

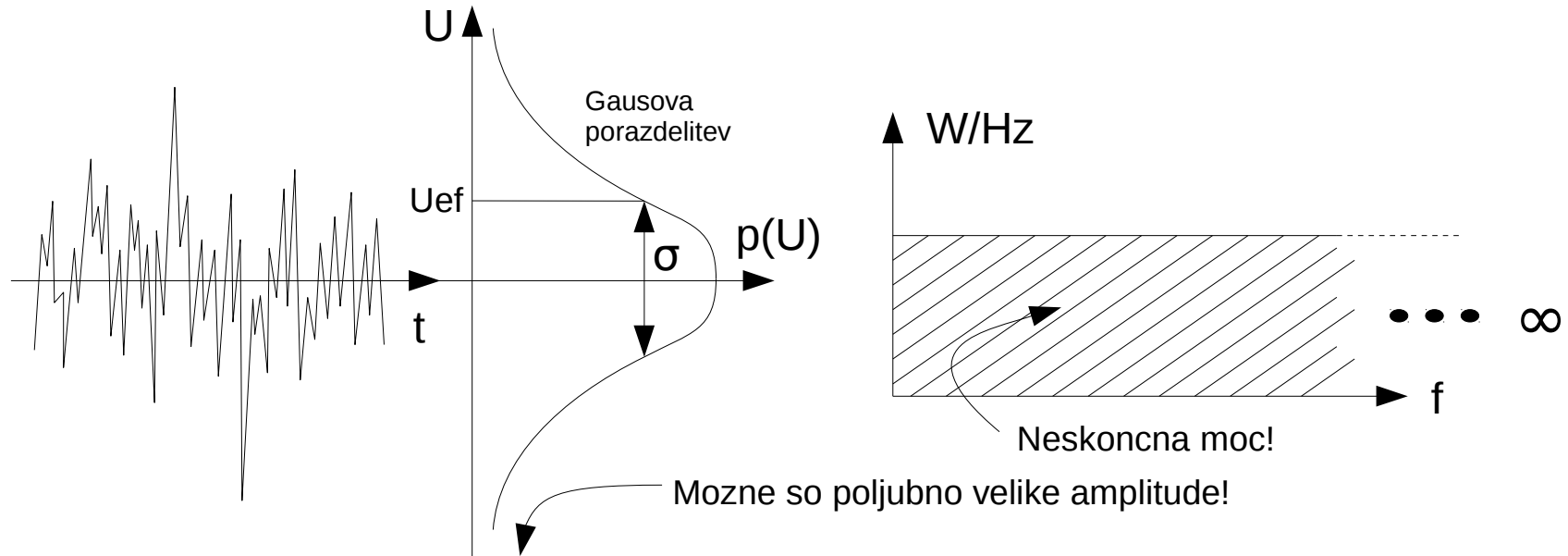
# Meritev šunmih veličin z amaterskimi sredstvi

Marko Čebokli S57UUU

RIS 2016, Ljubljana

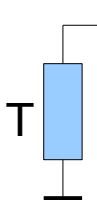
# BELI SUM

»Matematična« definicija:  
Spektralna gostota moci neodvisna od frekvence



»Tehnicna« definicija:  
Konstantna spektralna gostota moci v pasu, ki nas zanima

Primer: toplotni sum upora

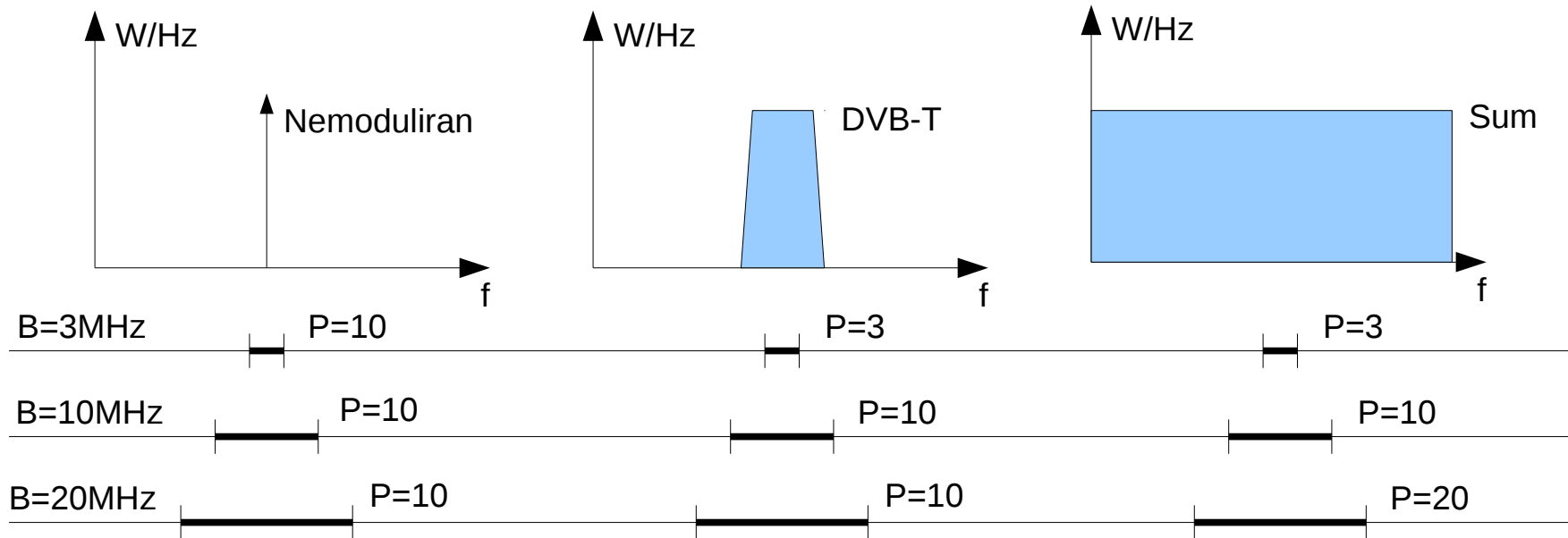


$$N = k_B T \text{ [W/Hz]}$$

Po Planckovi formuli praktično konstanten (1%) do 100GHz,  
večji problem so parazitske induktivnosti in kapacitivnosti

Pri 300K je  $N = -174\text{dBm/Hz}$

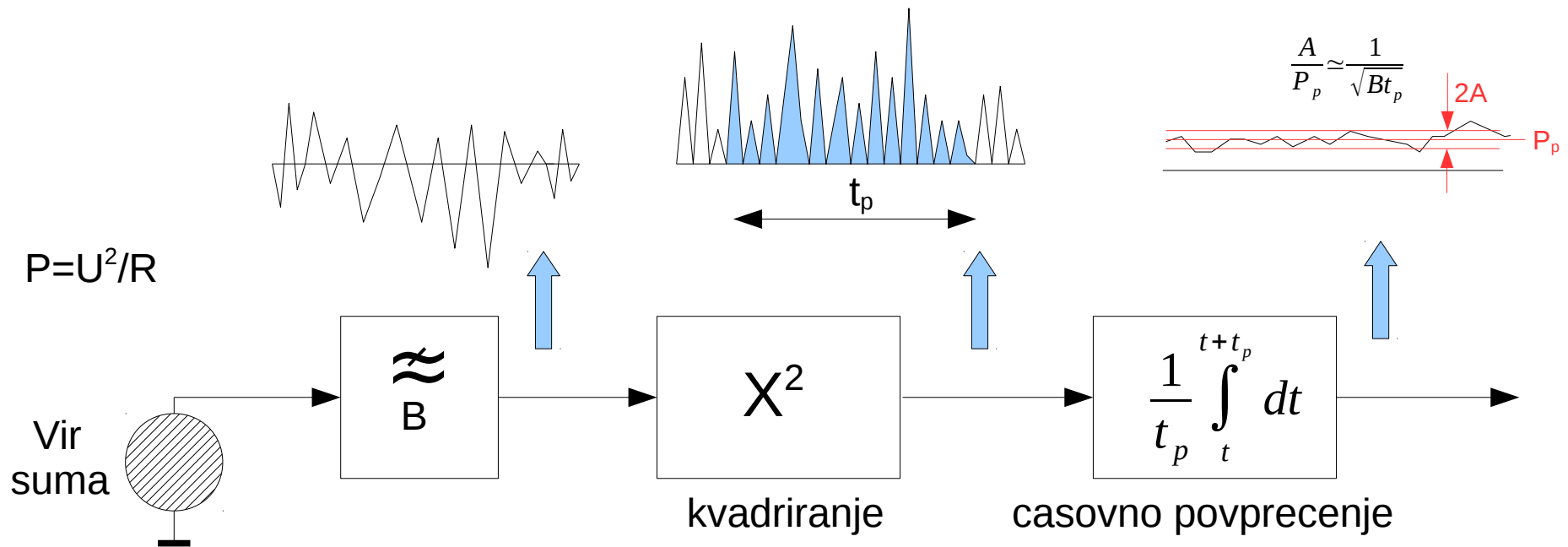
# Meritev moci širokopasovnih signalov



Idealno: merilnik moci mora zajeti ves signal

Pri sumu to ni mozno, zato bo izmerjena moc vedno odvisna od pasovne sirine merilnika

