

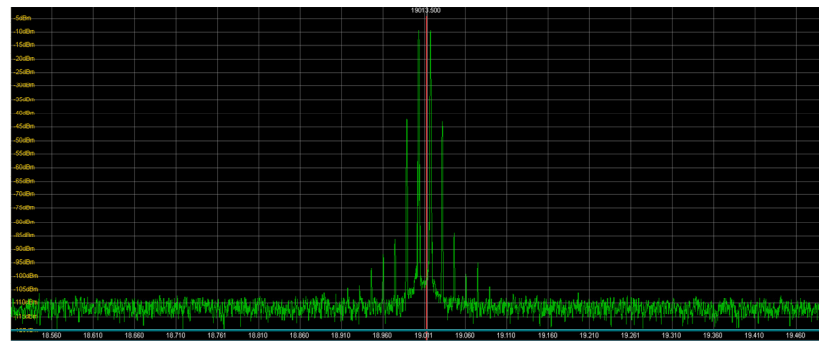
S53WW

Linearizacija močnostnih ojačevalnikov

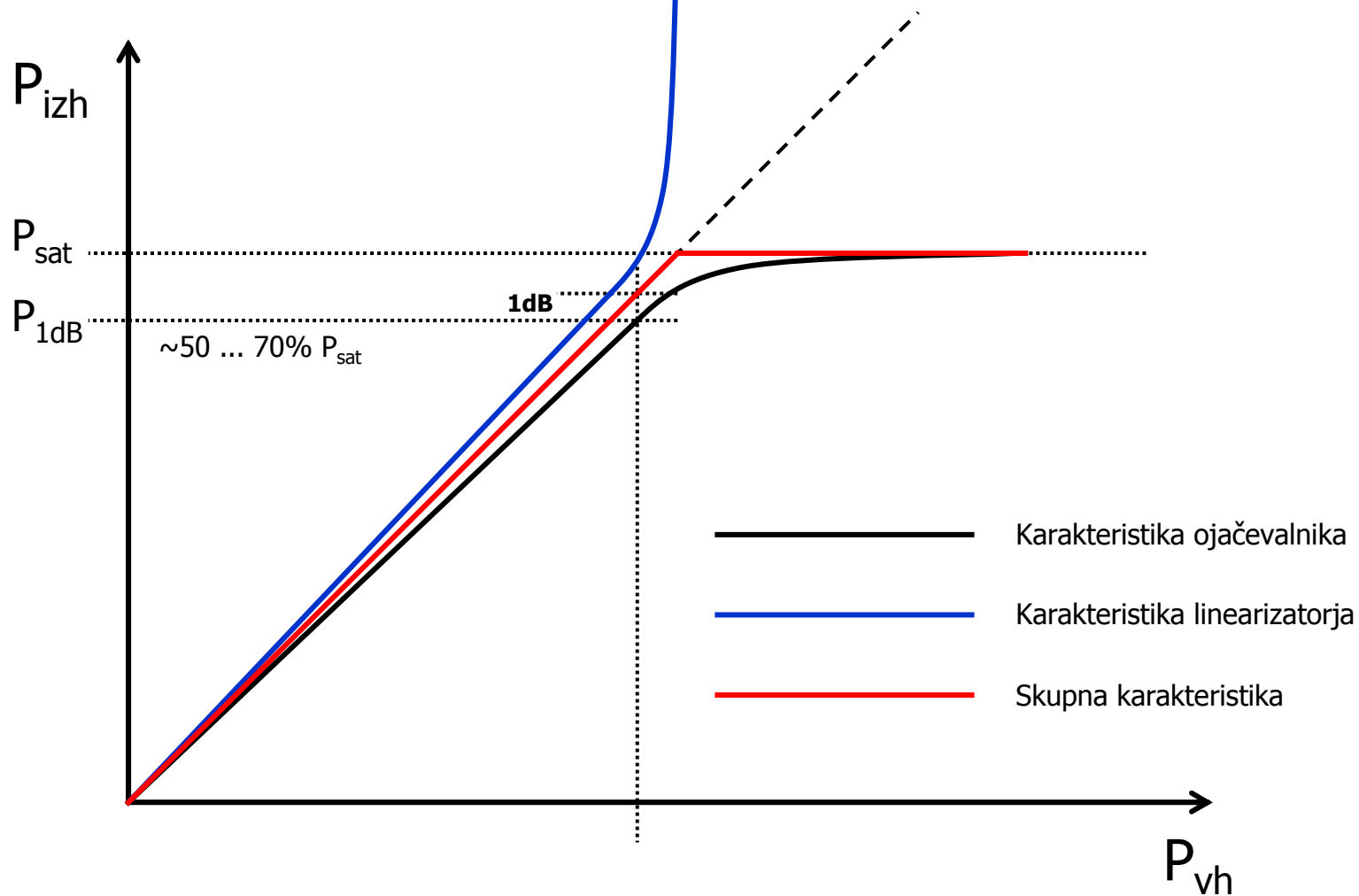
RIS 2012

Ljubljana

21.01.2012



■ P_{izh}/P_{vh} karakteristika realnega ojačevalnika



■ Razkrijmo zaroto stranke linearizatorjev!

