini displeja: 2,8" i 4". To su klasični modeli NanoVNA, slike 2., 3. i 4.



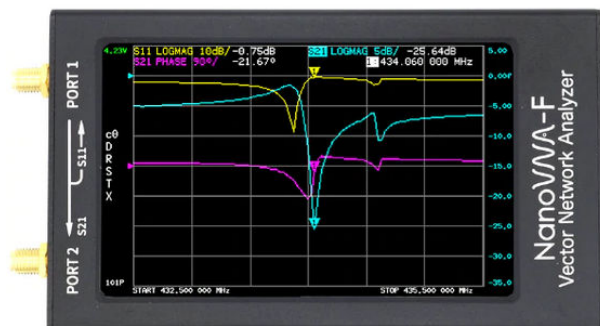
NanoVNA-H
Hugenov klasični model,
displej 2.8",
slika 3.

Slika 3.



NanoVNA-H4
Hugenov klasični
model,
displej 4",
ide do 1.5 GHz,
slika 4.

Slika 4.



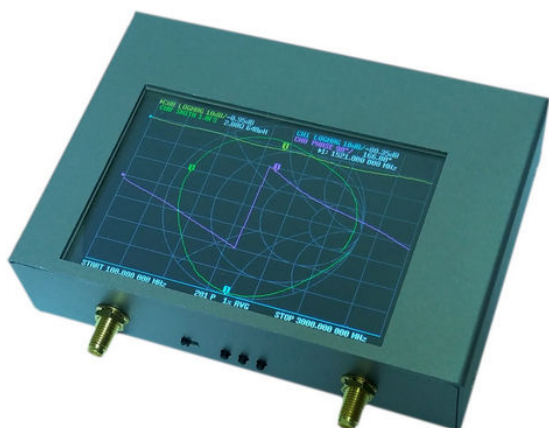
NanoVNA-F u aluminijском kućištu,
displej 4,3",
proizvodi i razvija BH5HNU,
slika 5.

Slika 5.



Slika 6.

NanoVNA V2 sa tipkama (S-A-A-2)
V2 Plus V2.3,
displej 2,8",
50 kHz – 3 GHz,
slika 6.



Slika 7.

NanoVNA V2 sa tipkama (S-A-A-2)
V2 Plus4 V2.4,
razvija OwOComm
displej 4",
metalno kućište,
ide do 4 GHz,
slika 7.



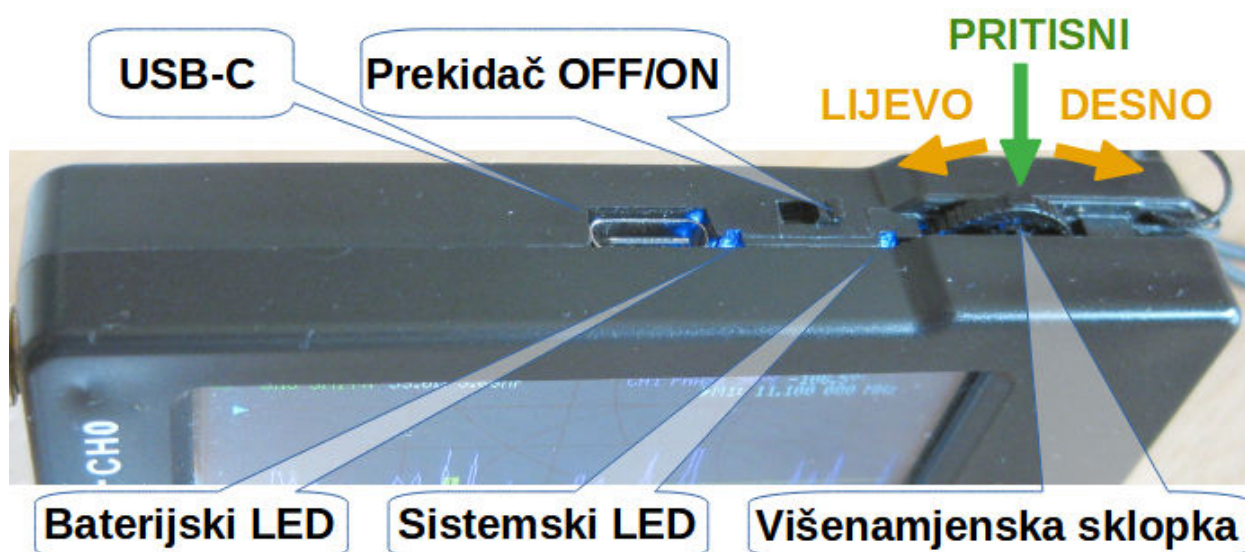
Slika 8.

NanoVNA V2 SAA-2N sa N konektorima,
displej 4",
metalno kućište,
ide do 3 GHz,
slika 8.

NanoVNA KORISNIČKO SUČELJE

Ovisno o mjestu kupnje, NanoVNA dolazi s setom za kalibraciju (3 kom - otvoreno, kratkospojeno, 50 oma), dva SMA-SMA kabla, USB C na USB-2 kabelom, SMA žensko-ženski adapterom, trzalicom za gitaru (za "pisanje" po displeju) i, ako ste imali sreće, dobili ste mapu strukture NanoVNA izbornika. Inače, ovu mapu možete preuzeti sa *nanovna-users* grupe, datoteka *nanoVNA Menu Structure v1.1.pdf*.

Postoji nekoliko verzija NanoVNA, ali glavni dijelovi su kod svih isti, slika 9. Snimke zaslona u ovom dokumentu preuzete su s klasičnog NanoVNA-H. Ako imate drugi model NanoVNA i/ili imate instaliran drugačiji firmver, neki prikazi na ekranu vašeg NanoVNA mogu malo razlikovati, ali u načelu nema razlike.



Slika 9.

Prekidač OFF/ON uključuje i isključuje NanoVNA. Nakon isključivanja LED dioda baterije ostaje svijetliti neko vrijeme. To je normalno.

USB-C priključak se koristi se za punjenje baterije i komunikaciju sa računalom. Za USB-C kabel nije važno kako je umetnut.

Višenamjenska sklopka (višesmjerna sklopka) ima tri smjera: pritisak prema dolje, pomicanje lijevo i pomicanje desno. ima više funkcija, poput odabira i izvršavanja naredbi i pomicanja markera.

- pritiskom na višenamjensku sklopku otvarate izbornik ili odabirete stavku izbornika ili pokrećete izvršavanje odabrane naredbe s izbornika,
- pomicanjem lijevo ili desno prolazite kroz naredbe izbornika ili pomičete odabrani marker po displeju.

Baterijski LED - stalno svjetlo pokazatelj je napunjenosti baterije. Trepće kad se baterija puni. Tijekom normalnog rada treptanje znači da je baterija skoro prazna.

Sistemski LED trepće tijekom normalnog rada NanoVNA.



Slika 10.

Umjesto višenamjenske sklopke, neke verzije NanoVNA imaju tri mini prekidača s tipkama koji izvršavaju istu funkciju kao i višenamjenska sklopka (Slika 10., tipke na modelu NanoVNA S-A-A V2). Srednji gumb otvara izbornik ili izvršava odabranu naredbu s izbornika. Lijeva i desna tipka koriste se za odabir naredbe s izbornika ili za pomicanje markera po displeju.

PUNJENJE BATERIJE

Bateriju punimo spajanjem USB-C kabela od NanoVNA na računalo ili preko nekog 5V punjača. Nije važno kako je USB kabel umetnut u USB-C priključak. LED dioda baterije indikator je napunjenosti baterije. Stalno svjetlo pokazatelj je napunjenosti baterije. LED trepće kad se baterija puni.

Tijekom punjenja baterije, NanoVNA može biti isključen ili uključen.

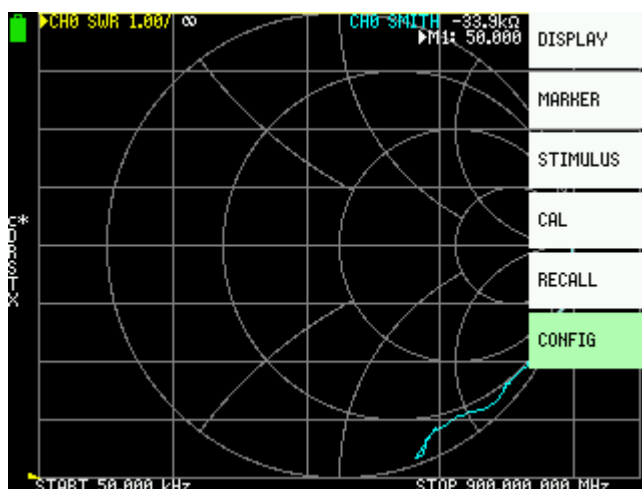
KALIBRACIJA DODIRNOG ZASLONA (DISPLEJA)

Naredbe za upravljanje s NanoVNA biramo iz njegovog izbornika. Izbornik otvaramo dodirivanjem dodirnog zaslona (s trzalicom ili olovkom za zaslone osjetljive na dodir) ili s višenamjenskom sklopkom. Za ispravan rad dodirni zaslon treba kalibrirati i kalibraciju pohraniti u memoriju NanoVNA.



Zaslon osjetljiv na dodir izrađen je u tzv. "otpornoj tehnologiji" i za pravilan rad treba odgovarajući pritisak olovke, ni prejak ni preslabo.

1. Iz izbornika NanoVNA odaberite **CONFIG**.



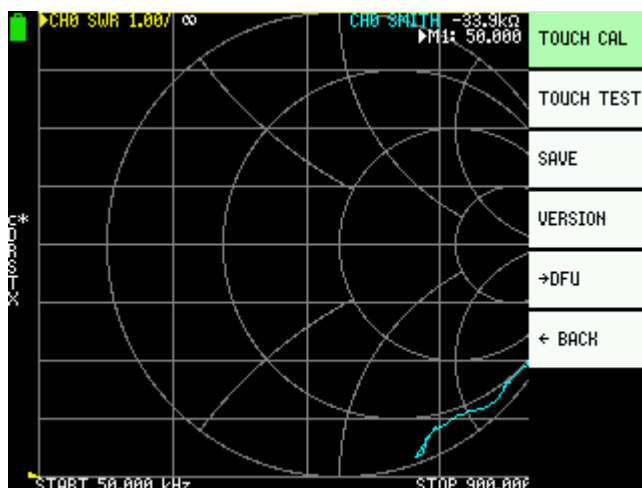
Slika 11.

Budući da zaslon osjetljiv na dodir još nije kalibriran, pritisnite višenamjensku sklopku. Ovo će otvoriti izbornik kao na slici 11.

Pomaknite višenamjenski prekidač udesno nekoliko puta za odabir opcije izbornika **CONFIG**.

Sada pritisnite višenamjensku sklopku što izvršava odabranu naredbu **CONFIG** i otvara podizbornik kao na slici 12.

2. Iz novog menija otvorite **TOUCH CAL** naredbu.



Slika 12.

Pomicanjem višenamjenskog prekidača ulijevo nekoliko puta označite opciju izbornika **TOUCH CAL**. Za izvršavanje odabrane naredbe pritisnite višenamjensku sklopku.

3. S trzalicom (ili olovkom) dodirnite gornji lijevi kut displeja, slika 13.



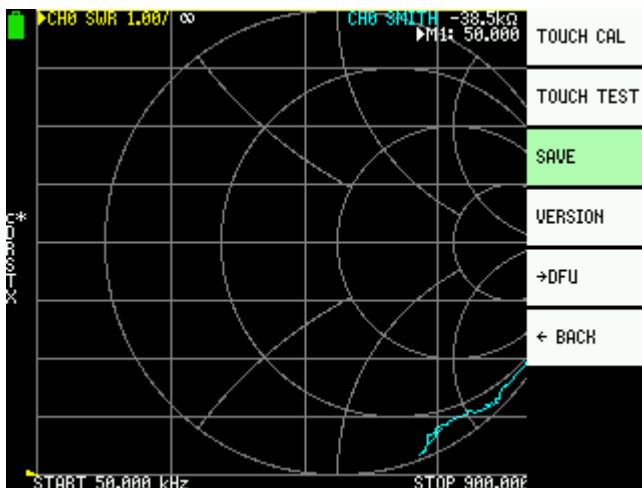
Slika 13.