# Meritev moci suma (analogno)



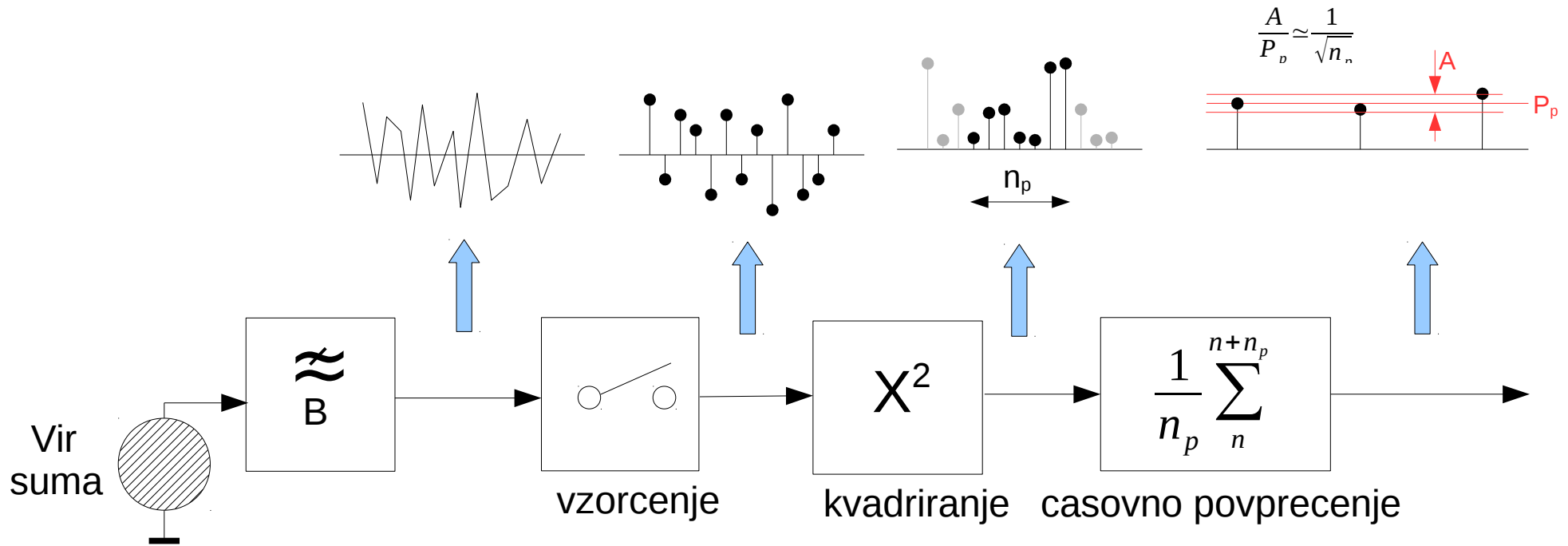
Funkcijo casovnega povprecenja v spektralnem analizatorju opravlja video filter: cim ozji je, tem daljsi je efektivni cas povprecenja.

Za natančno meritev suma potrebujemo cim vecjo pasovno sirino (vec informacije) pred detekcijo, in cim manjsa (daljse povprecenje) po njej

Spektralni analizator ima ponavadi logaritemski (dB) prikaz: pred povprecenjem je se logaritmiranje, ki poreze vrhove in s tem zmanjsa povprecije.

Vrednosti suma, odcitani na logaritemskem prikazu, moramo zato pristeti 2.5dB.

# Meritev moci suma (digitalno)



Za stabilno meritev moramo povprečiti cim vec vzorcev (velik  $n_p$ )

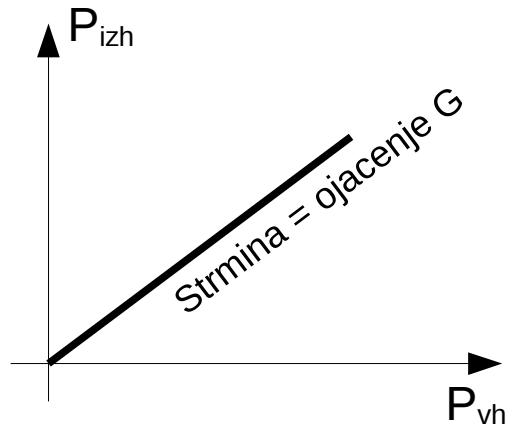
Visja frekvenca vzorčenja nam da vec vzorcev v casovni enoti – zazneljeno je vsaj kak milijon vzorcev na sekundo.

Seveda pa mora imeti signal na vhodu zadostno pasovno sirino B, da dobimo neodvisne vzorce. (Nyquist:  $B > 2f_s$ )

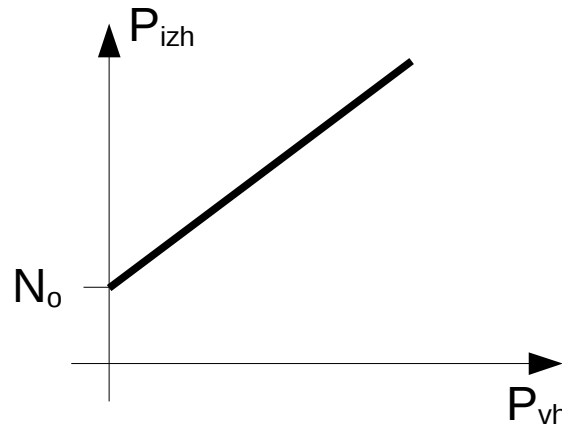
Zato vzorčenje izhoda SSB sprejemnika z zvocno kartico ni posebno ucinkovita metoda merjenja suma.

# Sum v ojačevalniku

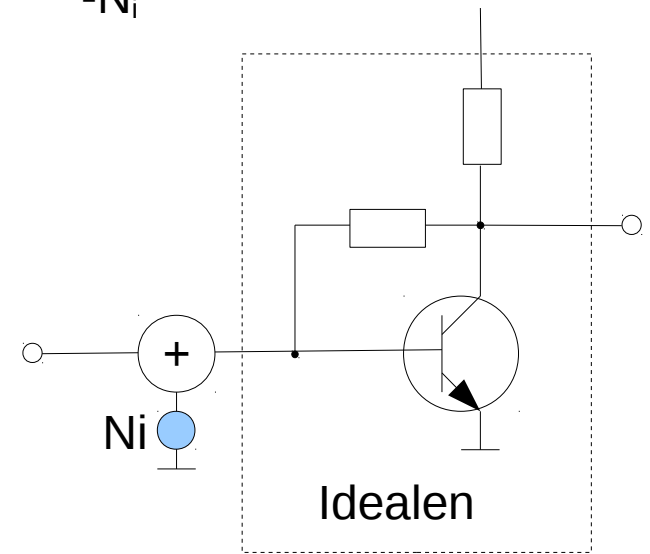
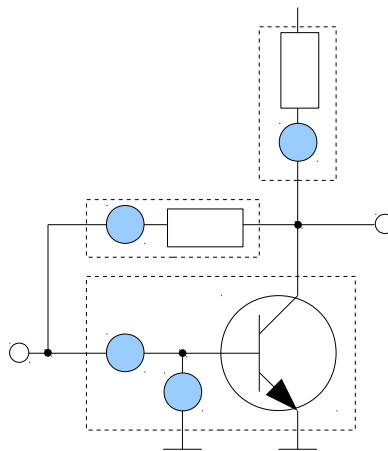
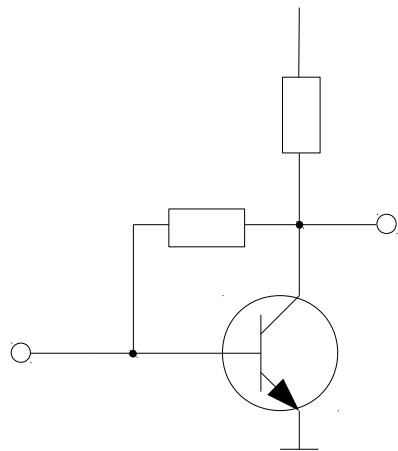
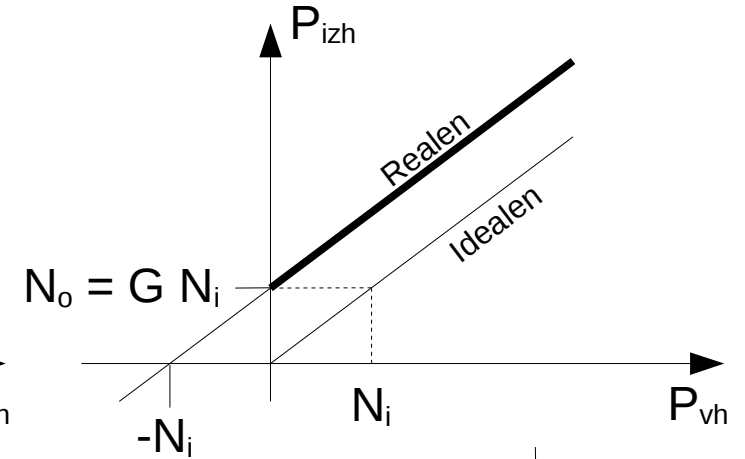
Idealen



Realen

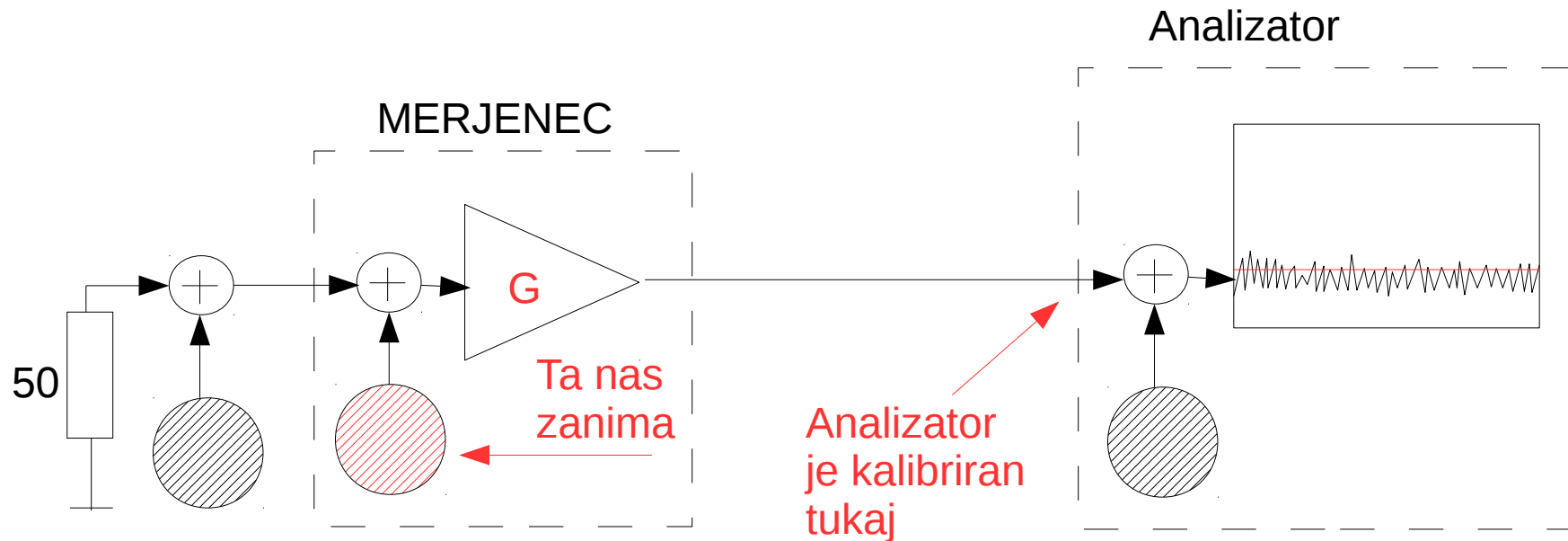


Model



Vse vire preračunamo na vhod, da lahko skupni sum primerjamo s koristnim vhodnim signalom

# Absolutna meritev nivoja suma



1. Natančno moramo poznati ojačenje merjenca
2. Tочnost meritve nivoja pri spektralnih analizatorjih je  $\pm 1$  dB do  $\pm 3$  dB in slabše
3. Tочna pasovna sirina analizatorja? (Tipično  $1.2 \times 3$  dB sirina)
4. Sirokopasovna preobremenitev analizatorja?