1. Želijo več MOČI



večji domet zveze; manjša antena za enak domet; večja rezerva

2. Želijo biti LEPŠE slišani



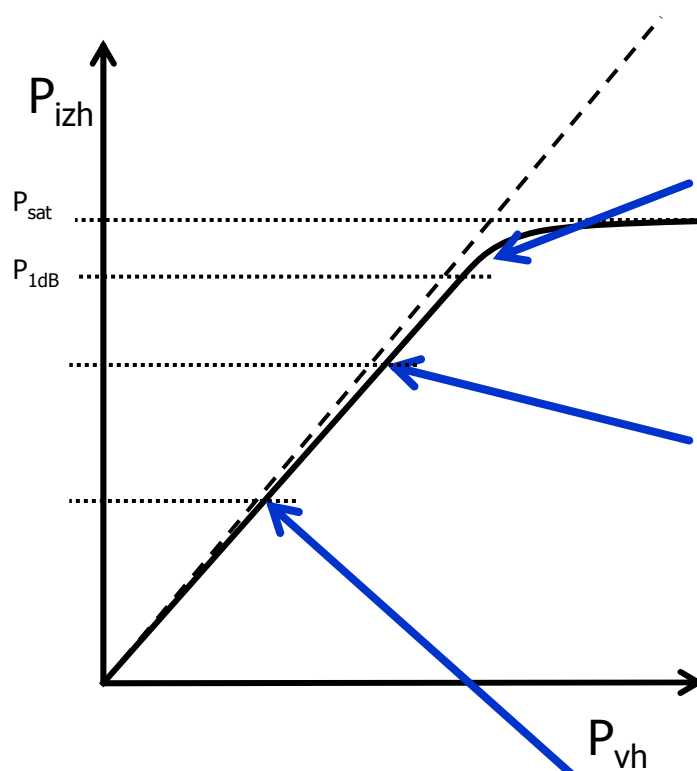
imeti kvaliteten oddajni signal – visok TX SNR (< EVM)

3. Želijo MANJ PLAČEVATI



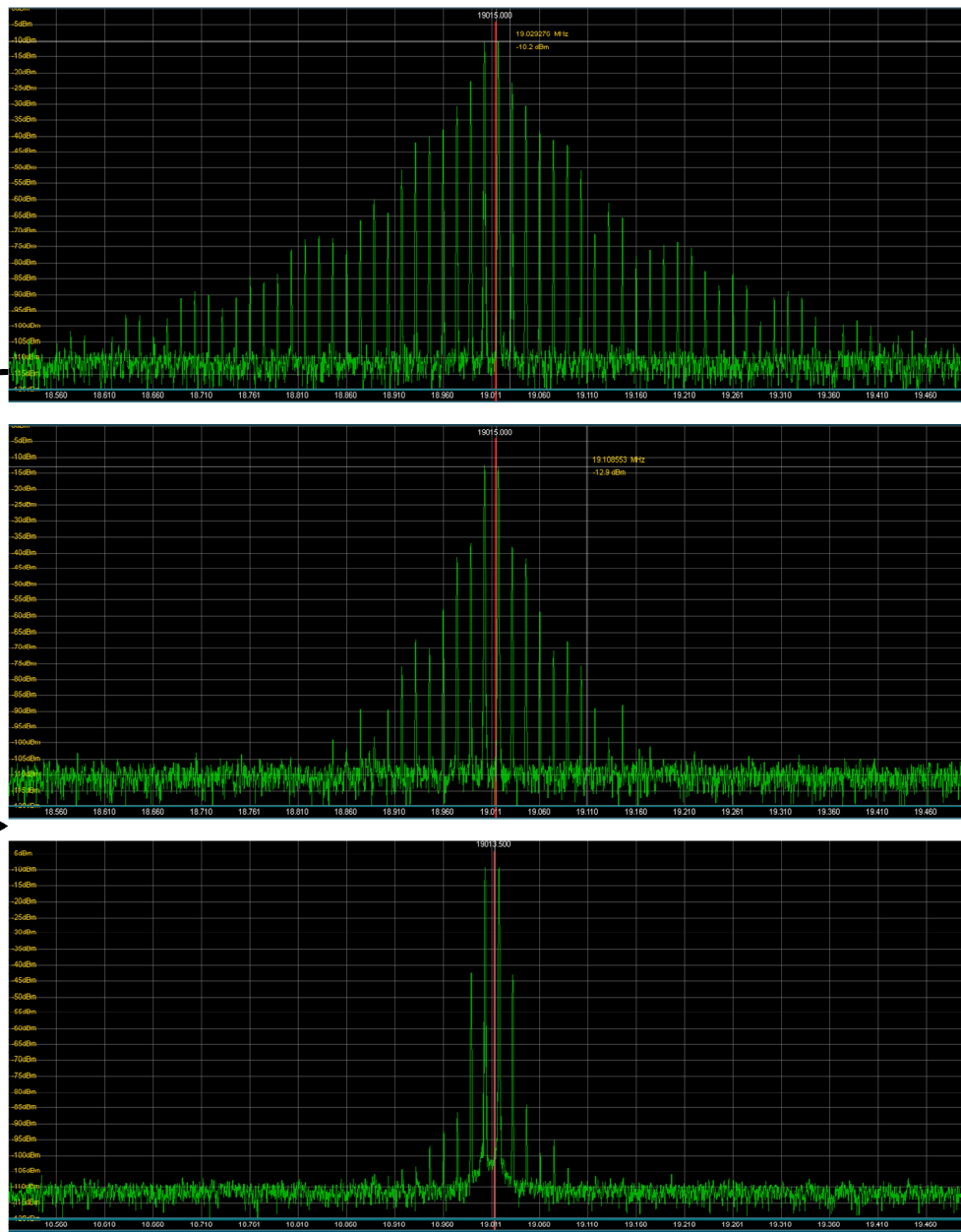
večji izkoristek → manj hlajenja, manjši/cenejši PA za isto RF moč (> W/\$)