4. S trzalicom (ili olovkom za dodirne ekrane) dodirnite donji desni kut displeja, slika 14.



Slika 14.

5. Spremite kalibraciju naredbom **SAVE**, slika 15.



Slika 15.

Označite **SAVE** pomicanjem višenamjenskog prekidača udesno. Za izvršenje označene naredbe pritisnite višenamjenski prekidač.

Nakon kalibracije, izbornik možemo otvoriti dodiranjem displeja s olovkom za dodirne ekrane (ili trzalicom) bilo gdje na zaslonu NanoVNA ili pritiskom na višenamjensku sklopku.



Za provjeru točnosti kalibracije dodirnog zaslona, iz menija **CONFIG** odaberite **TOUCH TEST** i pišite po displeju. Displej osjetljiv na dodir izrađen je u otpornoj tehnologiji i za pravilan rad treba odgovarajuću pritisak olovke. Ni jako, ni slabo! Ako niste zadovoljni, ponovite kalibraciju.

Slika 16.

ŠTO JE VNA ?

Vector Network Analyzer, VNA, je instrument koji mjeri parametre električnih mreža, kao što su antena ili antenski sustav, filter, R, L ili C komponente, prigušnice, attenuatori, pojačala, itd.

Zamislamo signale kao valove koji imaju amplitudu i fazu. VNA šalje poznati signal (elektromagnetski val poznate amplitude i frekvencije) u uređaj koji se ispituje, (*eng. DUT, Device Under Test*) i mjeri amplitudu i fazu vala koji se reflektira od DUT i/ili amplitudu i fazu vala koji je prošao kroz DUT.

Kada mjerimo uređaje s jednim portom (npr. antena, otpornik, zavojnica, kondenzator, ...), VNA sa svojeg Porta 1 odašilje val poznate amplitude i faze i mjeri amplitudu i fazu reflektiranog vala od DUT, na tom istom priključku, Portu 1.

Kada mjerimo uređaje s dva porta (uređaje koji imaju ulaz i izlaz, npr. filter), VNA sa svojeg Porta 1 odašilje val poznate amplitude i faze i mjeri amplitudu i fazu vala sa izlaza DUT (vala koji je prošao kroz DUT). Amplitudu i fazu vala koji je prošao kroz DUT mjeri na Portu 2.

Port 1 (CH0 u NanoVNA terminologiji) je odašiljač i prijemnik.

Port 2 (CH1 u NanoVNA terminologiji) je samo prijemnik.

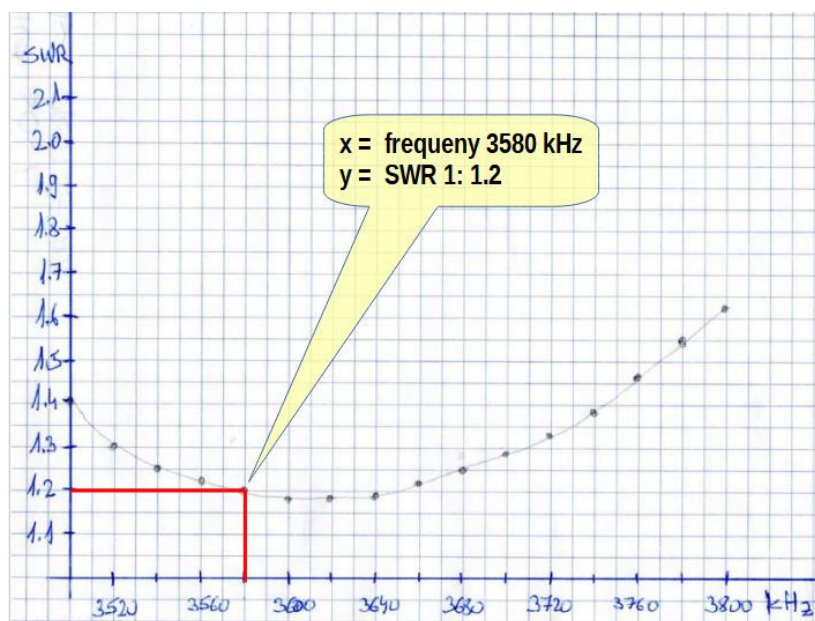
Sva ostala "mjerjenja" VNA računa iz izmjerenih amplituda i faze reflektiranog i prolaznog signala.

(Ovo je jako pojednostavljeno objašnjenje, ali dovoljno za početak)

KAKO NanoVNA PRIKAZUJE REZULTATE MJERENJA?

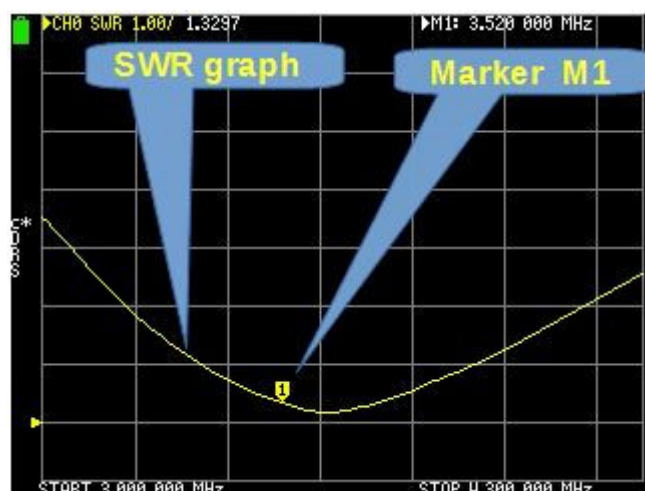
NanoVNA crta rezultat mjerenja na ekranu kao grafikon (eng. trace) mjerene veličine u odnosu na frekvenciju i/ ili na Smithovom dijagramu.

Dijagram koji NanoVNA crta jednak je dijagramu koji bi crtali rukom na papiru kad bi mjerili nekom drugom metodom. Kako bi ručno nacrtali dijagram promjene SWR-a o frekvenciji? Na papiru nacrtamo koordinatni sustav. Na osi x označimo točke frekvencije u koracima od npr. 20 kHz. Na vertikalnoj osi y označimo SWR u koracima od npr. 0,1 kao na slici 17. Podesimo TX na početnu frekvenciju, izmjerimo SWR i stavimo točku u pripremljeni koordinatni sustav. Tom metodom izmjerimo SWR na svakih 20 kHz i na kraju spojimo točke. Dobili smo dijagram kao na slici 17.



Slika vrijedi tisuću riječi. Već na prvi pogled vidimo gdje je najbolji SWR. Ako nas zanima SWR na nekoj frekvenciji, povučemo okomicu od osi x do grafa. Od sjecišta okomice i grafa povučemo paralelu do osi y i jednostavno očitamo SWR. Na slici 17. vidimo SWR od 1:1,2 na frekvenciji od 3580 kHz.

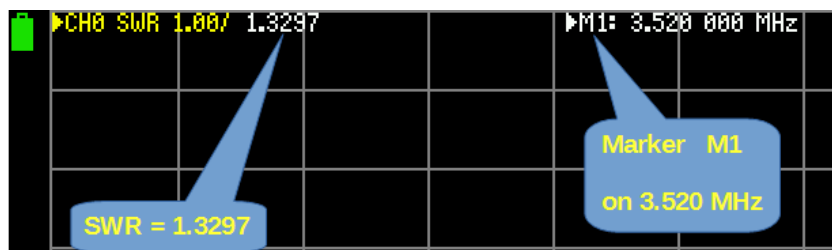
Slika 17.



Za gore opisano mjerenje treba vremena. NanoVNA će ovakav graf nacrtati u sekundi, slika 18. Jednostavno u NanoVNA upišemo frekvencijski raspon u kojem mjerimo, odaberemo graf koji želimo prikazati na ekranu i spojimo antenu. Sve ostalo radi NanoVNA.

Slika 18.

Ipak, razlika je između grafa koji smo nacrtali na papiru i onoga koji je NanoVNA prikazao na ekranu. Na papiru imamo označene frekvenciju i SWR (na x i y osi). NanoVNA nema x i y os! Umjesto x i y osi, zaslon je podijeljen s vodoravnim i uspravnim linijama. Osim toga, imamo marker koji možemo micati po grafu. Mjesto markera na grafu pokazuje frekvenciju i SWR na toj frekvenciji. Ove vrijednosti vidimo na vrhu ekrana, slike 18. i 19.



Slika 19

Horizontalne i vertikalne linije koje dijele ekran, su neka vrsta zamjene za x i y os. Vertikalne linije dijele odabrani frekvencijski raspon na jednake dijelove, slika 20. Vodoravne linije su skala jedinice mjere. Jedinicu mjere zadajemo prije samog mjerenja na vrijednosti koje nam najbolje odgovaraju.



Slika 20.

NanoVNA može istovremeno prikazati do četiri grafa ili tri grafa i Smithov dijagram. Svaki graf ima svoj marker koji možemo pomicati po grafu. Pomicanjem markera (mijenjanjem pozicije markera na grafu) odabiremo frekvenciju na kojoj očitavamo mjerenu vrijednost.

Brojčane vrijednosti koje odgovaraju poziciji markera na svakom prikazanom grafu vidimo na vrhu ekrana, slika 19. Ovisno o instaliranom firmveru, aktivni kanal je istaknut nekom pozadinskom bojom ili označen s trokutićem.

Primjer izmjerene vrijednosti prikazan je na slici 21. Pozicija markera M1 je na 3,741 kHz i SWR na toj frekvenciji je 1,3707.



Slika 21.

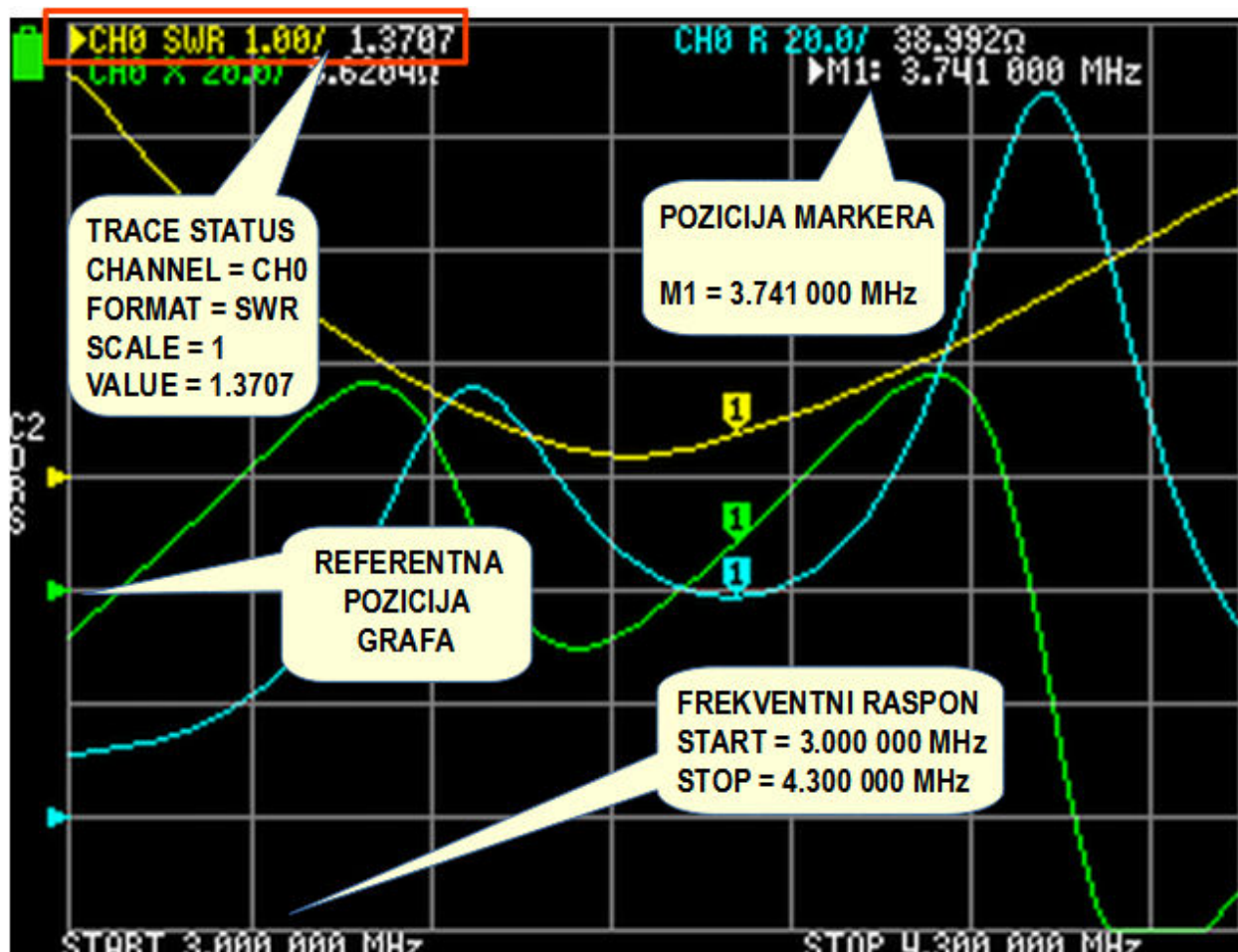
Način prikaza je **CHANNEL – FORMAT – SCALE – izmjerena vrijednost**.