Primer: Merjenec  $NF=1$  dB (75K),  $G=30$  dB

Breme 300K, analizator  $NF=30$  dB (290kK)

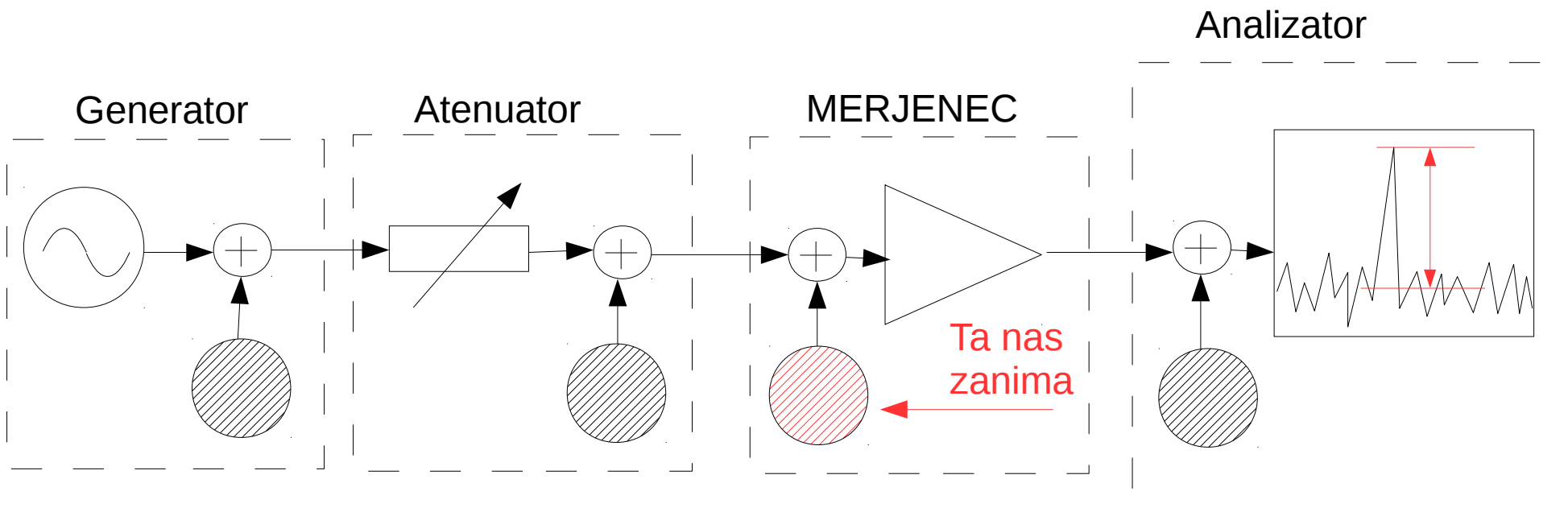
Merjeni nivo =  $1000 \cdot (300 + 75) + 290000 = 665000$  K

Prispevek merjenca je  $1000 \cdot 75 = 75000$ , to je 11% oz. 0.5 dB

Za meritev malih nivojev suma metoda ni kaj prida

# Meritev preko razmerja S/N (obcutljivosti)

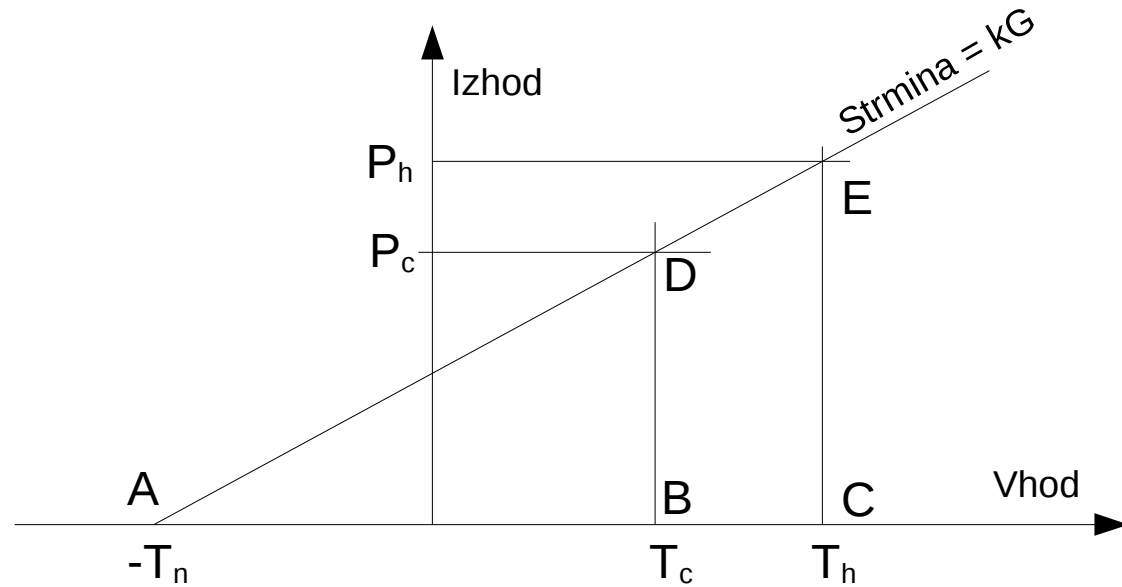
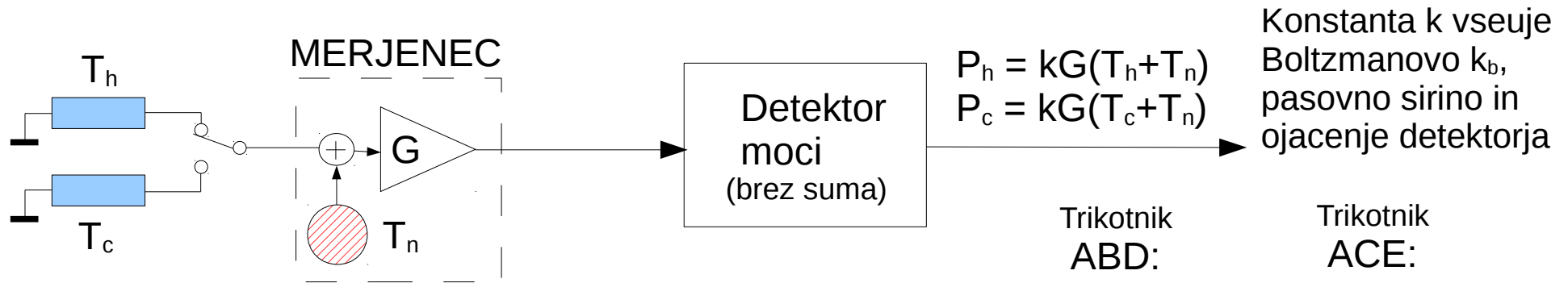
Ni treba poznati ojačenja merjenca  
Absolutna kalibracija analizatorja ni vazna



1. Koliksen del suma v resnici izhaja iz merjenca?
2. Pri velikem S/N, točnost logaritemskega detektorja?
3. Pri veliki atenuaciji, točnost atenuatorja, presluhi?
4. Kolikсна je točna pasovna sirina analizatorja?

Metoda je uporabna za grobi preizkus, dela / ne dela, »smo gluhi ali ne?«

# Meritev s sumnim virom kot referenco



Trikotnik ABD:  $\frac{T_c + T_n}{P_c} = \frac{T_h + T_n}{P_h}$   
 Trikotnik ACE:

$$T_n = \frac{P_c T_h - P_h T_c}{P_h - P_c}$$

Spodaj in zgoraj delimo s  $P_c$ :

$$T_n = \frac{T_h - \frac{P_h}{P_c} T_c}{\frac{P_h}{P_c} - 1} = \frac{T_h - Y T_c}{Y - 1} \quad Y = \frac{P_h}{P_c}$$

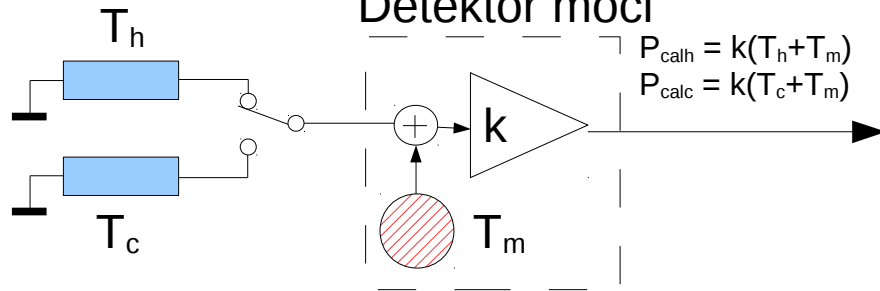
- v  $T_n$  je skrit tudi prispevek suma realnega detektorja moci
- ne izvemo ojacenja  $G$  (izvemo lahko samo produkt  $kG$ )

Za meritev  $T_n$  zadosca, da poznamo razmerje  $P_h/P_c$

Sumno stevilo:  $NF = 10 \log\left(\frac{T_n}{290} + 1\right) \quad T_n = 290\left(10^{\frac{NF}{10}} - 1\right)$

# Kalibrirana meritev s sumnim virom

Kalibracija:



S to kalibracijo izvemo vrednosti  $T_m$  in  $k$ :

$$T_m = \frac{P_{calc} T_h - P_{calh} T_c}{P_{calh} - P_{calc}} \quad k = \frac{P_{calh} - P_{calc}}{T_h - T_c}$$