■ Več moči

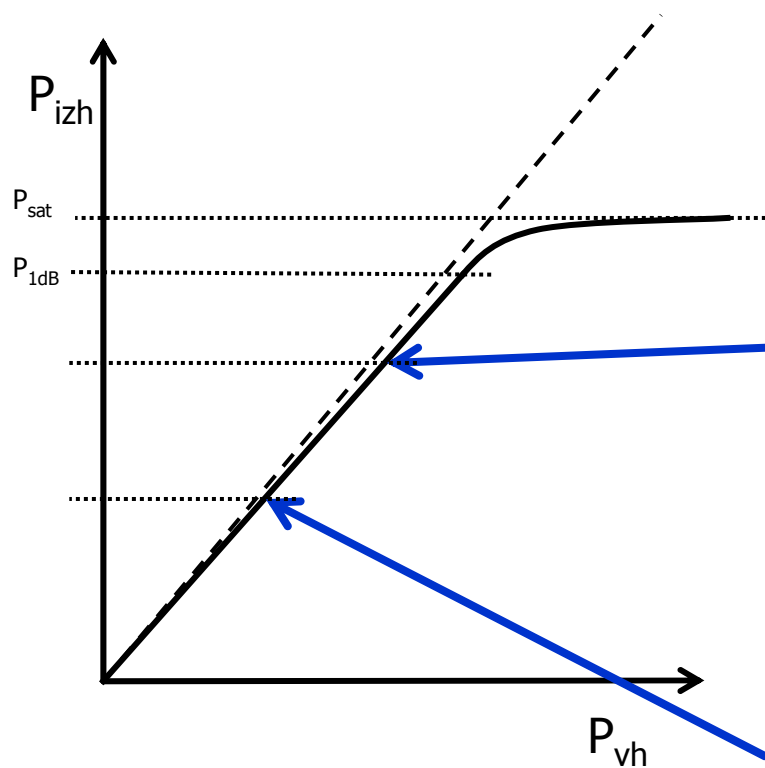


Dvo-tonska meritev:
IMD3, IMD5, ...
OIP3

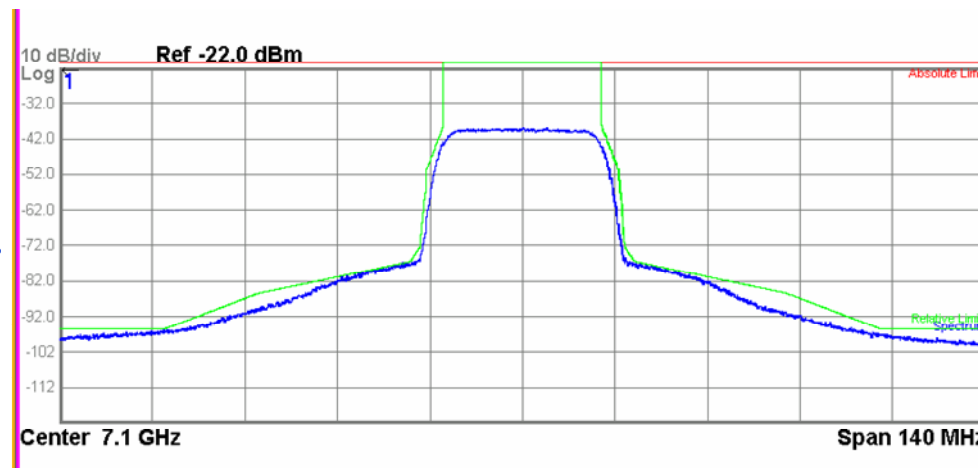
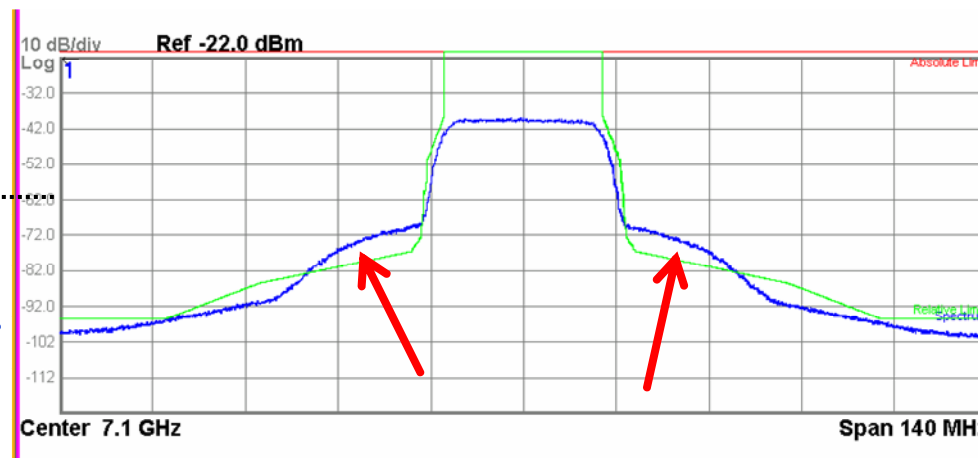
4



