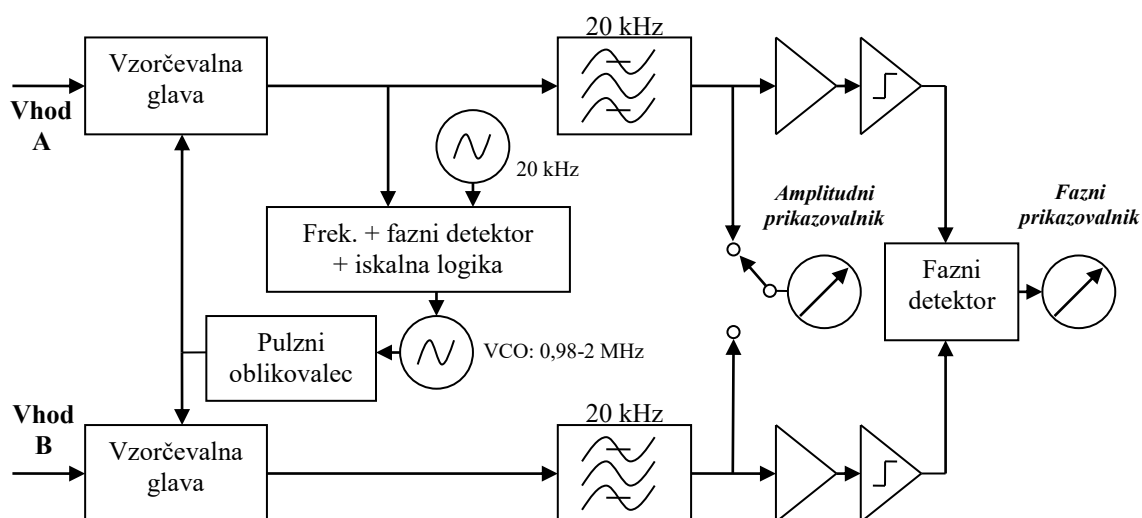


## Vektorski voltmeter

### Vektorski voltmeter

Pri visokofrekvenčnih meritvah največkrat merimo moč signalov (z merilniki moči) ali njihov frekvenčni spekter (s spektralnim analizatorjem), včasih pa nas zanima tudi faza signala. Ker običajni merilnik moči (s senzorsko glavo s termočlenom ali termistorjem) ali analogni spektralni analizatorji ne merijo faze signala, potrebujemo drugačno merilno napravo. Potrebujemo napravo, ki z detekcijo ne zavrže informacije o fazi. Fazo znajo meriti npr. vektorski voltmeter, analizator vezij (ang. »network analyzer«) ali pa vektorski spektralni analizator. Slednji za detekcijo ne uporablja običajnega amplitudnega logaritemskega detektorja, ki je v vseh analognih spektralnih analizatorjih, temveč uporablja analogno-digitalni pretvornik in digitalno obdelavo signala. Pri meritvah faze se moramo zavedati, da absolutne vrednosti faze signala ne moremo izmeriti. Izmerimo lahko kvečjemu fazno razliko (zasuk) med dvema signaloma enake frekvence ali pa fazno razliko med dvema točkama na prenosnem mediju (ali prostoru), po katerem se širi en sam signal.