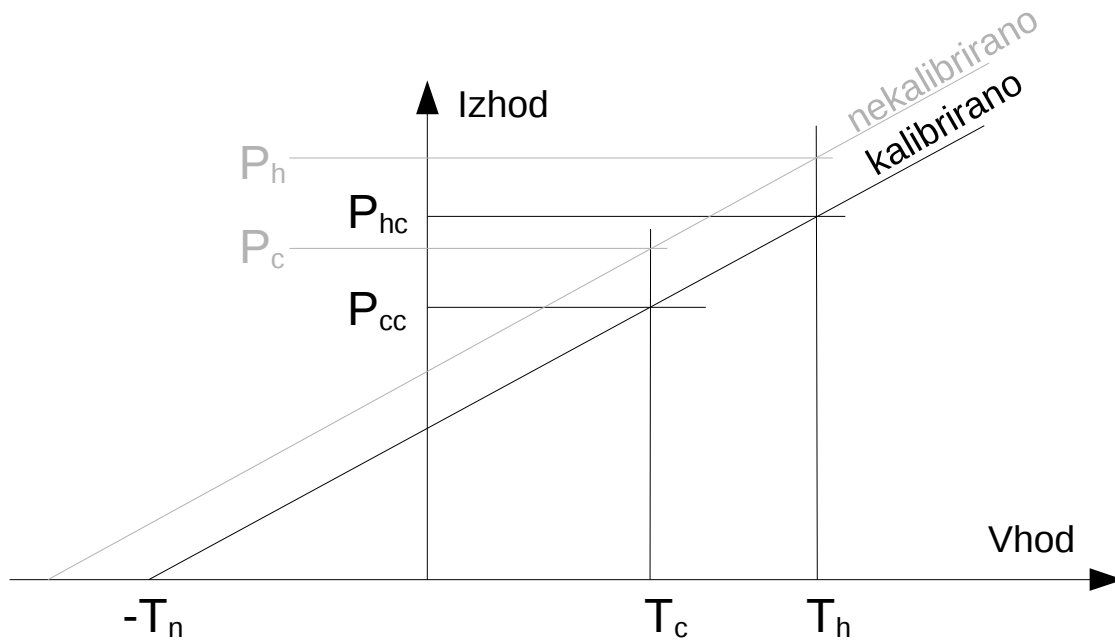
Pri meritvi potem računamo:

$$P_{hc} = P_h - k T_m$$

$$P_{cc} = P_c - k T_m$$

$$T_n = \frac{P_{cc} T_h - P_{hc} T_c}{P_{hc} - P_{cc}}$$

$$G = \frac{1}{k} \frac{P_h - P_c}{T_h - T_c}$$



# Popravki zaradi slabljenj

## **Slabljenje med virom suma in merilnikom pri kalibraciji:**

namesto  $T_h$  in  $T_c$  na vhodu upostevamo  $T_{ha}$  in  $T_{ca}$ , ki vsebujeta slabljenje  $a$  in prispevek suma  $(1-a)T_a$ , kjer je  $T_a$  fizicna temperatura slabilca

$$T_{ha} = aT_h + (1-a)T_a$$

$$T_{ca} = aT_c + (1-a)T_a$$

## **Slabljenje med virom suma in merjencem:**

popravimo  $T_h$  in  $T_c$  enako kot pri kalibraciji

## **Slabljenje med merjencem in detektorjem moci:**

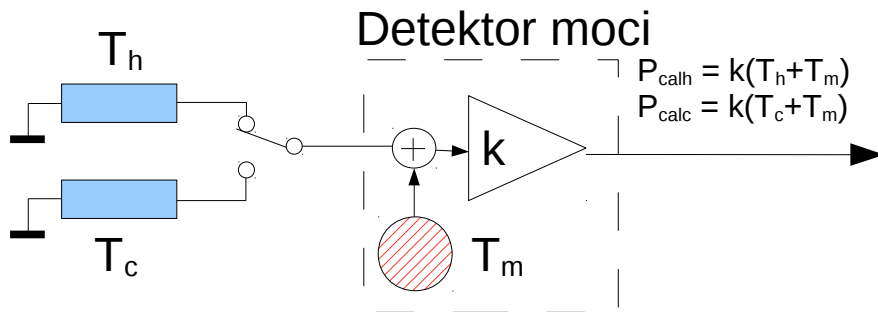
lahko upostevamo samo pri kalibrirani meritvi, in sicer tako, da:

- $T_m$  povecamo za  $(1-a)T_a$
- izmerjeno ojacenje delimo z  $a$

# Meritev moci sumnega vira

(za kalibracijo virov, meritev sumne temperature antene...)

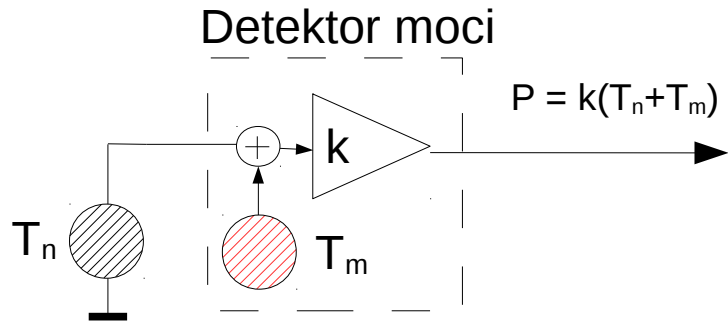
Kalibracija:



S to kalibracijo izvemo vrednosti  $T_m$  in  $k$ :

$$T_m = \frac{P_{calc} T_h - P_{calh} T_c}{P_{calh} - P_{calc}} \quad k = \frac{P_{calh} - P_{calc}}{T_h - T_c}$$

Meritev:



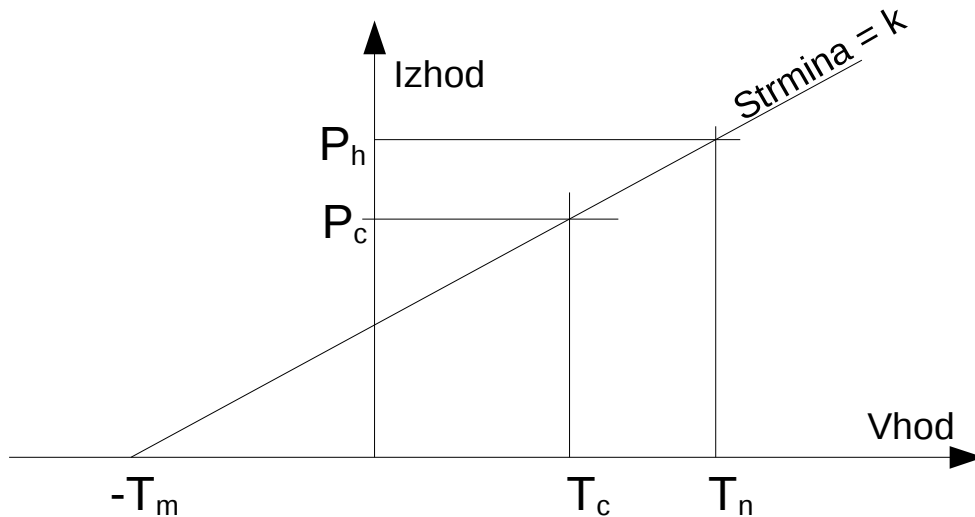
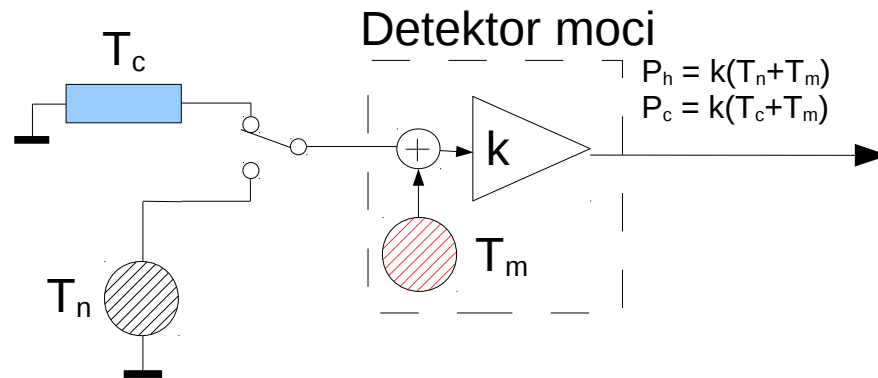
$$T_n = \frac{P}{k} - T_m$$

Pretvorba med temperaturo in ENR:

$$ENR = 10 \log\left(\frac{T_n - 290}{290}\right) \quad T_n = 290\left(10^{\frac{ENR}{10}} - 1\right)$$

# Meritev moci suma s predpostavljeno sumno temperaturo merilnega sistema

Ce zelo dobro poznamo sumno temperaturo merilnega sprejemnika, jo lahko uporabimo za umerjanje neznanega vira suma