CHANNEL - port na kojem NanoVNA mjeri (CH0 ili CH1)

FORMAT - vrijednost koju mjerimo (SWR, PHASE, SMITH ...)

SCALE - mjerna skala tj. razmak između svake vodoravne linije na ekranu

Izmjerena vrijednost je vrijednost veličine koju mjerimo na frekvenciji markera M1.



Slika 22.

Na slici 22. vidimo tri grafa, svaki u svojoj boji. Svaki graf ima marker u istoj boji kao i graf. Marker M1, na ovoj slici, je na poziciji frekvencije od 3,741 MHz. Sve prikazane vrijednosti na vrhu ekrana su izmjerene/izračunane za tu frekvenciju. Žuti graf prikazuje SWR izmjeren na NanoVNA kanalu CH0, na skali od 1 (razmak između svake vodoravne linije za SWR je 1 tj. 1:1, 1:2; 1:3 itd.). Izmjereni SWR je 1 : 1,3707. Plavi graf je realni otpor, izmjeren na CH0 na skali od 20 oma po podioku i izmjerena vrijednost je 38,992 oma. Zeleni graf je reaktancija izmjerena na CH0 na skali od 20 oma po podioku i izmjerena vrijednost je 8,6204 oma.

Trokutići uz lijevi rub ekrana na slici 22. označavaju referentnu poziciju grafa (**REFERENCE POSITION**). Kod konfiguriranja referente pozicije za svaki graf, donja vodoravna linija je broj 0, a gornja je broj 8.

RASPON GENERIRANJA FREKVENCIJA



NanoVNA generira frekvencije u koracima – samo 101 frekvenciju unutar zadanog frekvencijskog raspona.

Frekvencijski raspon za svako mjerenje zadaje korisnik preko izbornika. NanoVNA u zadanom frekvencijskom rasponu generira samo 101 frekvenciju. Ako npr. mjerimo dipol za 80 m i u NanoVNA postavimo frekvencijski raspon od 3 do 30 MHz, NanoVNA će generirati signale u koracima od oko 267 kHz ($27000 \text{ kHz} / 101 \text{ korak}$). U ovako zadanom frekvencijskom rasponu, NanoVNA će generirati samo jedan signal unutar opsega koji nas zanima, što nije dovoljno za kvalitetno mjerenje. Ako u NanoVNA zadamo uži frekvencijski raspon od npr. 3400 do 3900 kHz, što je širina od svega 500 kHz, NanoVNA će generirati signal približno svakih 5 kHz ($500 \text{ kHz} / 101 \text{ korak}$), što je više nego dovoljno za kvalitetno mjerenje.



Neki noviji firmveri i/ili hardverske verzije NanoVNA, mogu generirati veći broj frekvencijskih koraka. Još veći broj frekvencijskih koraka možemo dobiti kad NanoVNA povežemo sa softverom u PC-u.

Ograničeni broj frekvencijskih koraka nije ozbiljni nedostatak. Veću točnost mjerenja jednostavno postizemo sužavanjem zadanog frekvencijskog područja na dio koji je najvažniji ili korištenjem softvera u PC-u. Radi usporedbe, neki drugi VNA, cjenovno dostupni radioamaterima, iako 10-ak puta skuplji kao npr. miniVNA, unutar zadanog područja generiraju frekvenciju kontinuirano.

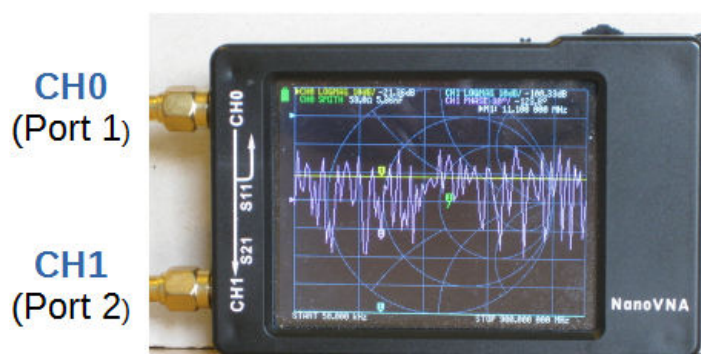
PORTOVI NA NanoVNA

Port je utičnica na NanoVNA u koju priključujemo DUT (uređaj koji mjerimo). Klasični modeli NanoVNA dolaze sa utičnicama tipa SMA.

NanoVNA ima dva porta sa oznakama **CH0** i **CH1**. Oznake portova su malo nespretno odabrane. Pravilno bi bilo **Port 1** i **Port 2**. U stvarnosti je **CH0 = Port 1**, a **CH1 = Port 2**.

Na **CH0** NanoVNA mjeri reflektirani val od DUT (npr. antena).

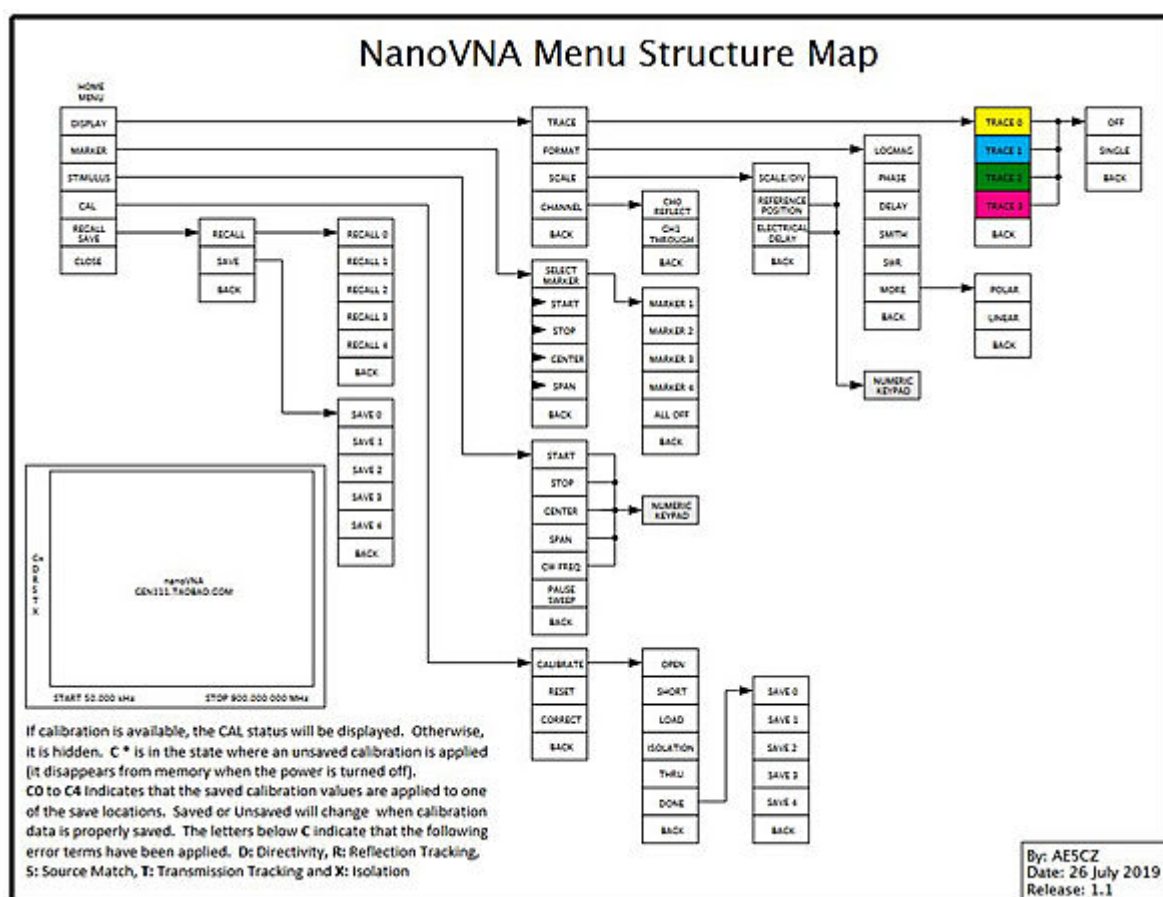
Na **CH1** NanoVNA mjeri val koji je prošao kroz DUT (npr. filter).



Slika 23.

NanoVNA SUSTAV IZBORNIKA

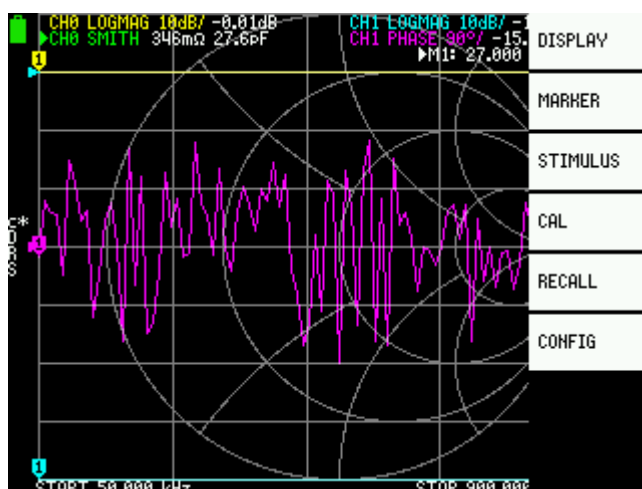
NanoVNA nema tipke ni gumbе. Umjesto tipki imamo sustav izbornika preko kojega konfiguriramo parametre za mjerenje. Ako sa NanoVNA niste dobili tiskanu mapu strukture izbornika, kao na slici 24., možete ju slobodno preuzeti sa *nanovna-users* grupe: <https://groups.io/g/nanovna-users/files/Miscellaneous/nanoVNA%20Menu%20Structure%20v1.1.pdf>



Slika 24.

Ovisno o instaliranom firmveru i modelu NanoVNA, struktura izbornika može se malo razlikovati od izbornika na vašem uređaju. Struktura NanoVNA izbornika "na papiru" olakšava nalaženje tražene naredbe, čak i ako se malo razlikuje od izbornika u vašem uređaju.

OTVARANJE I ZATVARANJE IZBORNIKA



Slika 25.

Izbornik otvaramo dodirom na bilo koji dio displeja ili pritiskom na višenamjensku sklopku. Na slici 25. vidimo otvoren glavni izbornik.

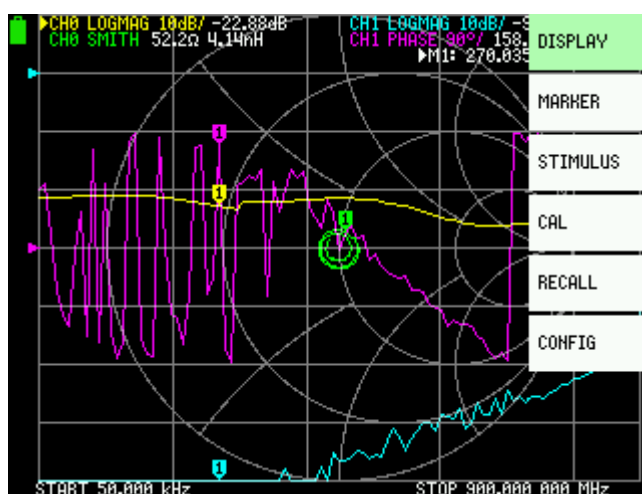
Izbornik zatvaramo dodirom na displej ili višestrukim pomicanjem višenamjenske sklopke sve dok se izbornik ne zatvori.