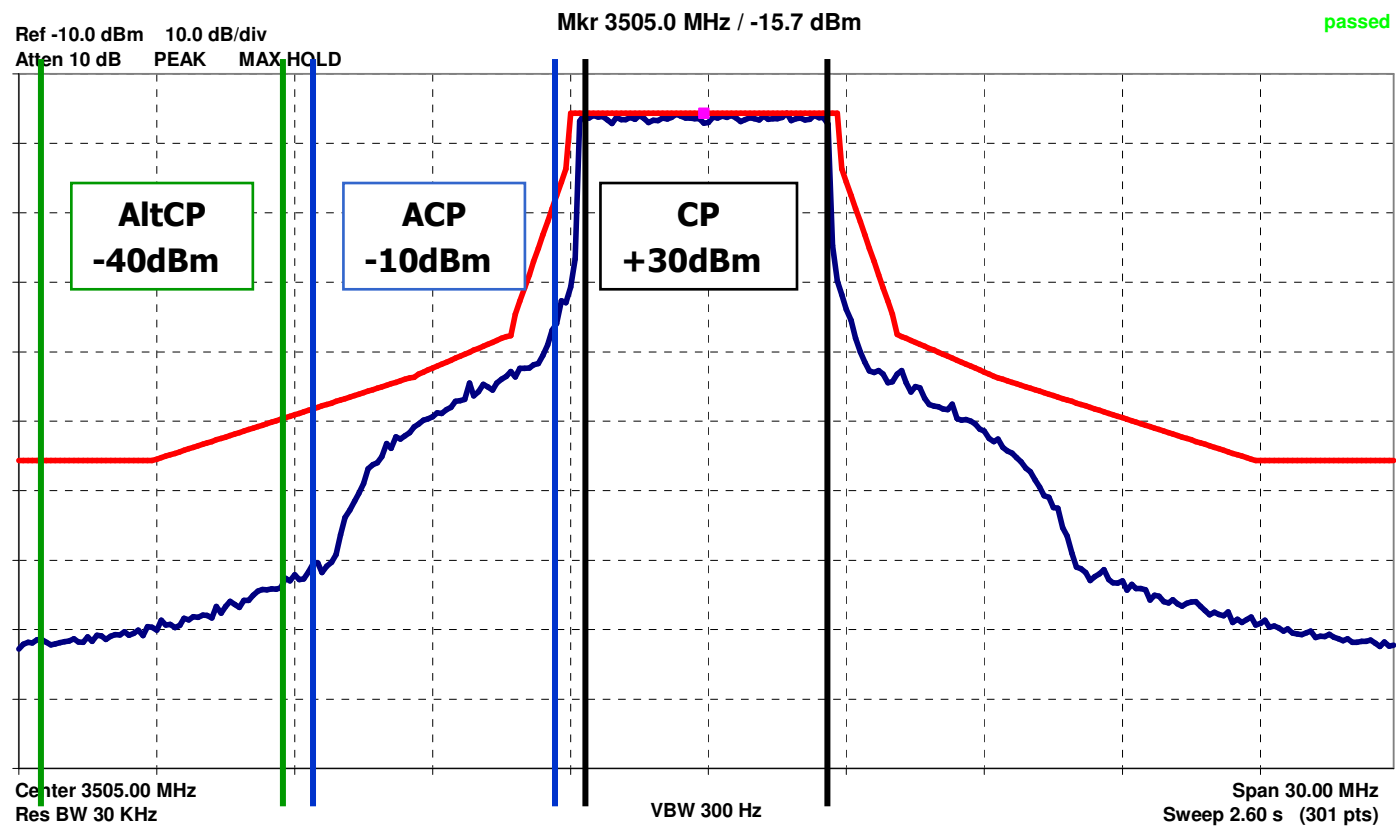
■ Več moči



Meritev s širokopasovnim signalom:
ACLR/ACPR, SM
EVM

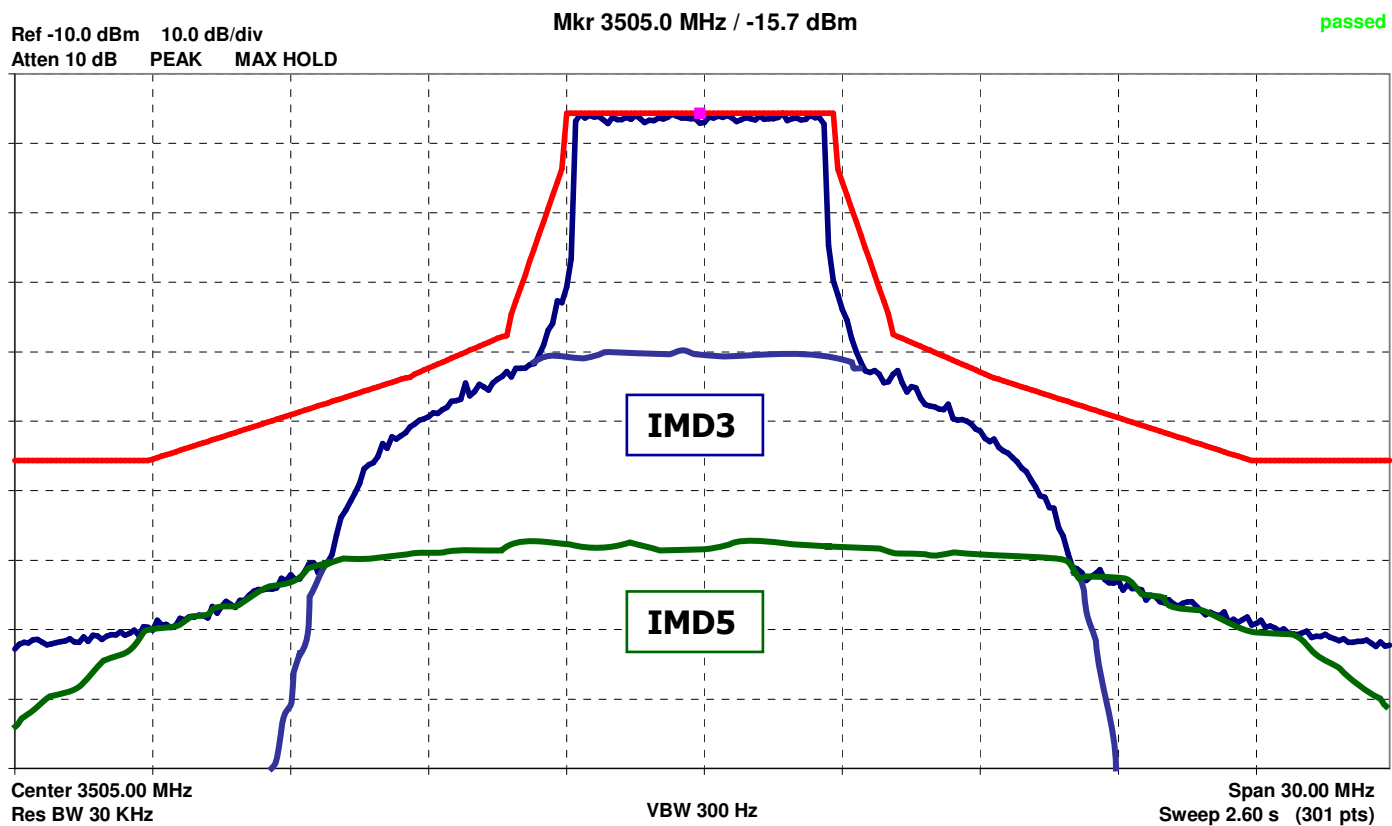


■ Več moči

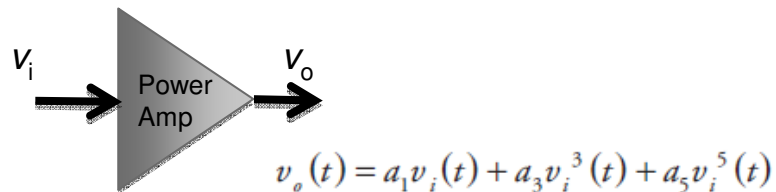


CP – Channel Power
ACP – Adjacent Channel Power
AltCP – Alternate Channel Power
ACPR = 40dB
AltCPR = 70dB