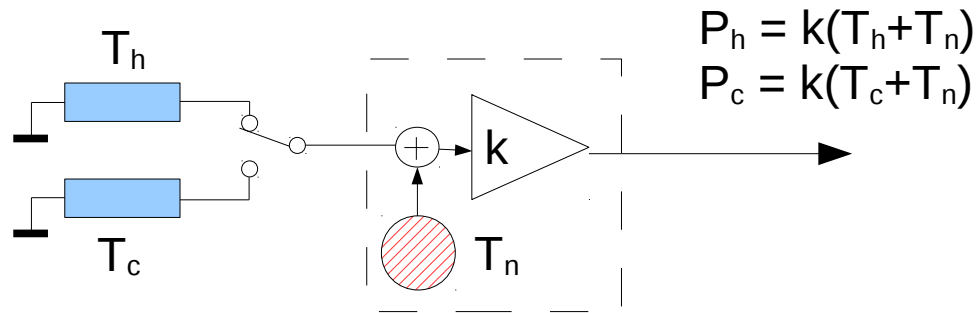
Poznam  $T_c$  in  $T_m$ :

$$k = \frac{P_c}{T_c + T_m} \quad T_n = T_c + \frac{P_h - P_c}{k}$$

# Prednosti meritev s sumnim virom

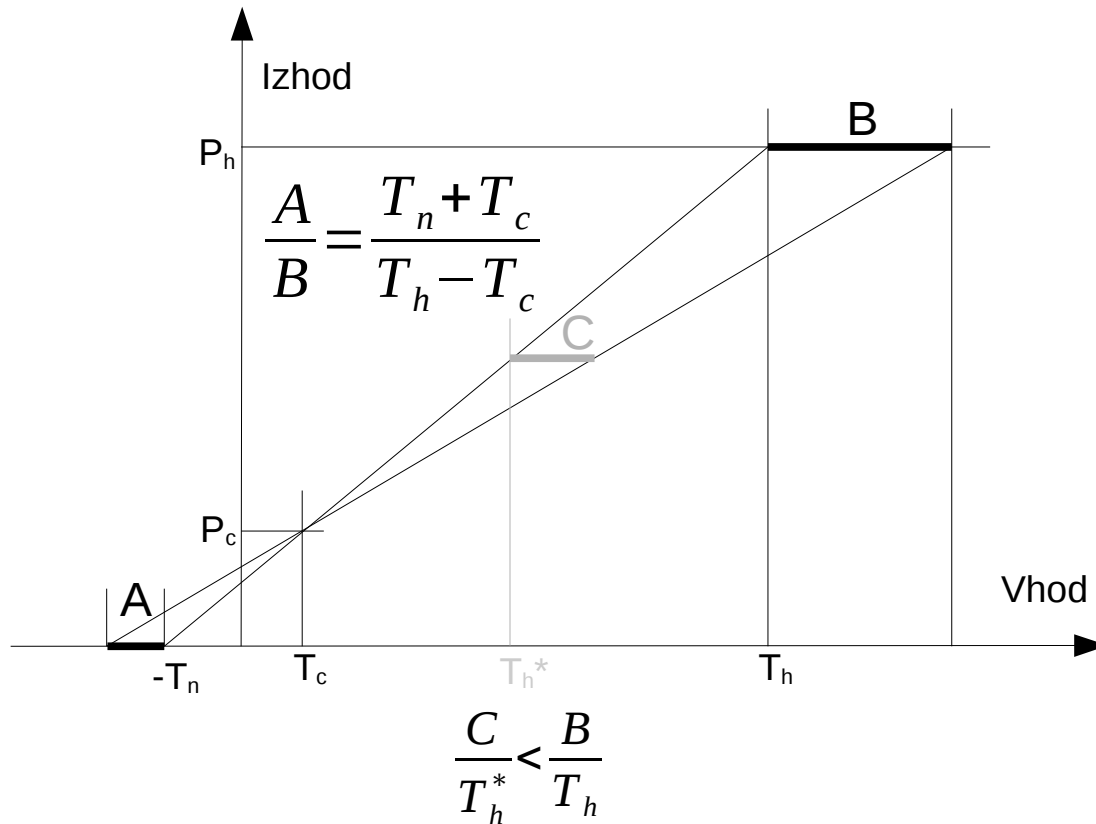
- nivo signala primerljiv z nivojem suma merjenja
- sumni viri so poceni
- sumni viri so širokopasovni, uporabni od MHz do GHz
- pasovna sirina merjenja ne vpliva na rezultat
- ni potrebna absolutna kalibracija detektorja moci
- improvizirani viri (nebo/zemlja)

# Napaka zaradi netocne vrednosti $T_h$



$$T_n = \frac{P_c T_h - P_h T_c}{P_h - P_c}$$

$$\frac{\partial T_n}{\partial T_h} = \frac{P_c}{P_h - P_c} = \frac{T_n + T_c}{T_h - T_c}$$



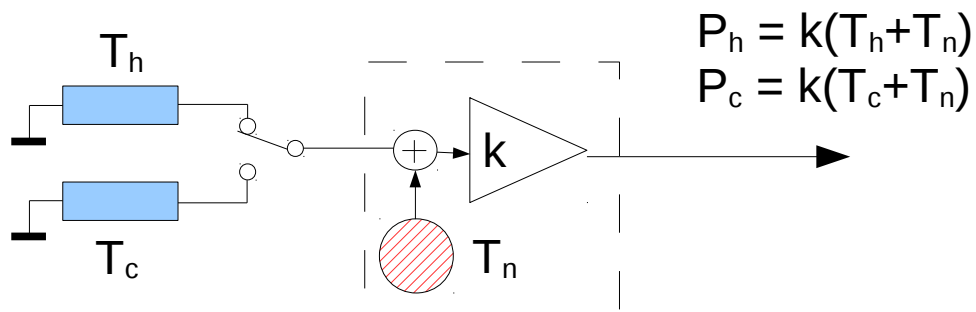
# Napaka zaradi netocne vrednosti $T_h$

Primeri:  $\epsilon_{th} = \pm 0.1\text{dB}$

Resnicna $T_n = 3000\text{K}$ ;	pri $T_c=30\text{K}$ , $T_h=300\text{K}$	izmerimo	2921....3078K
Resnicna $T_n = 3000\text{K}$ ;	pri $T_c=290\text{K}$ , $T_h=1200\text{K}$	izmerimo	2902....3101K
Resnicna $T_n = 3000\text{K}$ ;	pri $T_c=290\text{K}$ , $T_h=9000\text{K}$	izmerimo	2922....3079K
Resnicna $T_n = 300\text{K}$ ;	pri $T_c=30\text{K}$ , $T_h=300\text{K}$	izmerimo	291....308K
Resnicna $T_n = 300\text{K}$ ;	pri $T_c=290\text{K}$ , $T_h=1200\text{K}$	izmerimo	282....318K
Resnicna $T_n = 300\text{K}$ ;	pri $T_c=290\text{K}$ , $T_h=9000\text{K}$	izmerimo	286....314K
Resnicna $T_n = 75\text{K}$ ;	pri $T_c=30\text{K}$ , $T_h=300\text{K}$	izmerimo	72.3....77.7K
Resnicna $T_n = 75\text{K}$ ;	pri $T_c=290\text{K}$ , $T_h=1200\text{K}$	izmerimo	64.1....86.2K
Resnicna $T_n = 75\text{K}$ ;	pri $T_c=290\text{K}$ , $T_h=9000\text{K}$	izmerimo	66.4....83.8K
Resnicna $T_n = 25\text{K}$ ;	pri $T_c=30\text{K}$ , $T_h=300\text{K}$	izmerimo	23.5....26.4K
Resnicna $T_n = 25\text{K}$ ;	pri $T_c=290\text{K}$ , $T_h=1200\text{K}$	izmerimo	15.6....34.7K
Resnicna $T_n = 25\text{K}$ ;	pri $T_c=290\text{K}$ , $T_h=9000\text{K}$	izmerimo	17.6....32.6K

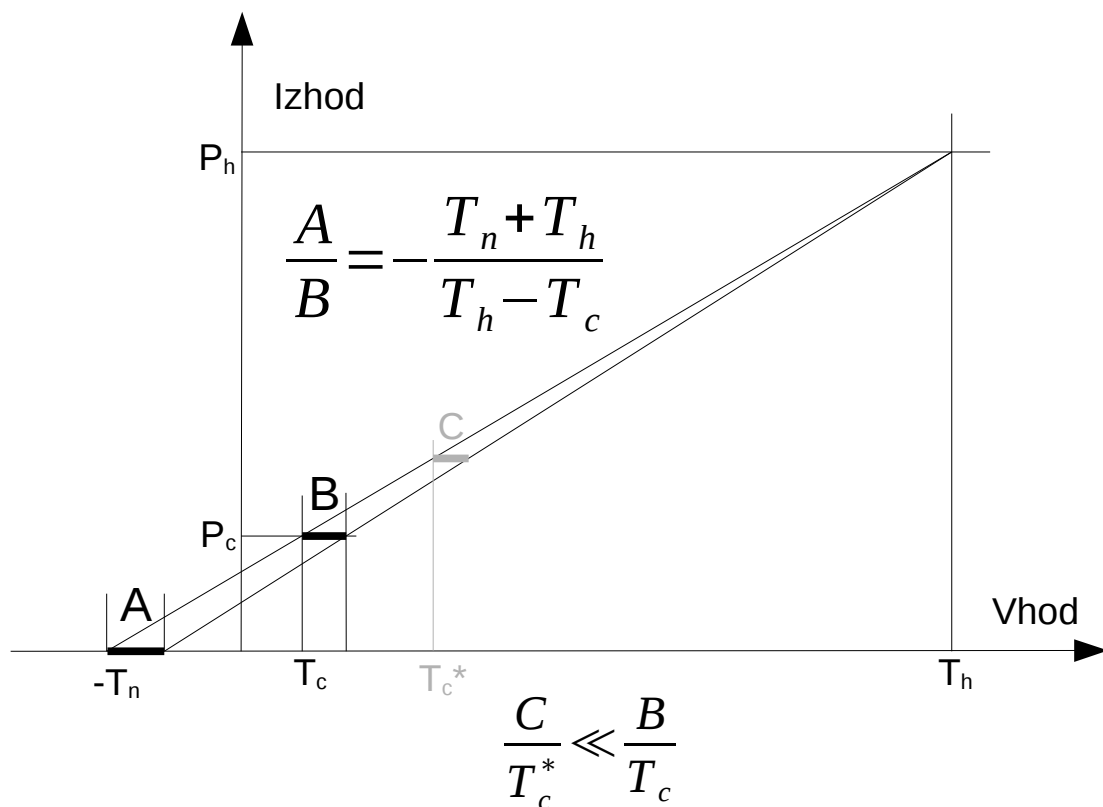
Opomba:  $1200\text{K} \approx 5\text{dB ENR}$ ,  $9000\text{K} \approx 15\text{dB ENR}$   
 $\pm 0.1\text{dB}$  pri  $300\text{K}$  je cca  $\pm 7\text{K}$   
 $30\text{K}, 300\text{K} = \text{nebo/zemlja}$

# Napaka zaradi netocne vrednosti $T_c$



$$T_n = \frac{P_c T_h - P_h T_c}{P_h - P_c}$$

$$\frac{\partial T_n}{\partial T_c} = \frac{-P_h}{P_h - P_c} = -\frac{T_n + T_h}{T_h - T_c}$$