ODABIR I IZVRŠAVANJE NAREDBE

OLOVKA ZA DODIRNE EKRANE

Dodir olovke za dodirne ekrane odabire ili izvršava naredbu iz izbornika. Odabrana naredba na kratko promijeni pozadinsku boju i zatim se izvrši.

VIŠENAMJENSKA SKLOPKA



Slika 26.

Izbornik možemo otvoriti i pritiskom višenamjenske sklopke prema dolje. Iz otvorenog izbornika, naredbe biramo pomicanjem višenamjenske sklopke u desno (u glavnom izborniku), a u podizbornicima pomicanjem u lijevo ili desno. Pozadinska boja odabrane naredbe razlikuje se od pozadinske boje drugih naredbi, slika 26.

Označenu naredbu izvršavamo pritiskom višenamjenske sklopke prema dolje.

KONFIGURIRANJE PRIJE SVAKOG MJERENJA

Prije svakog mjerenja NanoVNA treba konfigurirati za vrstu mjerenja koje radimo:

- koji graf želimo imati na displeju (do četiri grafa ili tri plus Smithov dijagram),
- na kojem kanalu NanoVNA mjeri, za svaki graf posebno (CH0/Port 1 ili CH1/Port 2),
- jedinicu mjere za svaki graf posebno,
- mjernu skalu (broj jedinica mjere po vodoravnoj liniji na displeju, za svaki graf posebno),
- referentno mjesto za svaki graf posebno,
- frekvencijski raspon u kojem mjerimo,
- kalibrirati NanoVNA.



Redoslijed postavljanja nije važan, osim za kalibriranje. Kalibriranje se radi posljednje. Poslije će te vidjeti da kalibracija sprema sve postavke mjerenja u odabranu memorijsku lokaciju. Postavke ostaju u memoriji i nakon isključenja uređaja. Ako kasnije radite slično mjerenje (iste konfiguracijske postavke), jednostavno pozovete ranije spremljene postavke.

AKTIVNI GRAF (ACTIVE TRACE)

Aktivni graf je onaj koji je na vrhu ekrana posebno označen. Ovisno o firmveru, aktivni graf je označen s trokutićem ili s pozadinskom bojom u imenu kanala, slika 27. Samo jedan graf može biti aktivni graf, a korisnik može mijenjati samo svojstva aktivnog grafa. Ako želimo promijeniti bilo koje svojstvo grafa, prvo treba taj graf aktivirati.

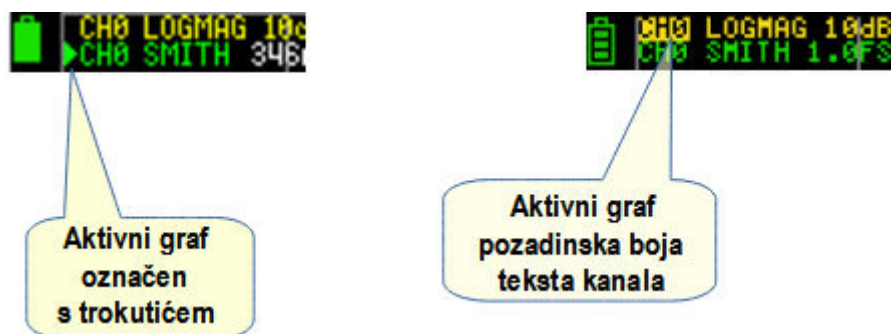
Otvorite izbornik **DISPLAY | TRACE** i:

S OLOVKOM ZA DODIRNE EKRANE:

Dodirnite ime grafa (TRACE 0 ili TRACE 1 ili TRACE 2 ili TRACE 3) koji želite aktivirati. Na vrhu ekrana, trokutić ili pozadinska boja, označava aktivirani kanal/graf, slika 27.

S VIŠENAMJENSKOM SKLOPKOM:

Gurnite višenamjensku sklopku u lijevo ili u desno dok ne dođete na ime grafa koji želite i pritisnite sklopku. Na vrhu ekrana, trokutić ili pozadinska boja, označava aktivirani kanal/graf, slika 27.

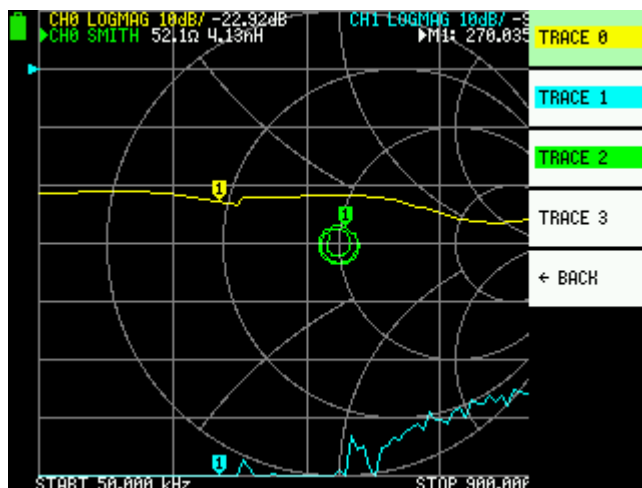


Slika 27.

ODABIR GRAFA (SELECT TRACE)

NanoVNA može istovremeno prikazati do četiri grafa ili tri grafa plus Smithov dijagram. Koji i koliko grafova će se prikazivati na ekranu biramo iz izbornika **TRACE**.

Izaberite **DISPLAY | TRACE**



NanoVNA istovremeno može prikazati do četiri grafa. Imena grafova u izborniku su: **TRACE 0**, **TRACE 1**, **TRACE 2** i **TRACE 3**.

Na slici 28. vidimo da su imena grafova označena istom pozadinskom bojom kao i boja grafa na ekranu. Pozadinska boja ispod imena grafa znači da će se taj graf prikazivati. Ako ispod imena grafa nema boje (bijelo) znači da se taj graf neće prikazivati na ekranu.

Slika 28.

BRISANJE PRIKAZA GRAFA (DESELECT TRACE)

Na isti način kao što smo uključili prikaz grafa, tako ga možemo i isključiti. Otvorite izbornik **DISPLAY | TRACE** i:

S OLOVKOM ZA DODIRNE EKRANE:

Istaknuti graf (označen pozadinskom bojom) dodirnite jedanput ili dva puta, dok se ne isključi pozadinska boja.

S VIŠENAMJENSKOM SKLOPKOM:

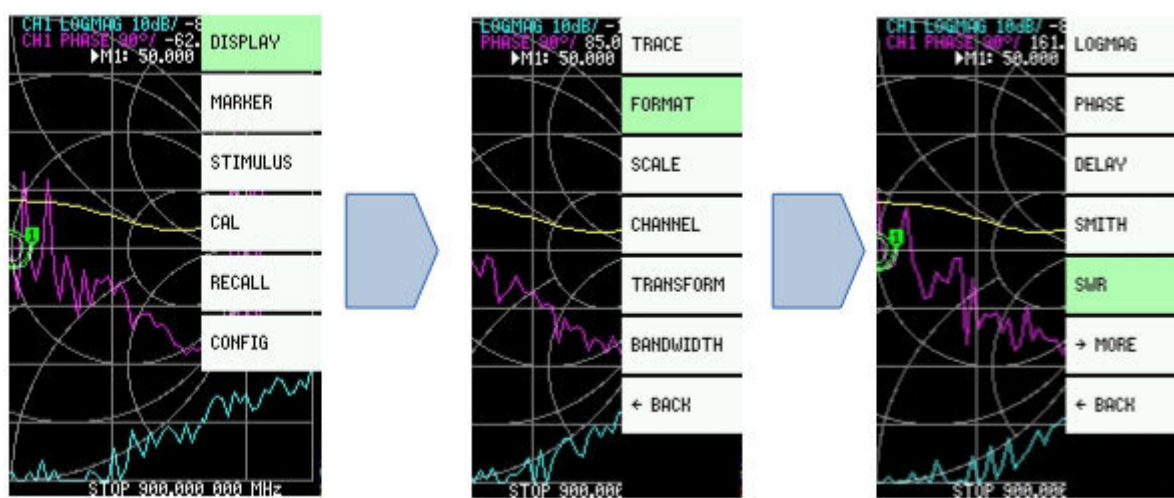
Gurnite višenamjensku sklopku u lijevo ili desno dok ne dođete do grafa koji želite isključiti. U izborniku se mijenja boja ispod imena grafa i:

- ako graf nije aktivni graf, jedanput pritisnite višenamjensku sklopku
- ako je graf aktivni graf, dva puta pritisnite višenamjensku sklopku

FORMAT GRAFA (TRACE FORMAT)

Format je vrsta mjerenja koju pojedini graf prikazuje na ekranu, npr. SWR, Smithov dijagram, gušenje, reaktancija itd... Možemo mijenjati samo postavke aktivnog grafa. Zato prije namještanja postavki nekog grafa, treba ga prije aktivirati, slika 27.

Format grafa određujemo u podizborniku **FORMAT**. Otvorite **DISPLAY | FORMAT**, slika 29. i odaberite format mjerenja. Primijetite da sve opcije izbornika ne stanu na ekrana. Naredba **MORE** otvara druge opcije, a **BACK** vraća natrag.



Slika 29.

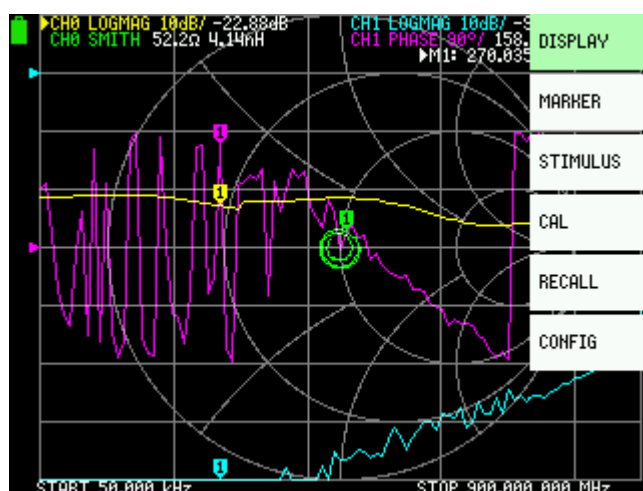
KANAL NA KOJEM MJERIMO (TRACE CHANNEL)

NanoVNA ima dva porta, označena kao **CH0** i **CH1**. U VNA terminologiji pravilan izraz je port (utičnica) ne kanal. Kako god, **CH0 = Port 1**, a **CH1 = Port 2**. Prije svakog mjerenja trebamo odrediti sa kojeg porta NanoVNA uzima podatke za pojedini graf.

Prvo aktivirajte graf (pogledajte poglavlje AKTIVNI GRAF). Aktivni graf je označen s trokutićem ili invertiranim tekstom. Nakon aktivacije, otvorite glavni izbornik:

S OLOVKOM ZA DODIRNE EKRANE: - dodirnite ekran (bilo gdje)

S VIŠENAMJENSKOM SKLOPKOM: - pritisnite višenamjensku sklopku

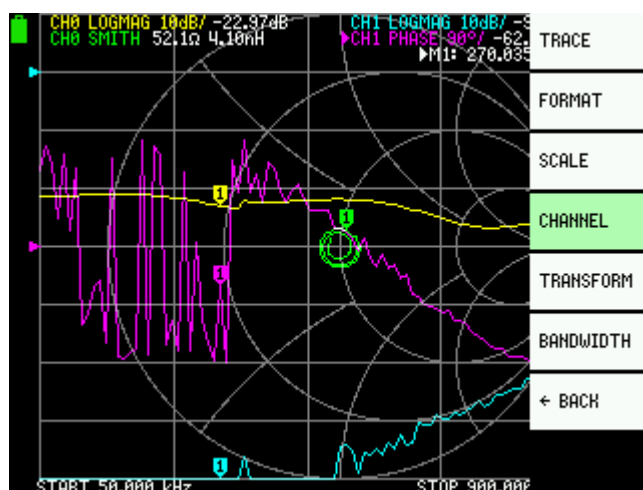


Slika 30.