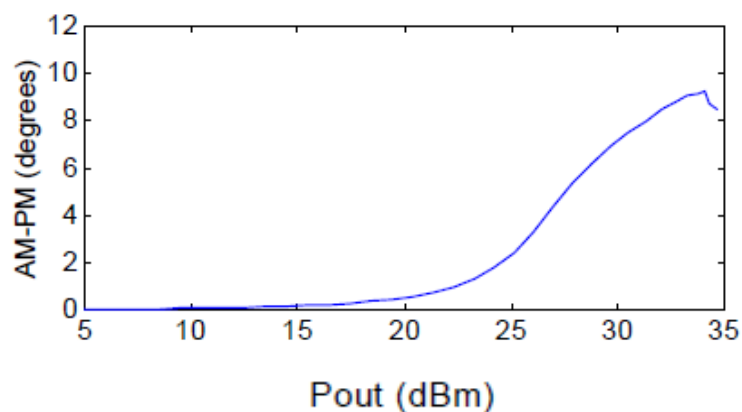
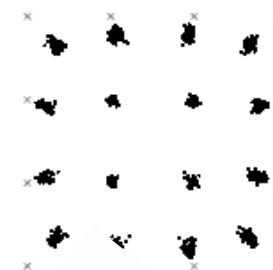
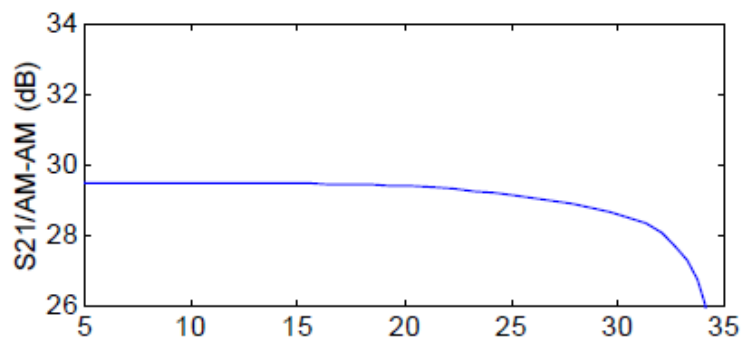
■ Več moči – popačenje lastnega signala