# Napaka zaradi netocne vrednosti $T_c$

## Primeri za $\epsilon_{T_c} = \pm 10K$

Resnicna $T_n = 3000K$ ;	pri $T_c=30K, T_h=300K$	izmerimo	2878....3122K
Resnicna $T_n = 3000K$ ;	pri $T_c=290K, T_h=1200K$	izmerimo	2953....3046K
Resnicna $T_n = 3000K$ ;	pri $T_c=290K, T_h=9000K$	izmerimo	2986....3014K
Resnicna $T_n = 300K$ ;	pri $T_c=30K, T_h=300K$	izmerimo	278....322K
Resnicna $T_n = 300K$ ;	pri $T_c=290K, T_h=1200K$	izmerimo	284....316K
Resnicna $T_n = 300K$ ;	pri $T_c=290K, T_h=9000K$	izmerimo	289....311K
Resnicna $T_n = 75K$ ;	pri $T_c=30K, T_h=300K$	izmerimo	61.1....88.9K
Resnicna $T_n = 75K$ ;	pri $T_c=290K, T_h=1200K$	izmerimo	61.0....83.0K
Resnicna $T_n = 75K$ ;	pri $T_c=290K, T_h=9000K$	izmerimo	64.5....86.4K
Resnicna $T_n = 25K$ ;	pri $T_c=30K, T_h=300K$	izmerimo	13.0....37.0K
Resnicna $T_n = 25K$ ;	pri $T_c=290K, T_h=1200K$	izmerimo	11.5....38.4K
Resnicna $T_n = 25K$ ;	pri $T_c=290K, T_h=9000K$	izmerimo	14.6....35.4K

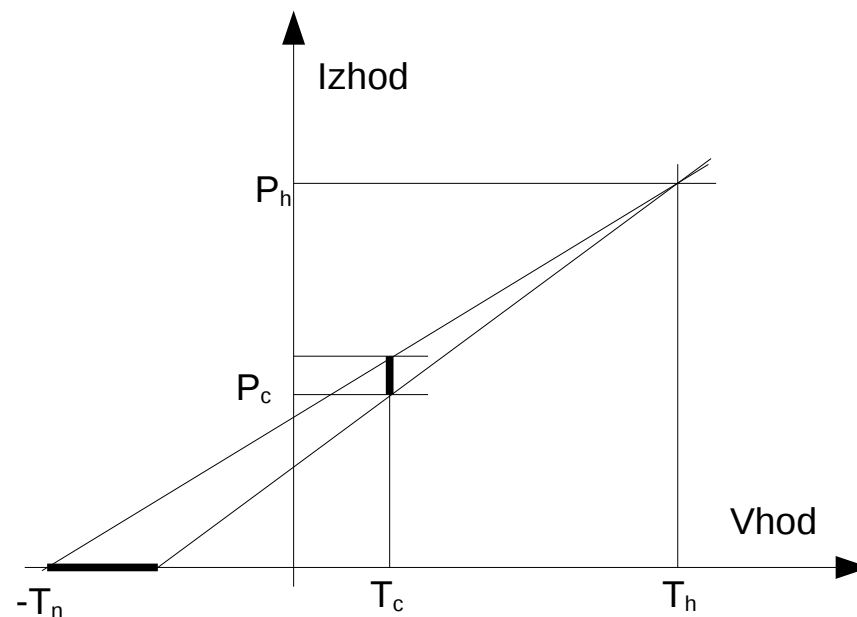
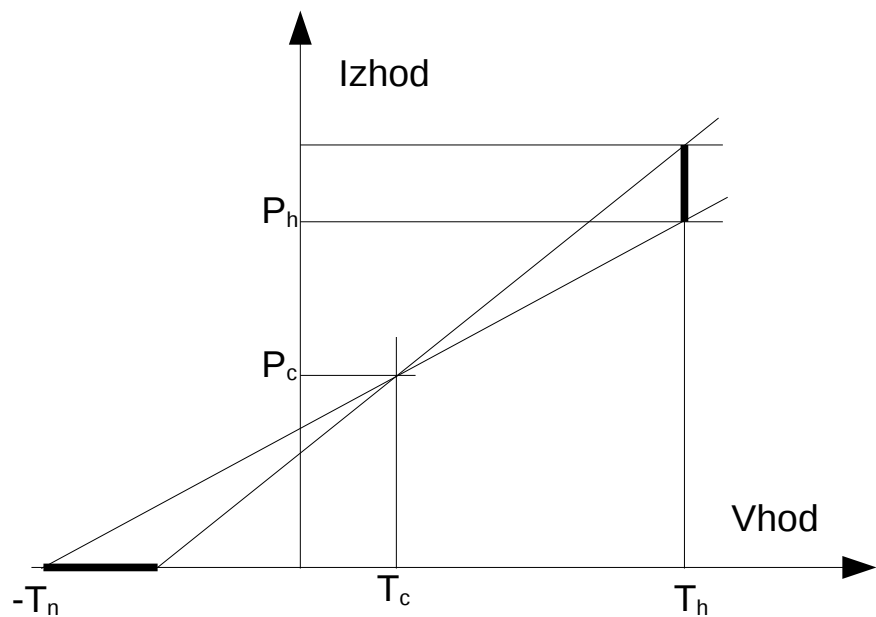
Opomba:  $1200K \approx 5dB$  ENR,  $9000K \approx 15dB$  ENR  
 $\pm 0.1dB$  pri  $300K$  je cca  $\pm 7K$   
 $30K, 300K =$  nebo/zemlja

# Napaka zaradi netocne meritve moci

$$T_n = \frac{P_c T_h - P_h T_c}{P_h - P_c}$$

$$\frac{\partial T_n}{\partial P_h} = \frac{P_c (T_c - T_h)}{(P_h - P_c)^2}$$

$$\frac{\partial T_n}{\partial P_c} = \frac{P_h (T_h - T_c)}{(P_h - P_c)^2}$$



# Napaka zaradi netocne meritve moci

Primeri:  $\varepsilon_P = \pm 0.1\text{dB}$

Resnicna $T_n = 3000\text{K}$ ;	pri $T_c=30\text{K}$ , $T_h=300\text{K}$	izmerimo	2328....4167K
Resnicna $T_n = 3000\text{K}$ ;	pri $T_c=290\text{K}$ , $T_h=1200\text{K}$	izmerimo	2680....3386K
Resnicna $T_n = 3000\text{K}$ ;	pri $T_c=290\text{K}$ , $T_h=9000\text{K}$	izmerimo	2897....3106K
Resnicna $T_n = 300\text{K}$ ;	pri $T_c=30\text{K}$ , $T_h=300\text{K}$	izmerimo	284....317K
Resnicna $T_n = 300\text{K}$ ;	pri $T_c=290\text{K}$ , $T_h=1200\text{K}$	izmerimo	287....323K
Resnicna $T_n = 300\text{K}$ ;	pri $T_c=290\text{K}$ , $T_h=9000\text{K}$	izmerimo	285....314K
Resnicna $T_n = 75\text{K}$ ;	pri $T_c=30\text{K}$ , $T_h=300\text{K}$	izmerimo	71....78K
Resnicna $T_n = 75\text{K}$ ;	pri $T_c=290\text{K}$ , $T_h=1200\text{K}$	izmerimo	63....87K
Resnicna $T_n = 75\text{K}$ ;	pri $T_c=290\text{K}$ , $T_h=9000\text{K}$	izmerimo	66....84K
Resnicna $T_n = 25\text{K}$ ;	pri $T_c=30\text{K}$ , $T_h=300\text{K}$	izmerimo	23.5....26.4K
Resnicna $T_n = 25\text{K}$ ;	pri $T_c=290\text{K}$ , $T_h=1200\text{K}$	izmerimo	15.6....34.7K
Resnicna $T_n = 25\text{K}$ ;	pri $T_c=290\text{K}$ , $T_h=9000\text{K}$	izmerimo	17.6....32.6K

Opomba:  $1200\text{K} \approx 5\text{dB ENR}$ ,  $9000\text{K} \approx 15\text{dB ENR}$   
 $\pm 0.1\text{dB}$  pri  $300\text{K}$  je cca  $\pm 7\text{K}$   
 $30\text{K}, 300\text{K} = \text{nebo/zemlja}$

# Napaka zaradi pasovne sirine merjenca

## 1. Če je pasovna sirina merjenca manjša od pasovne sirine merilnika

- pri nekalibrirani meritvi ni sistematske napake, poveča pa se stresanje rezultatov (potrebujemo daljše povprečenje).
- pri kalibrirani meritvi pride do sistematske napake, ker je med kalibracijo pasovna sirina drugačna kot med meritvijo. Če merilnik to omogoča, izberemo ozko merilno pasovno sirino, kot je merjenceva. Če to ne gre, in ne poznamo točnega razmerja pasovnih sirin, je to napako težko popraviti, zato se izogibamo takšni situaciji.

## 2. Če merjenec vsebuje mesalnik brez sita za zrcalno frekvenco

- pri nekalibrirani meritvi ni težav
- pri kalibrirani meritvi je med meritvijo pasovna sirina dvojna, popravek pa je preprost: izmerjeni  $P_{cc}$  in  $P_{hc}$  prepolovimo.

# Napake zaradi neprilagoditev

Za izracun prenosa moci med virom in bremenom moramo poznati kompleksne vrednosti njunih odbojnosti, in razdaljo med njima. Ponavadi ne poznamo faze odbojnosti, zato iz absolutnih vrednosti izracunamo min in max, da ocenimo velikost napake:

$$min = (1 - \rho_1 \rho_2)^2$$

$$max = (1 + \rho_1 \rho_2)^2$$

Primer 1: vir in breme sta prilagojena 20dB, ( $\rho_1 = \rho_2 = 0.1$ ) napaka je  $\pm 0.088$  dB max

Primer 2: vir 20dB ( $\rho_1 = 0.1$ ), breme 10dB ( $\rho_2 = 0.32$ ) napaka je  $\pm 0.28$  dB max

Primer 3: vir 20dB ( $\rho_1 = 0.1$ ), breme 5dB ( $\rho_2 = 0.56$ ) napaka je  $\pm 0.5$  dB max

Primer 4: vir 30dB ( $\rho_1 = 0.032$ ), breme 10dB ( $\rho_2 = 0.32$ ) napaka je  $\pm 0.08$  dB max

# Napake zaradi neprilagoditev

## Napake zaradi konstantnih neprilagoditev

- Pri nekalibrirani meritvi je rezultat odvisen samo od razmerja  $Y=P_h/P_c$ , zato konstantna neprilagoditev ne vpliva na rezultat, razen spremembe sumne temperature merjenca zaradi neprilagoditve.
- Pri kalibrirani meritvi povzroci napako v meritvi ojačenja, ta pa pomeni napako pri odštevanju  $T_m$ . To je problem, če je  $T_m$  velika.