Otvorite izbornik **DISPLAY**

S OLOVKOM ZA DODIRNE EKRANE: dodirnite ekran (bilo gdje).

S VIŠENAMJENSKOM SKLOPKOM: guranjem višenamjenske sklopke označite opciju **DISPLAY** i pritisnite sklopku.



Slika 31

Otvorite **CHANNEL**

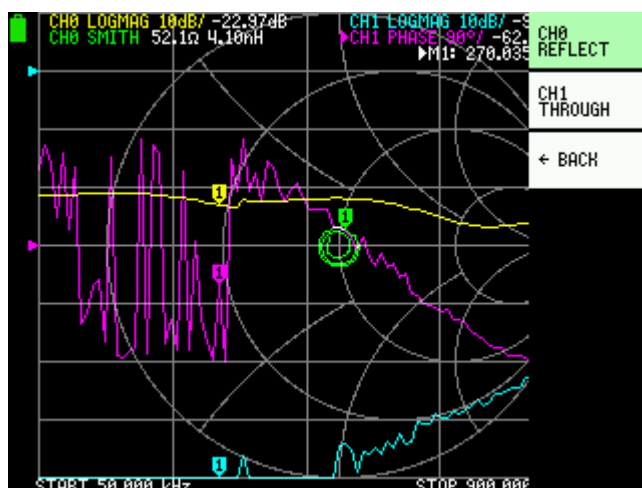
S OLOVKOM ZA DODIRNE EKRANE: dodirnite CHANNEL.

S VIŠENAMJENSKOM SKLOPKOM: gurnite višenamjensku sklopku udesno (ili ulijevo) dok ne označite CHANNEL i pritisnite sklopku.

Izaberite **CH0 REFLECT** ili **CH1 THROUGH**



Na **CH0 REFLECT** mjerimo uređaje s jednim portom (npr. SWR na anteni).
Na **CH1 THROUGH** mjerimo uređaje s dva porta (npr. filter).



S OLOVKOM ZA DODIRNE EKRANE:
dodirnite CHANNEL.

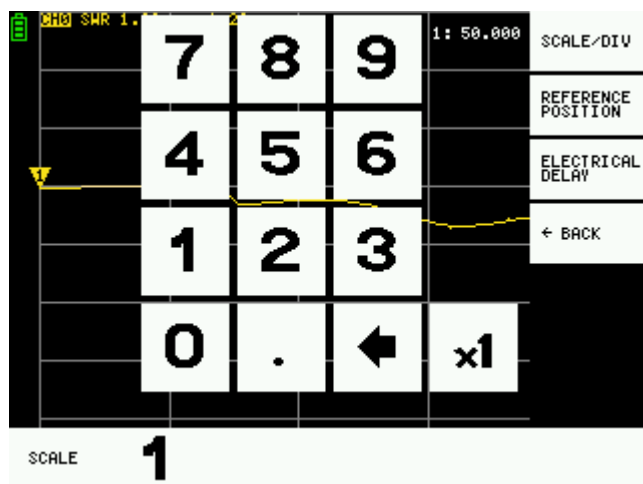
S VIŠENAMJENSKOM SKLOPKOM:
gurnite višenamjensku sklopku udesno
(ili ulijevo) dok ne označite **CH0
REFLECT** or **CH1 THROUGH** i
pritisnite sklopku.

Slika 32.

MJERNA SKALA (SCALE)

NanoVNA ekran je podijeljen vodoravnim linijama na 8 jednakih podioka. Broj jedinica mjere po podioku (između dvije vodoravne linije na ekranu) definiramo naredbom **SCALE/DIV**. Na slici 22. vidimo da je SWR na skali od 1, a otpor, **R**, i reaktancija, **X**, su na skali od 20.

Podizbornik **SCALE/DIV** otvaramo iz **DISPLAY | SCALE | SCALE/DIV**.



Slika 33.

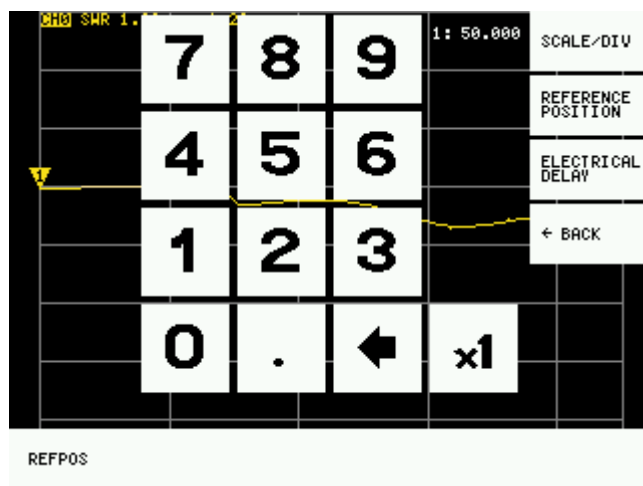
Otvora se ekran s tipkovnicom kao na slici 33. Jednostavno dodirnite broj(eve) koje želite i na kraju dodirnite **x1**. Ekran sa tipkovnicom se zatvara i skala je definirana.

Za izlaz iz ovog ekrana, bez promjene skale, dodir na strelicu prema natrag izbriše sve unesene vrijednosti. Kad na dnu ekrana nema brojki strelica prema natrag zatvara ekran sa tipkovnicom.

REFERENTNA POZICIJA GRAFA (REFERENCE POSITION)

Kao referentnu poziciju grafa (zamišljenu os x), određujemo jednu od vodoravnih linija na ekranu, za svaki graf posebno. Na ekranu imamo 9 vodoravnih linija. Donja linija je broj 0, a gornja broj 8. Referentna pozicija grafa označena je sa trokutićem uz lijevi rub ekrana, slika 22. Graf za koji postavljamo referentnu poziciju treba biti aktivni graf (poglavlje AKTIVNI GRAF).

Otvorimo **DISPLAY | SCALE | REFERENCE POSITION**



Slika 34.

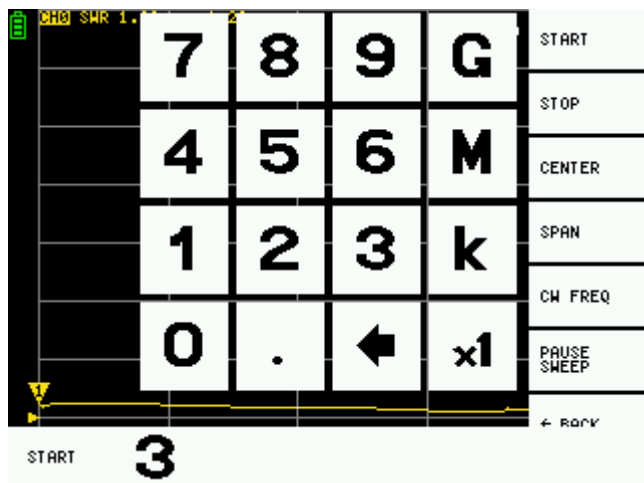
Na ekranu sa numeričkom tipkovnicom, dodirnite broj (od 0 do 8) za referentnu poziciju aktivnog grafa. Potvrdite dodir na **x1**.

Za izlaz iz ovog ekrana bez napravljene promjene, strelicom prema natrag izbriše eventualno upisanu vrijednost i još jedanput dodirnite strelicu prema natrag.

GENERATOR FREKVENCIJA (STIMULUS FREQUENCY)

Većinu mjerenja VNA radi u frekvencijskoj domeni. Nacrtani graf prikazuje vrijednosti mjerene veličine u nekom frekvencijskom rasponu koji određuje korisnik. Korisnik definira početnu (START) i krajnju (STOP) frekvenciju, a NanoVNA unutar zadanog frekvencijskog raspona generira 101 frekvenciju.

Početnu frekvenciju zadajemo iz izbornika **STIMULUS | START**



Otvora se numerička tipkovnica slična onoj za referentnu poziciju ili skalu, slika 35.

Slika 35.

Primijetite slova **G**, **M** i **k** na ekranu, G = GHz, M = MHz, k = kHz. Dodir na slovo množi upisanu vrijednost s jedinicom mjere i zatvara ekran. Npr. za početnu frekvenciju 3,5 MHz dodirnite **START 3 . 5 M**. Dodirom na slovo **M** upisana je početna frekvencija i isključila se numerička tipkovnica.

Za frekvenciju u Hercima, upišite vrijednost i dodirnite **x1**.

STOP frekvenciju zadajete na isti način kao i **START**. Otvorite **STIMULUS | STOP**, upišite frekvenciju i dodirnite slovo jedinice mjere.

Za izlazak iz ekrana, bez promjene bilo čega, dodirnite strelicu natrag više puta.

KALIBRACIJA

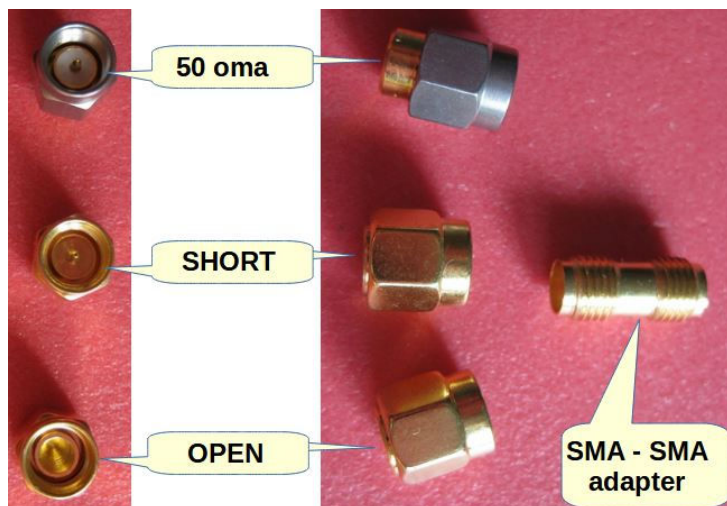
Pravilna kalibracija NanoVNA apsolutno je ključna za ispravno mjerenje.



Za mjerenje uređaja s jednim portom, npr. SWR, dovoljna je **OSL** (OPEN, SHORT, LOAD) kalibracija. To su prva tri koraka potpune kalibracije.

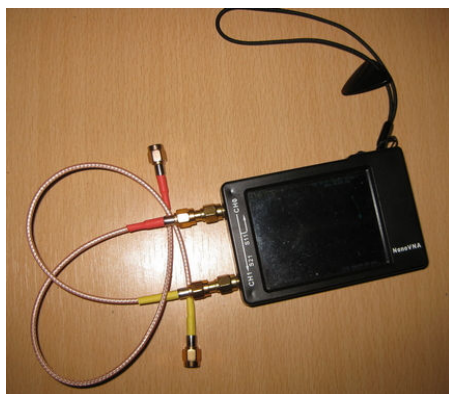


Za mjerenje uređaja s dva porta, npr. filter, treba potpuna kalibracija. Svih pet (niže opisanih) koraka kalibracije.



Slika 36.

NanoVNA kalibrirate sa kalibracijskim standardima koje ste dobili sa uređajem: OPEN, SHORT i 50 oma, slika 36.



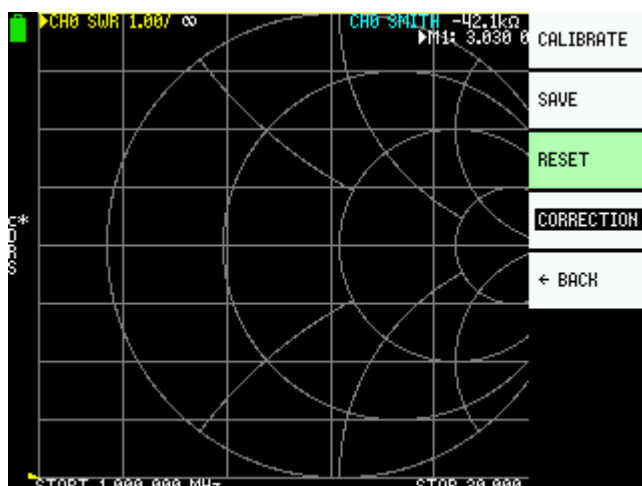
Slika 37.