Najbolj preprost od vseh visokofrekvenčnih merilnikov faze je vektorski voltmeter. Ima dva vhodna kanala, zna pa izmeriti absolutni vrednosti amplitud obeh vhodnih signalov ter njuno medsebojno fazno razliko. Princip delovanja vektorskega voltmetra je sledeč. Sonda, s katero merimo signal na kanalu A ali B, vsebuje vzorčevalnik (vezje iz štirih mostično-vezanih diod in pomnilni kondenzator). S pomočjo pulzov iz pulznega oblikovalca diode ob določenih intervalih preklopijo vhodno napetost na pomnilni kondenzator. Ta med intervali hrani napetost do naslednjega vzorčevalnega trenutka. Vhodno frekvenčno območje vektorskega voltmetra je od 1 do 1000 MHz, medtem ko je frekvenca vzorčenja omejena z območjem napetostno-krmiljenega oscilatorja med 0,98 do 2 MHz. Frekvenčno-fazni detektor z iskalno logiko krmili napetostno-krmiljen oscilator z žago, dokler ni izhodna frekvenca iz vzorčevalnika kanala A enaka 20 kHz. Takrat se iskanje ugasne in zanka je frekvenčno in fazno ujeta na podmnogokratnik vhodne frekvence kanala A. Na tak način inštrument preslika katerokoli vhodno frekvenco v območju 1 do 1000 MHz na medfrekvenco 20 kHz.



Slika 1: Poenostavljen blokovni načrt vektorskega voltmetra.

Medtem, ko iskalna zanka deluje, gori opozorilna lučka na čelni plošči. Oba 20 kHz signala iz vzorčevalnikov A in B ohranjata amplitudni informaciji in fazni zasuk, kot jo imata oba vhodna signala. Po filtriranju z 20 kHz pasovnim sitom vektorski voltmeter izmeri absolutni vrednosti napetosti obeh signalov, kjer ročno izberemo željen kanal z izbirnim stikalom na prednji plošči inštrumenta. Po nadaljnjem ojačevanju in omejevanju, s pomočjo faznega detektorja, merilnik izmeri še fazno razliko med obema signaloma in jo prikaže na analognem prikazovalniku. Blokovni načrt vektorskega voltmetra je prikazan na Sliki 1.

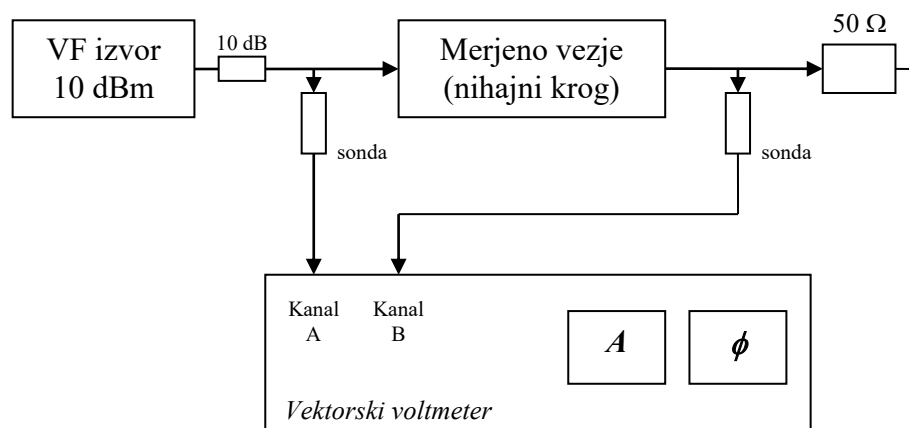
Vzorčevalni glavi, ki vsebujeta štiri diode, lahko hitro (dokončno) uničimo s **prevelikim vhodnim signalom** (zato vhodno merjeno visokofrekvenčno napetost na merilni sondi omejimo do največ 1 V<sub>ef</sub> ali za višje napetosti uporabimo zaščitni slabilnik) ali z **elektrostatiko** (zato se pred meritvijo vedno razelektrimo, tako da se najprej dotaknemo ohišja vektorskega voltmetra in šele nato sonde oz. vzorčevalne glave).