## Napake zaradi spremenljive neprilagoditve sumnega vira ( $\Delta\Gamma$ )

Impedanca sumnega vira je različna med stanjema »hladno« in »vroce«, kar direktno povzroci napako v meritvi razmerja  $Y=P_h/P_c$ .

Problem so ojačevalniki z nizko sumno temperaturo in s slabo vhodno prilagoditvijo (n.pr. HEMT na 2m, 70cm)

Resitev je uporaba dodatnega atenuatorja med virom suma in merjencem, ali pa uporaba vira, ki ima tak atenuator že vgrajen (taksna z nizkim ENR, n.pr. HP364A)

# Napake zaradi vdora zunanjih signalov

Sovrazniki:

- RTV oddajniki, bazne postaje, radioamaterji, policaji ...
- vse v hisi, kar vsebuje oddajnik (mobitel, WIFI, PMR, droni, kljuci od avta...)
- fluoescentne (varcne) svetilke
- racunalniki, routerji, ...
- stikalni napajalniki
- oscilatorji v merjencu, produkti mesanja ...
- .....

Porblem so lahko tudi mocni signali izven merjene pasovne sirine, ce povzročajo nasicenje ali tvorbo mesalnih produktov v merjencu ali merilniku!

# Napaka zaradi casovne spremenljivosti merilnega sistema

Komponentam merilnega sistema se lastnosti pocasi spreminjajo, predvsem zaradi segrevanja in hlajenja  
Problem je tudi neponovljivost konektorjev

- Pred uporabo pocakamo, da se sistem ogreje (30 minut min)
- Meritev izvajamo hitro (cim manj casa med kalibracijo in meritvijo, pri rocni meritvi tudi med meritvama hladno/vroce)
- Po meritvi preverimo kalibracijo (vir na merilnik kot za kalibracijo, meritev mora pokazati cim blize  $T=0$  in  $G=1$  (0dB))
- Ce je mozno uporabljamo samo konektorje z navojem (N, SMA, TNC), taksnim brez navoja (BNC, MCX) se izogibamo

# Dinamichni obseg meritve

- Merilniki z 8 bitnim A/D imajo relativno malo dinamike (ampak se vedno vec kot nekoc diodni detektorji)
- Sum je naključen signal, vrhovi dosegajo mnogokratnike povprečne vrednosti
- Na vhodu merilnika je lahko prisoten sum v zelo širokem pasu

## Potreben dinamični obseg:

- pri minimalnem nivoju (ce ima merjenec ojačenje, bo to kalibracija pri  $T_c$ ) naj sum »miga« vsaj spodnja dva bita.
- pri maksimalnem nivoju (ce ima merjenec ojačenje, bo to meritev pri  $T_h$ ) naj bo povprečna vrednost suma vsaj 10dB pod nivojem nasicjenja

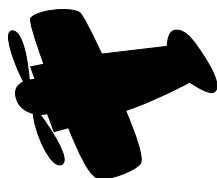
Problematicni so predvsem merjenci z velikim ojačenjem, ker pride do velikih razlik nivojev med kalibracijo in meritvijo.

Pomagamo si z atenuatorjem na izhodu merjenca, ki skupno ojačenje zmanjša na 10...20dB

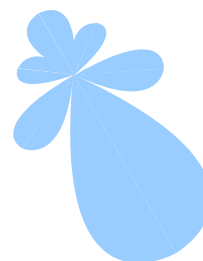
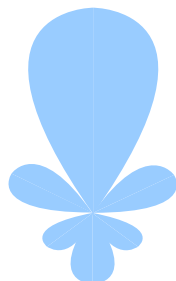
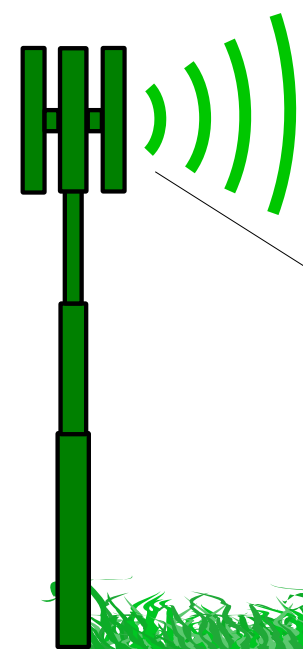
## Napaka zaradi nelinearnosti merilnika:

Ce imamo velik  $Y$  (velik  $T_h$  in mali  $T_n$ ), lahko zaradi nelinearnosti merilnika pride do napak.

# Meritev nebo / zemlja



Na frekvencah med 300MHz in 18GHz je nebo lahko zelo »radijsko hladno«, kar lahko izkoristimo za realizacijo zelo nizke  $T_c$



Zrcaljenje neba?

$$T_{\text{ant}} = 10 \dots 50\text{K}$$

$$T_{\text{ant}} \approx 300\text{K}$$

Antena naj ima čim nižje stranske snope, zazeljen pa je tudi glavni snop oziroma od 60 stopinj

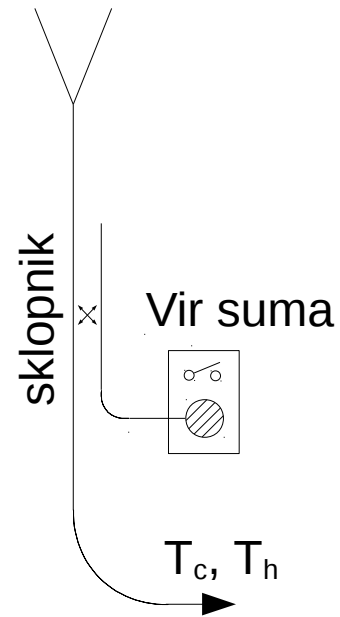
**Varianta: meritev nebo / upor**

Problem je različna impedanca antene in upora!

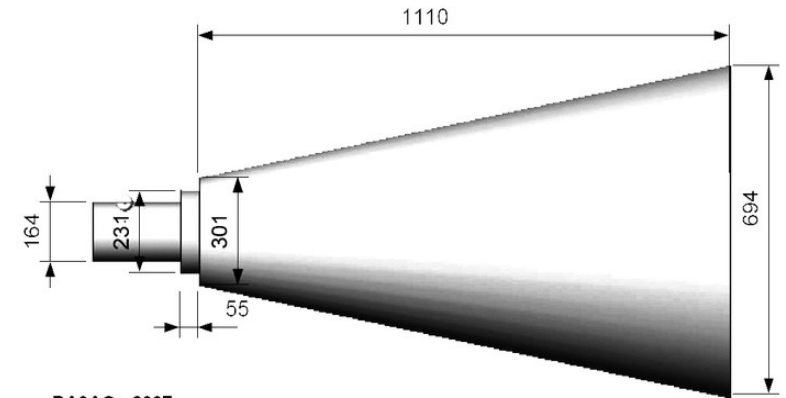
# Meritev nebo + umetni vir suma

Sergei RW3BP:

Antena  
v nebo



Двухмодовый рупор Скобелева  
Skobelev's DMH 3WL Diameter



RA3AQ 2007



# RTLSDR donglji

Ti donglji so originalno namenjeni sprejemu DVB-T (zemeljske digitalne televizije). V njih sta dve glavni komponenti: VF tuner cip in pa cip za demodulacijo in dekodiranje DVB-T, MPEGx itd. Kot demodulator/dekoder je v vecini donglov uporabljen Realtek RT2820, tunerskih cipov pa v donglih najdemo vec razlicnih.

Kitajci sicer podatke o svojih cipih drzijo v tajnosti, vendar pa je hekerjem z rikrazvojem (reverse engineering) uspelo ugotoviti vecino funkcij RT2820. Najzanimivejse je bilo odkritje, da ima ta cip tudi »debug« nacin, v katerem deluje samo kot A/D pretvornik, in posilja na USB surove I/Q vzorce, s hitrostjo do 2Ms/s.

Ko so podobno razvozljali se nekaj tuner cipov, so se na internetu kmalu pojavile programske knjiznice, ki so omogocale uporabo teh donglov kot univerzalnih sprejemnikov za frekvencno podrocje od priblizno 40MHz do 1500 in vec MHz. Ob ceni kakih 10 eur za kos, je njihova popularnost seveda eksplodirala.

# RTLSDR donglji

## **Slabe strani:**

- samo 8 bitni A/D (v praksi se izkaze, da je to dovolj za mnogo stvari!)
- lazni signali (predvsem harmoniki internega clock oscilatorja)
- nestabilnost (pregrevanje)
- slab oklop (vdor BC, GSM...)