Radi smanjenja mehaničkog stresa na SMA konektore, posebno kod spajanja na debele RG213 kabele, dobro je koristiti kratke i fleksibilne kabele kao npr. RG174, slika 37. U takvim i sličnim situacijama, kalibraciju treba raditi na tim kabelima, ne na NanoVNA.

Ako koristite fleksibilne kabele kao na slici 37., za kalibraciju trebate i žensko-ženski SMA-SMA adapter.

Prije kalibracije trebamo konfigurirati: TRACE (grafove koje želimo prikazati), TRACE FORMAT, SCALE, REFERENCE POSITION, CHANNEL i STIMULUS frekvenciju.

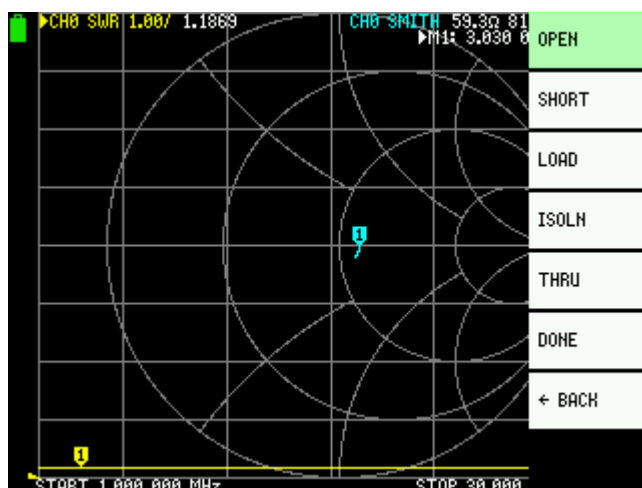
Na početku kalibracije nužno je napraviti reset kalibracije. Iz izbornika otvorite **CAL** i dodirnite **RESET**.



Slika 38.

Resetirajte kalibraciju – dodirnite **RESET** slika 38.

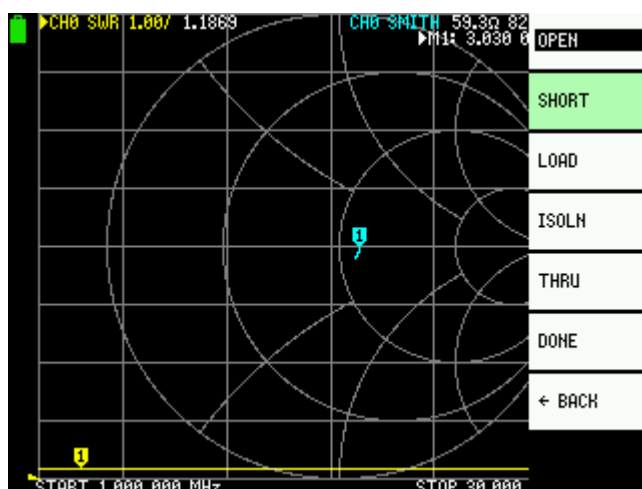
Primijetite da uz lijevi rub ekrana više nema slova **C D R S**, slika 39. To je znak da ste resetirali i da možete nastaviti s kalibracijom.



Slika 39.

Na CH0, (ili na kabel koji je spojen na CH0), spojite kalibracijski standard **OPEN**.

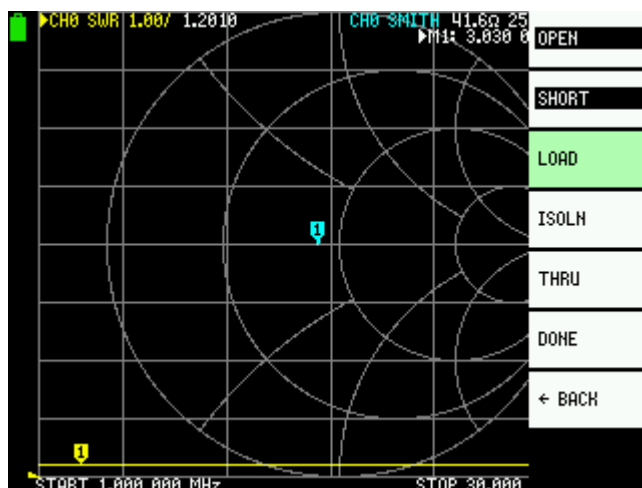
Dodirnite **CALIBRATE** i onda dodirnite **OPEN**, slika 39.



Slika 40.

Nakon sekunde, označen je **OPEN** (bijelo na crnom) i odabran **SHORT**.

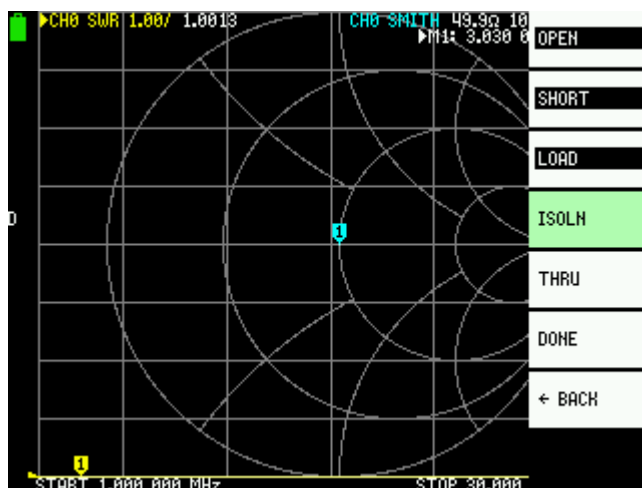
Spojite **SHORT** kalibracijski standard i dodirnite **SHORT**, slika 40.



Slika 41.

Kada je **SHORT** označen (bijelo na crnom), znači da je NanoVNA spreman za idući kalibracijski korak.

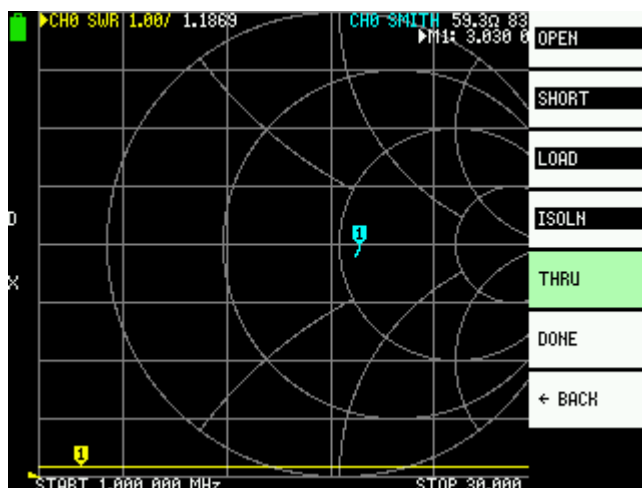
Spojite *LOAD* kalibracijski standard i dodirnite **LOAD**, slika 41.



Slika 42.

Idući kalibracijski korak je **ISOLN** (zelena pozadina u izborniku).

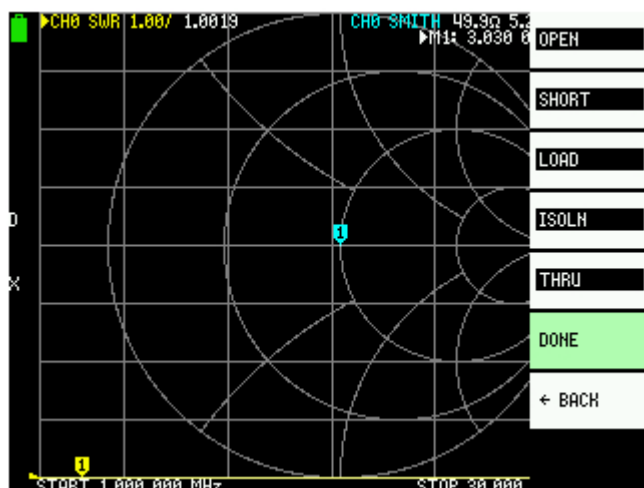
Na CH1, (ili na kabel koji je spojen na CH1), spojite kalibracijski standard *LOAD* i dodirnite **ISOLN**.



Slika 43.

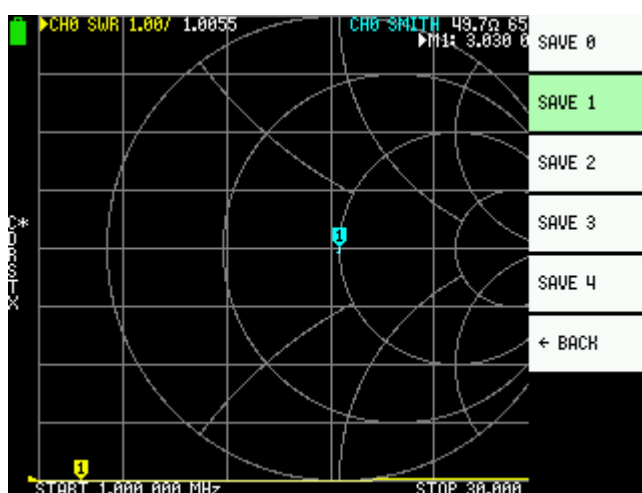
Spojite CH0 i CH1 sa kabelom. Ako koristite kabele za smanjenje mehaničkog stresa na SMA konektore, kabele spojite sa SMA-SMA žensko-ženskim adapterom.

Dodirnite **THRU**, slika 43.



Završite kalibraciju, dodirnite **DONE**, slika 44.

Slika 44.



Kalibraciju moramo spremiti u kalibracijsku memoriju. Imamo 5 kalibracijskih memorija, SAVE 0 do SAVE 4. Kalibraciju i konfiguracijske postavke (frekvencijski raspon itd...) spremite dodirnom na neku od kalibracijskih memorija.

Na slici 45. odabrana je memorijska lokacija SAVE 1.

Slika 45



Primijetite pokazatelje kalibracijskog statusa, **C1 D R S T X**, vertikalno na lijevom rubu ekrana, slika 46. Ova slova su pokazatelji da je NanoVNA kalibriran i da koristi kalibraciju iz memorijske lokacije broj 1.

Brojka iza slova **C** pokazuje iz koje memorijske lokacije koristimo kalibraciju. Malo slovo **c** znači da se razlikuju zadani frekvencijski raspon i frekvencijski raspon na kojem je napravljena kalibracija. Zvezdica iza malog **c*** je znak da NanoVNA nije kalibriran ili da kalibracija nije spremljena.

Slika 46



Nakon uključanja NanoVNA uvijek automatski poziva konfiguraciju iz lokacije SAVE 0.

U svaku od 5 kalibracijskih memorija možemo spremiti različite konfiguracijske postavke (frekvencija, kanal, format itd...) i kasnije ih pozivati po potrebi.

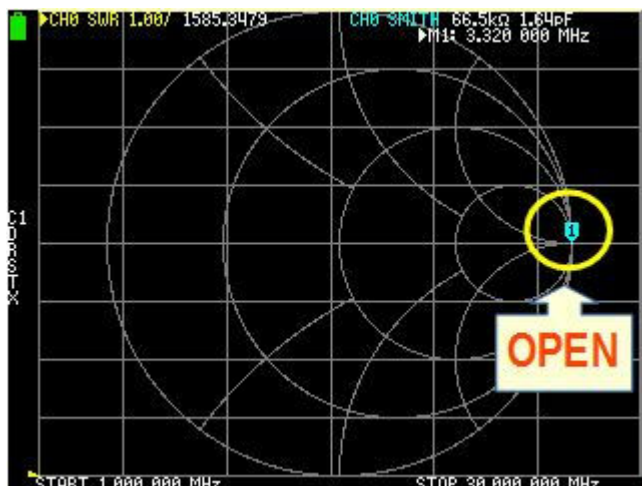


VAŽNO! Prije kalibracije treba napraviti reset kalibracije. Nakon reseta više ne vidimo pokazatelje statusa kalibracije (uz lijevi vertikalni rub ekrana), slika 39. Tek tada možemo nastaviti sa kalibracijom.