### Seznam potrebnih pripomočkov

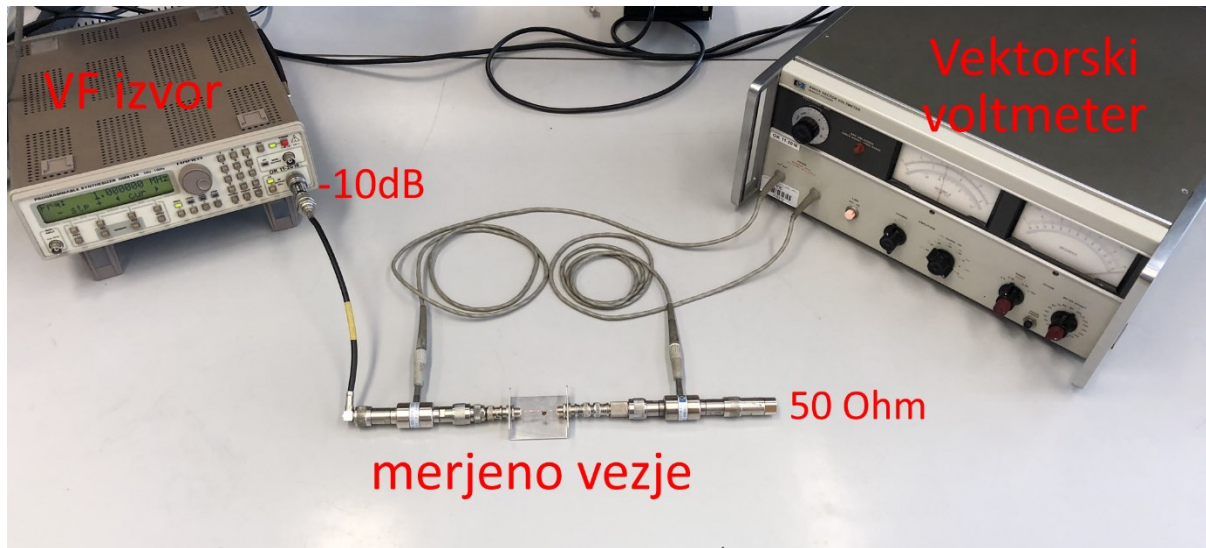
Za izvedbo vaje potrebujemo:

- Vektorski voltmeter s frekvenčnim območjem 1-1000 MHz in pripadajočima merilnima sondama (vzorčevalnima glavama)
- Visokofrekvenčni izvor s frekvenčnim območjem 250 kHz do 200 MHz, moči 10 dBm
- Merjeno vezje – zaporedni nihajni krog
- Zaščitni slabilnik 10 dB

Postavitev merilnih pripomočkov prikazuje Slika 2, razporeditev pa Slika 3.



Slika 2: Skica vezave merilnih pripomočkov



Slika 3: Slika vezave merilnih pripomočkov

### Opis poteka vaje

Želimo izmeriti amplitudni in fazni potek zaporednega nihajnega kroga. Nihajni krog povežemo z visokofrekvenčnim izvorom in ga na drugi strani zaključimo s prilagojenim bremenom. Na vhod in izhod nihajnega kroga povežemo obe sondi vektorskega voltmetra, kot je to prikazano na sliki 2.

Pri vaji pazimo, da ne prekrmlimo obeh sond (vzorčevalnih diod) vektorskega voltmetra. Po potrebi popravimo nastavitve vhodnega frekvenčnega območja voltmetra, ko spremenimo frekvenco izvora (ugasnjena lučka na čelni plošči voltmetra). V frekvenčnem območju od 1 do 200 MHz si beležimo izmerjeni amplitudi obeh kanalov voltmetra ter fazni zasuk med vhodnima signaloma. Število meritev oz. število frekvenčnih točk si izberemo sami, na podlagi ugotovljene resonančne frekvence nihajnega kroga. V okolici resonančne frekvence, kjer so spremembe najhitrejšje, še posebej zmanjšamo frekvenčni korak.

### Naloga

1. Izmerite amplitudni in fazni potek nihajnega kroga (1 MHz – 200 MHz). Rezultate vpišite v tabelo ob merjenih frekvencah. Oba prav tako izrišemo tudi na graf.
2. Oba poteka izrišite na graf.