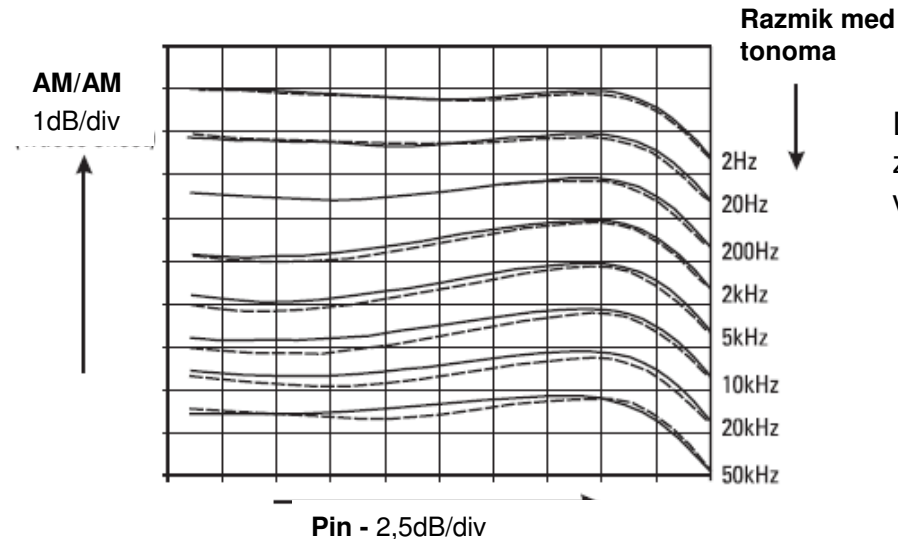
■ Amplitudno in fazno popačenje



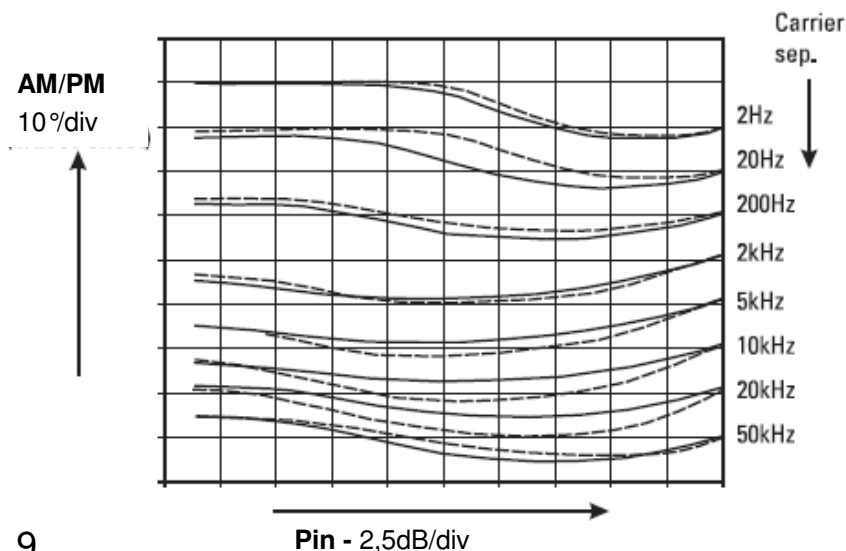
QAM16 Konstelacijski diagram



■ Amplitudno in fazno popačenje – spominski pojav



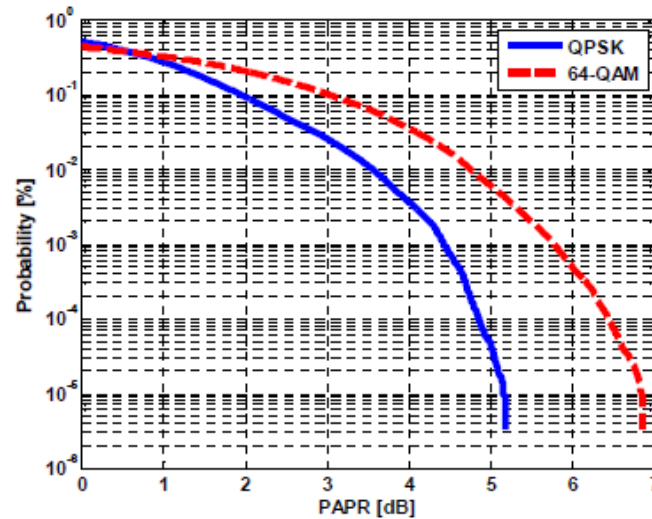
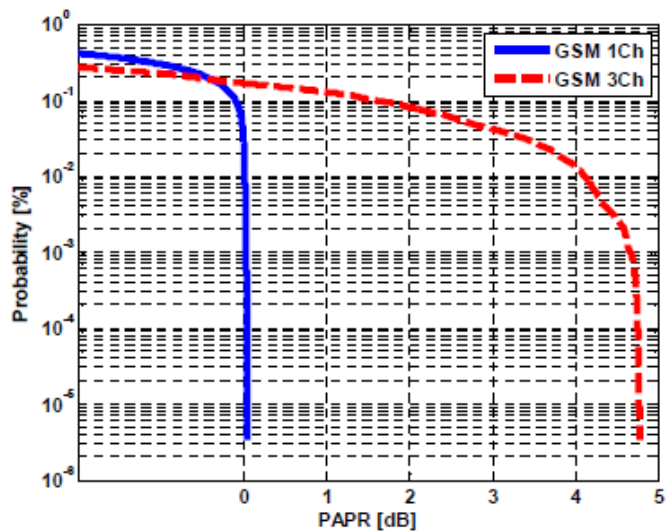
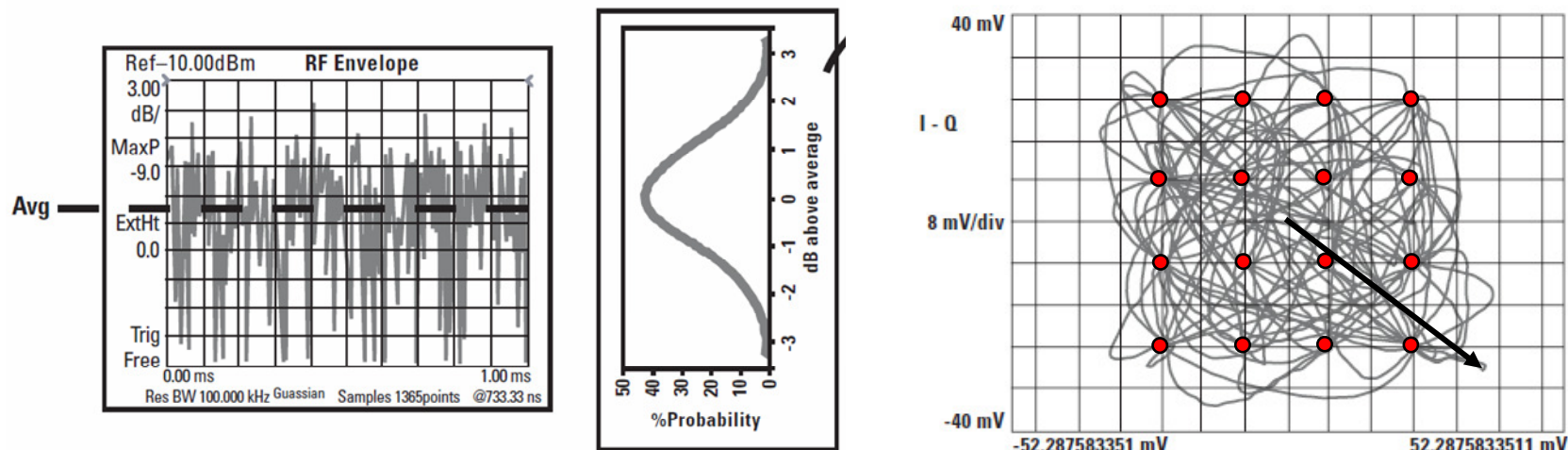
Dvotonsko vzbujanje (krivulje zamaknjene po višini zaradi jasnejše predstavitve); polna črta → višanje vhodne moči; črtkana črta → nižanje vhodne moči.