PROVJERA KALIBRACIJE

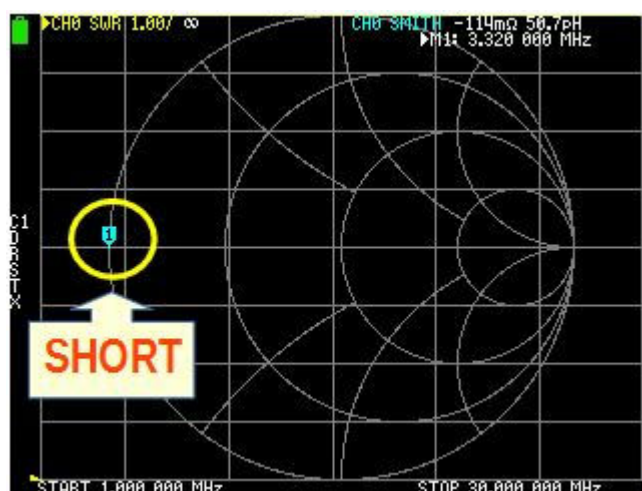
Uvijek je mudro provjeriti je li kalibracija dobro napravljena. Ako na ekranu nemate Smithov dijagram, na kanalu CH0, privremeno promijenite neki graf u Smithov dijagram.

DISPLAY | TRACE | <aktivirajte graf koji mijenjate> | BACK | FORMAT | SMITH



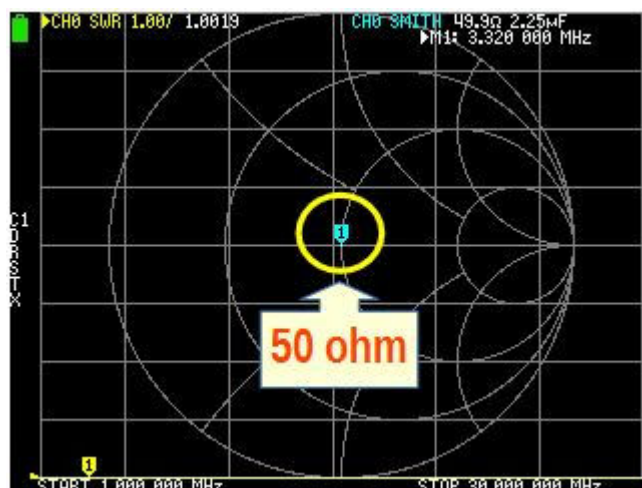
Slika 47.

Na CH0 spojite kalibracijski standard *OPEN*. Marker na Smithovom dijagramu trebao bi biti do kraja desno, na rubu kružnice, slika 47.



Slika 48.

Na CH0 spojite kalibracijski standard *SHORT*. Marker na Smithovom dijagramu trebao bi biti do kraja lijevo, na rubu kružnice, slika 48.



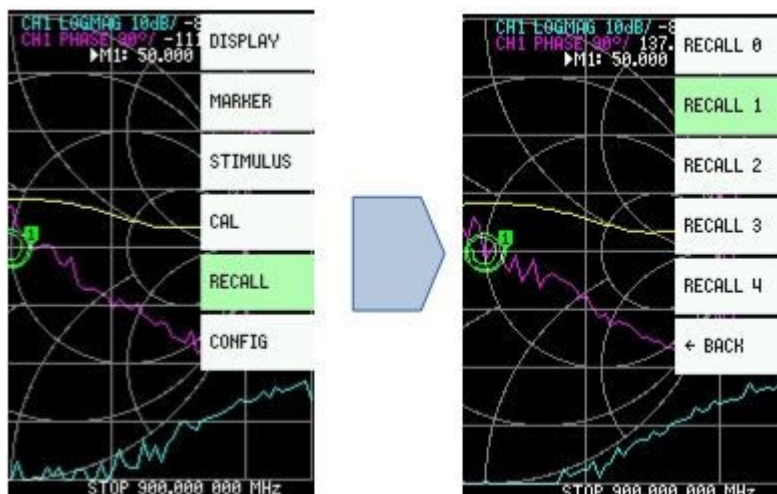
Slika 49.

Na CH0 spojite kalibracijski standard *50 OMA*. Marker bi trebao bi biti u centru Smithovog dijagrama, slika 49.

POZIVANJE KALIBRACIJE IZ MEMORIJE

Zajedno sa kalibracijom, u kalibracijsku memoriju spremamo sve konfiguracijske postavke koje smo napravili prije mjerenja (frekvencijski raspon, format grafa, port na kojem mjerimo itd.). Spremljenu mjernu konfiguraciju možemo jednostavno pozvati iz izbornika **RECALL**.

U glavnom izborniku dodirnite **RECALL** i memorijsku lokaciju koju želite pozvati, npr. **RECALL 1**, slika 50.



Slika 50.



Kod uključenja, NanoVNA automatski uzima konfiguraciju iz lokacije RECALL 0.

NADOGRADNJA FIRMVERA

Mogućnosti NanoVNA uglavnom određuje instalirani firmver. Vaš NanoVNA vjerojatno je došao sa starim firmverom. Na raspolaganju su vam nove, poboljšane verzije firmvera koje su razvili nezavisni programeri. Prije nadogradnje firmvera, u osobno računalo, PC, treba instalirati dvije softverske komponente: upravljački program i program za nadogradnju firmvera. Postoje najmanje dva različita programa za nadogradnju firmvera, ali samo jedan upravljački program.



Niže opisana procedura nadogradnje firmvera vrijedi za Windows 7/10 i testirana je na originalnom, klasičnom, modelu NanoVNA-H 2.8" i USB 2.0.



Neki korisnici su imali problema sa USB 3.0 koje su riješili korištenjem USB 2.0.

Za nadogradnju firmvera treba:

- a) USB kabel koji ste dobili sa vašim NanoVNA,
- b) instalirati upravljački program,
- c) instalirati program za nadogradnju firmvera,
- d) firmver za **VAŠ** model NanoVNA.

USB kabel imamo. Idući korak je instaliranje upravljačkog programa.

INSTALIRANJE UPRAVLJAČKOG PROGRAMA

Za komunikaciju s osobnim računalom i nadogradnju firmvera, trebamo instalirati upravljački program (*driver*) za STM32 mikrokontroler. Upravljački program pravi virtualni COM port preko kojega NanoVNA, u normalnom radu, komunicira s programom na PC-u. Isti upravljački program koristimo i za nadogradnju firmvera.

Dva su načina za instaliranje upravljačkog programa:

- a) posebno instalirati samo upravljački program,
- b) instalirati upravljački program zajedno sa programom za nadogradnju firmvera (**DfuSe DEMO** – *upravljački program je sastavni dio ovog programa*).

Idemo prvo instalirati samo upravljački program (*driver*).

Upravljački program možete preuzeti sa web stranice proizvođača STM32 mikrokontrolera:

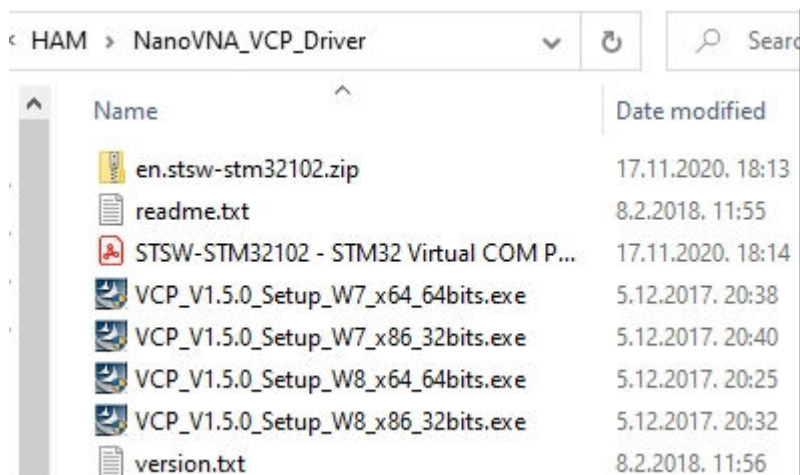
<https://www.st.com/en/development-tools/stsw-stm32102.html>

Get Software

Part Number	General Description	Software Version	Supplier	Download
STSW-STM32102	STM32 Virtual COM Port Driver	1.5.0	ST	Get Software

Slika 51.

Nakon klika na "Get Software" stranica vas pita e-mail adresu na koju će vam poslati link za preuzimanje drivera. Klik na link u primljenom e-mailu pokreće preuzimanje drivera na vaše računalo. Spremite datoteku `en.stsw-stm32102.zip` u zasebnu mapu i raspakirajte je. Raspakirana datoteka sadrži četiri drivera, slika 51. To su upravljački programi za Windows 7 i Windows 8, 32 i 64-bitu. Za Windows 10 koristite Windows 8 upravljačke programe.

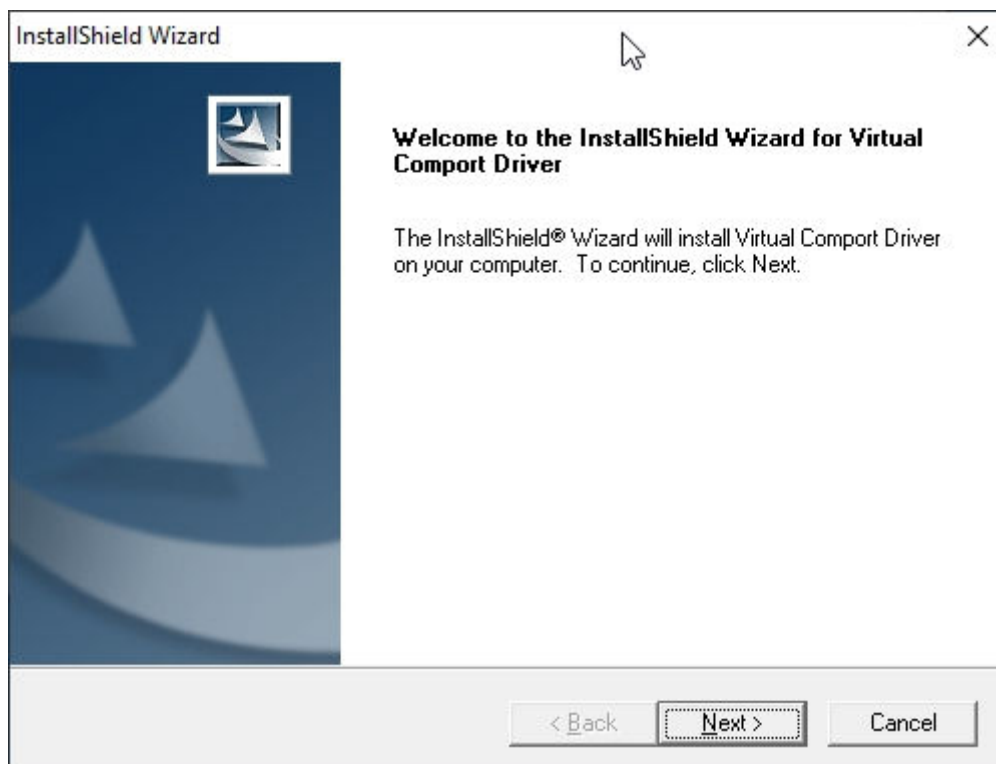


Slika 51.

NanoVNA još ne bi trebao biti spojen na PC. Ako je spojen, izvucite USB kabl!

Instalaciju upravljačkog programa počinjemo dvoklikom na odgovarajuću datoteku, 32 ili 64-bitu, ovisno o operativnom sustavu. Ako radite u Windows 10, odaberite datoteku s W8 u imenu (32 ili 64-bitu).