## **Vrste donglov (tuner cipi)**

V praksi sta se kot najbolj uporabna izkazala tunerja **E4000** in **R820T**

### **E4000:**

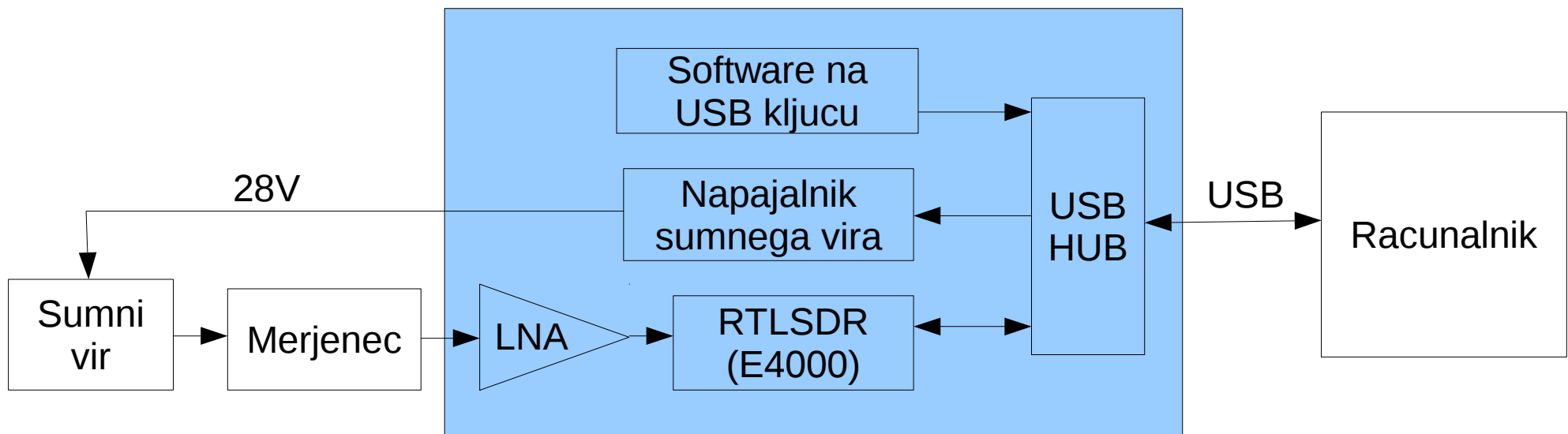
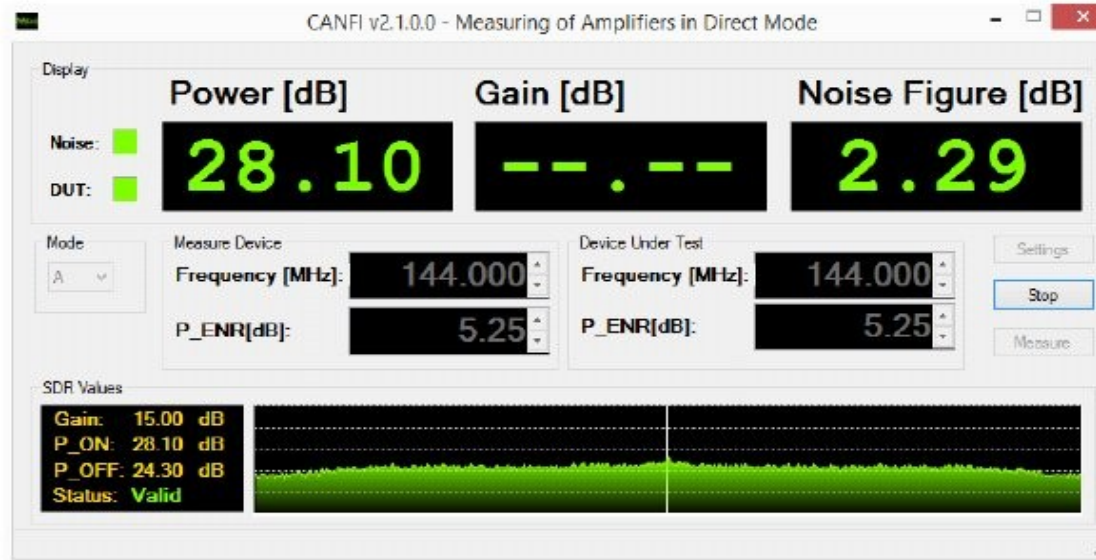
- pokriva 40 do 2000MHz, vendar z luknjo okrog 1200MHz
- sum cca 2000K
- na voljo je »presvercan«  
datasheet
- vcasih zelo popularen, vendar cip ni vec v proizvodnji

### **R820T:** (in novejsa verzija R820T2)

- pokriva 30 do 1700MHz
- sum cca 500K
- ce se pregreje, neha delati nad 1200MHz

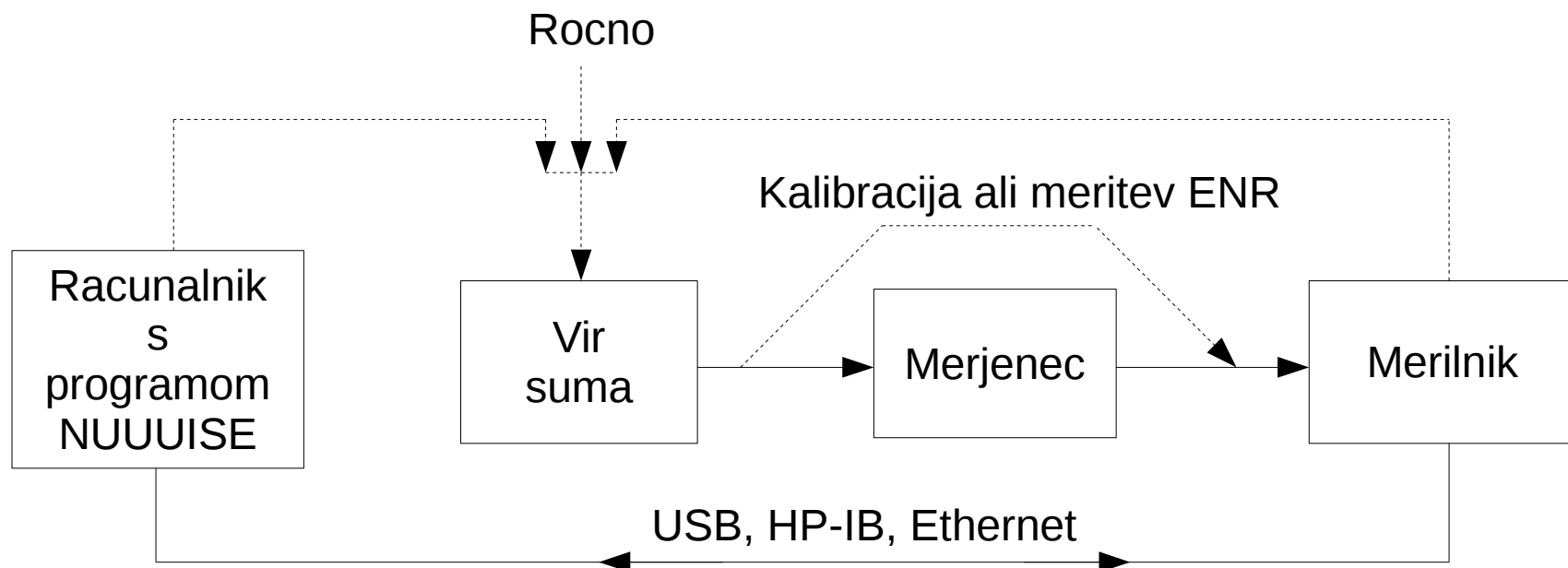
# CANFI

Resitev »na ključ«: hardver in softver. Avtorji DL2ALF, DF9IC, DL8AAU



# Program NUUUISE

**Cilj:** dati uporabniku možnost, da se znajde in uporabi, kar ima



Vir suma:

- polprevodniski
- vroce/hladno
- nebo/zemlja
- ....

Upravljanje:

rocno ali auto na  
razlicne nacine

Merilnik:

- RTLSDR dongle
- USRP-1
- HP 859x, 856x...
- Anritsu MS2721A
- Keysight n9344c

Meritve:

- moc suma (ENR)
- sumna temperatura
- moc suma iz predpostavljene sumne temperature merilnika

[lea.hamradio.si/~s57uuu/nuuuise](http://lea.hamradio.si/~s57uuu/nuuuise)

GNU GPL open source

# Domaca izdelalva virov suma

- **»tazaresne« sumne diode:**

tezko dobavljive, ker se ne uporabljajo v nobeni masovno proizvajani napravi

- **Zener diode:**

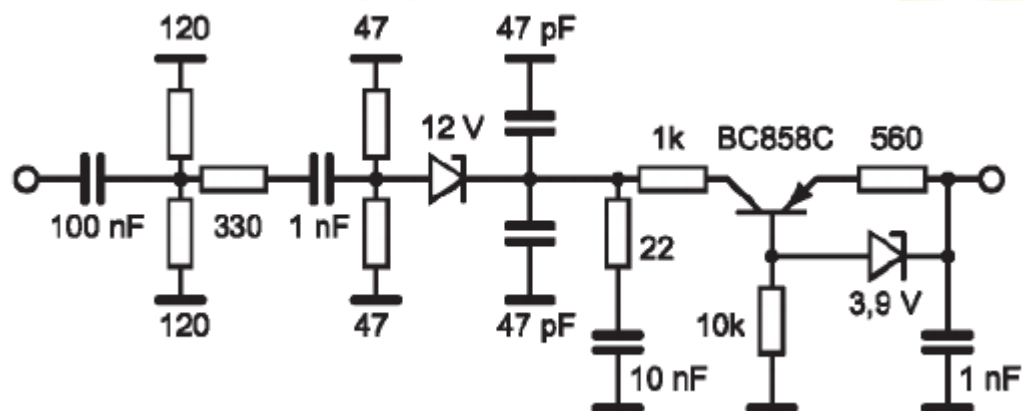
Dobre strani: poceni, masovno dostopne, robustne, velik nivo suma  
Slaba stran: mocnostni element, velika površina spoja/kapacitivnost, nad Ghz ali dva sum hitro pada

- **preboj B-E spoja v VF tranzitorjih:**

Dobra stran: uporaben sum do 15GHz in vec  
Slaba stran: malo nizji nivo suma, vpraskljiva zivljenska doba tranzistorja pri taksni »zlorabi«

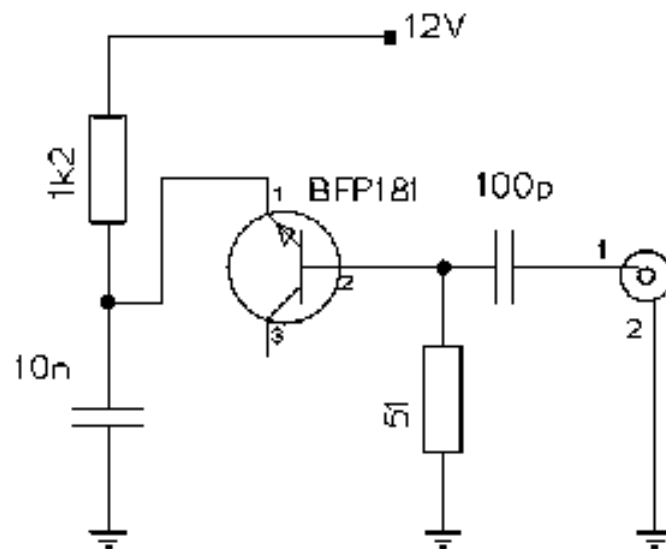
# Domaca izdelalva virov suma

DF9IC (CANFI)



- zener dioda BZV55-12
- napajanje 28V
- do 2.5GHz
- 9000K Z ATENUATORJEM
- majhen  $\Delta\Gamma$

S57UUU



- VF tranzistor v B-E preboju
- 12V napajanje
- do >10GHz
- 20000K BREZ ATENUATORJA
- velik  $\Delta\Gamma$ , potrebuje zunanji atenuator