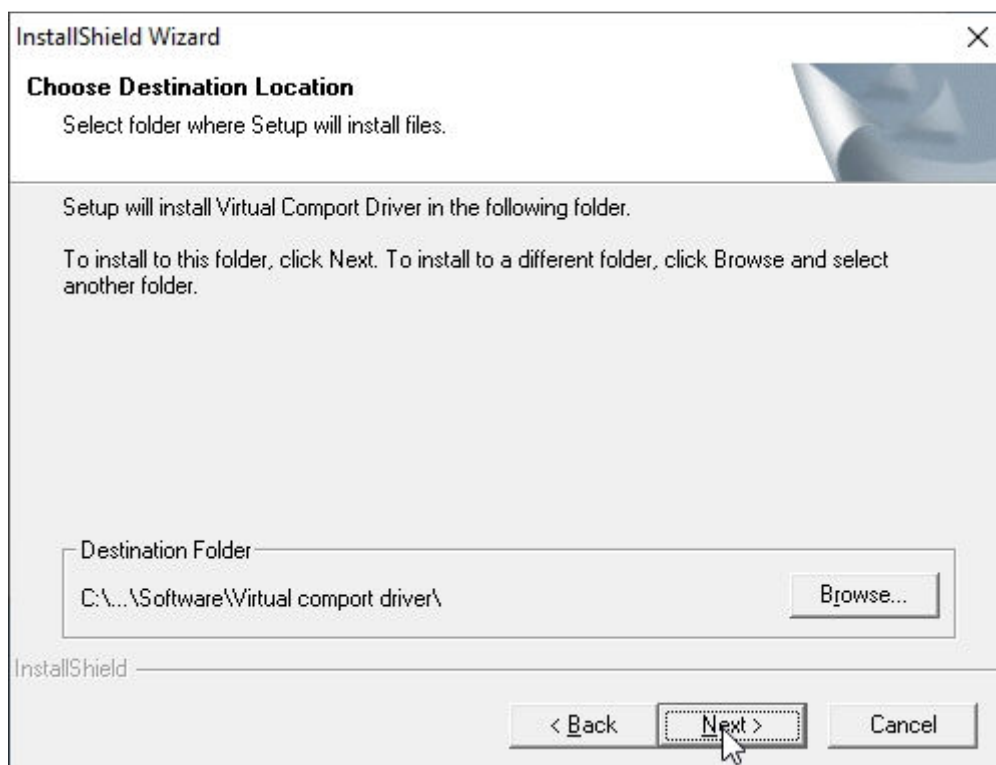
Klik na **Next** ... slika 52.



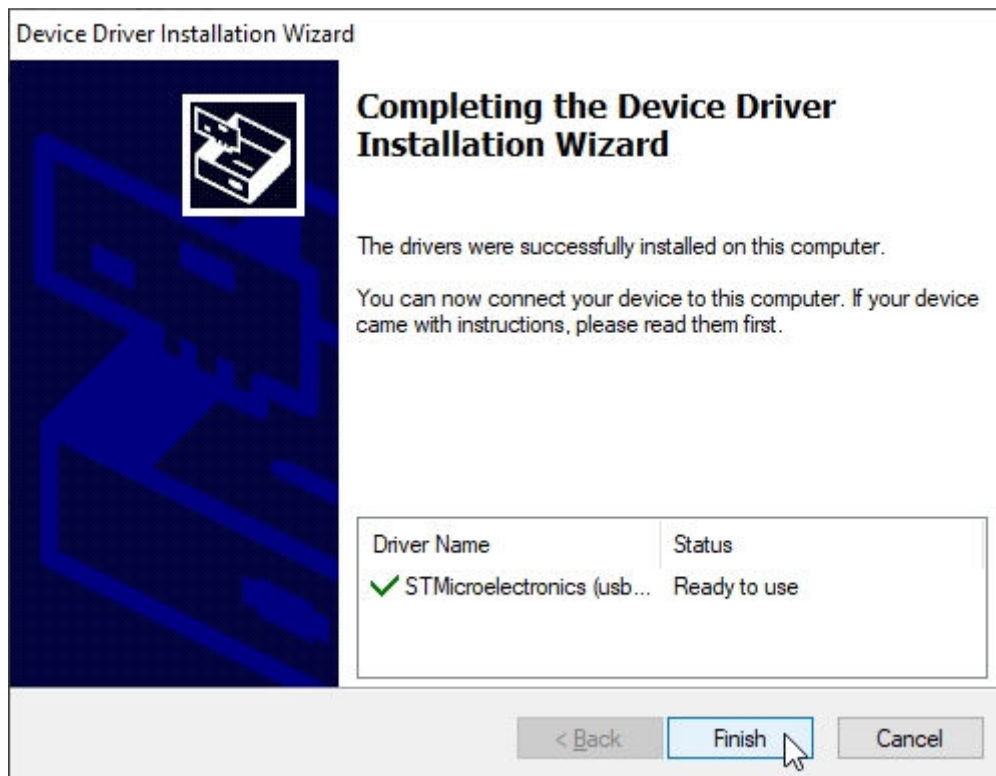
Slika 52.

... ponovno **Next**

... prihvate ponuđeno klikom na **Next** , slika 53.



Slika 53.



Slika 54.

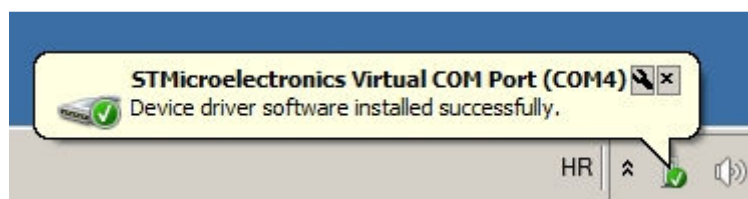
Klik na Finish, fig 54.

Ako vas pita želite li nadogradnju, odaberite " **No, skip this step** " i klik na **Finish**.

Sada spojite NanoVNA i PC sa USB kabelom i uključite ga.



Na Windows 7, malo pričekajte da se instalacija završi, slika 55.



Slika 55.

Idući korak je provjera instalacije upravljačkog programa.

PROVJERA INSTALACIJE DRIVERA

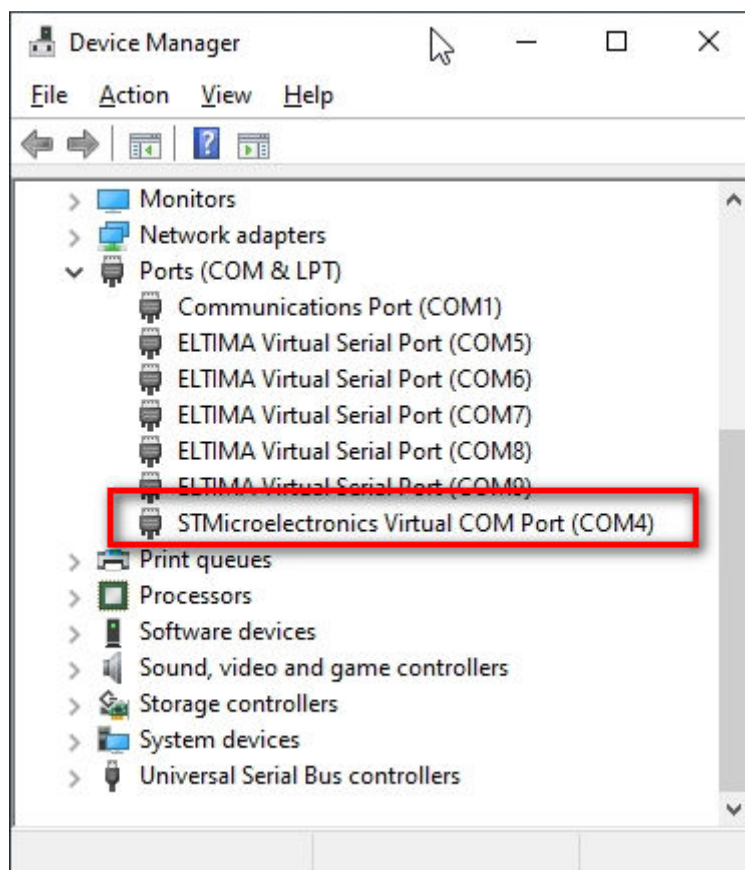
NanoVNA može biti u dva načina rada: normalni, radni, način i način za nadogradnju firmvera. Ovisno o načinu rada NanoVNA, Windows **Device Manager** ga prikazuje drugačije.

Kada je NanoVNA spojen u radnom načinu (za rad sa programima na PC-u), driver vidimo kao  **STMicroelectronics Virtual COM Port (COM4)**.

Kada je NanoVNA u DFU modu (za nadogradnju firmvera) dirver vidimo kao  **STM Device in DFU Mode**.

NanoVNA u NORMALNOM, RADNOM, MODU

Spojite NanoVNA i PC sa USB kabelom i uključite ga. Sada otvorite **Device Manager**, slika 56.



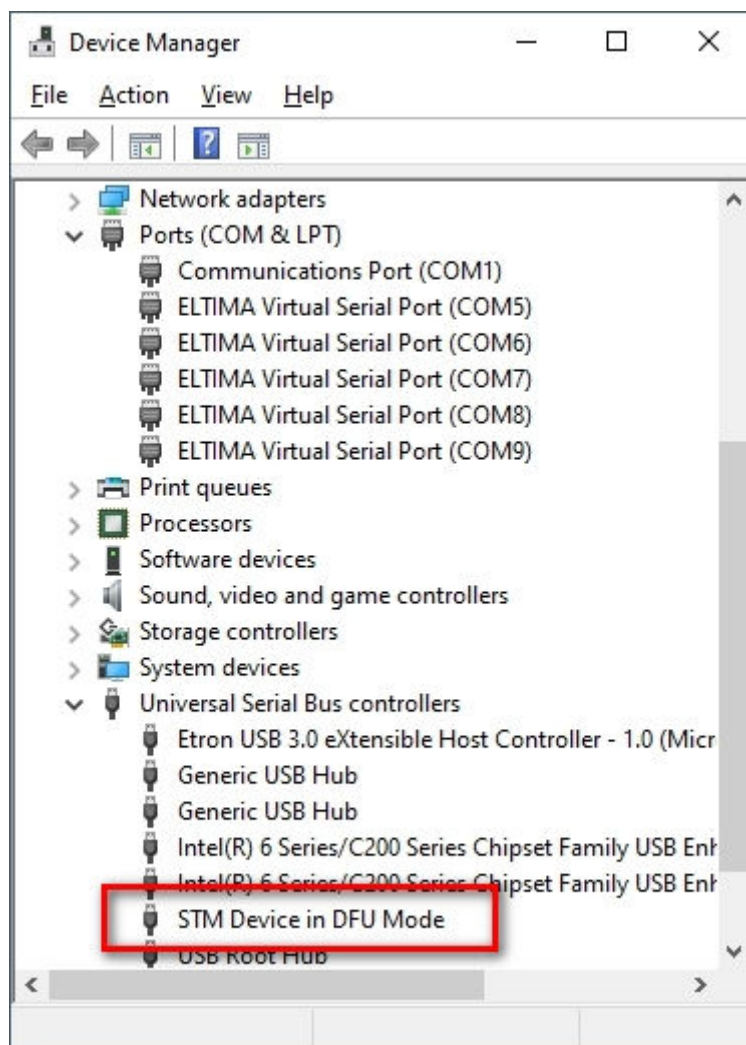
Slika 56.

U dijelu **Ports (COM & LPT)** vidimo **STMicroelectronics Virtual COM Port (COM4)**. (U vašem PC-u, može biti neki drugi broj COM porta).

Odspojite USB iz NanoVNA i **STMicroelectronics Virtual COM Port (COM4)** nestaje. Spojite USB kabel i **STMicroelectronics Virtual COM Port (COM4)** će se ponovno pojaviti.

NanoVNA u DFU MODU

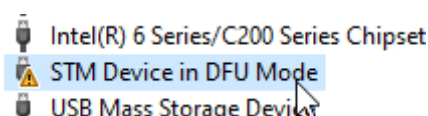
Stavite NanoVNA u DFU mod na način opisan u poglavlju "**POSTAVLJANJE NanoVNA U DFU MOD**". U DFU modu ekran NanoVNA je prazan (ovisno o modelu, crni ili bijeli). Sada ga s USB kabelom spojite na PC i otvorite **Device Manager**. U dijelu **Universal Serial Bus controllers** trebali bi vidjeti **STM Device in DFU Mode**, slika 57.



Slika 57.

Primijetite da više nema **STMicroelectronics Virtual COM Port** u dijelu **Ports (COM & LPT)**. To je normalno.

Ako u **Device Manageru** imate upozorenje, žuti trokut s uskličnikom, slika 58., to, za sada, ignorirajte. Iako upozorenje znači da driver nije dobro instaliran, mi svejedno trebamo instalirati **DfuSe** program za nadogradnju firmvera. Program će možda ispravno instalirati driver.



Slika 58.