Vzroki za spominski pojav (**memory effect**), ki se kaže kot asimetrija IMD produktov:

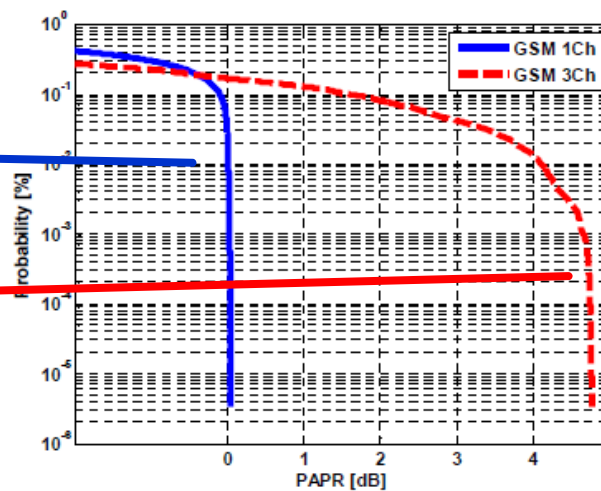
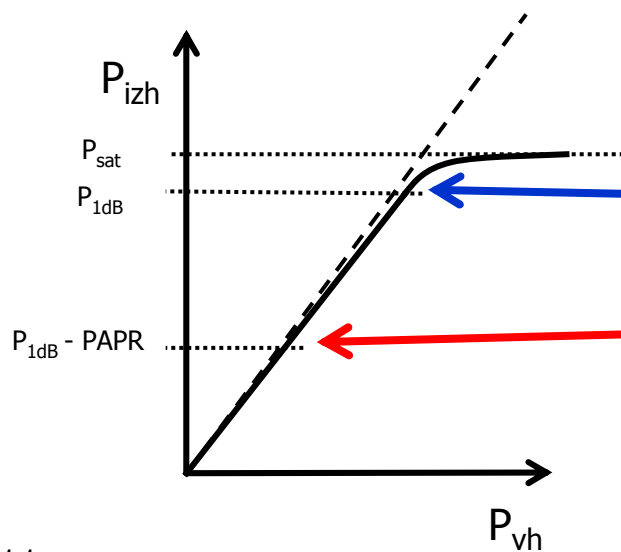
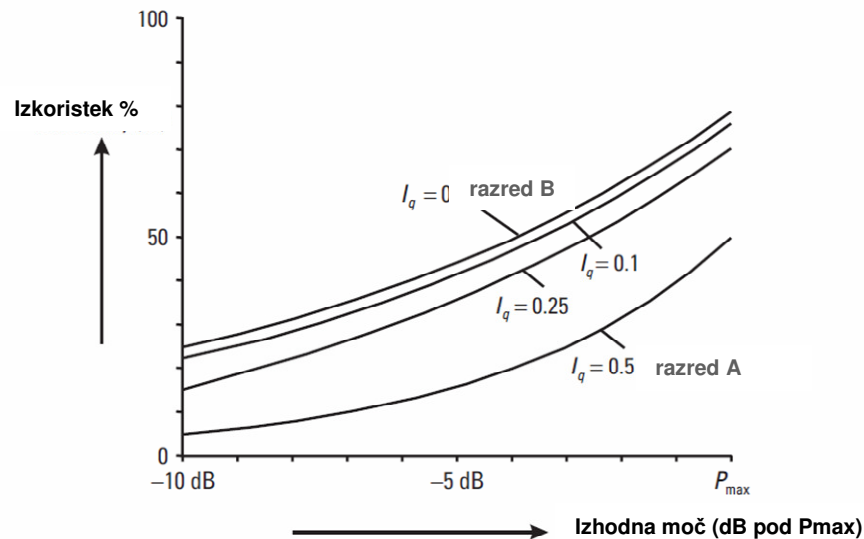
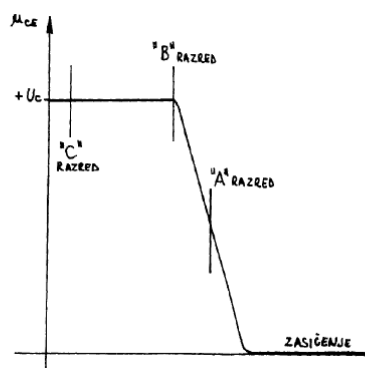
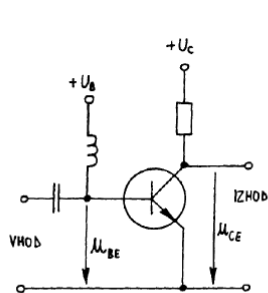
- nezadostno glajenje napajanja – posebno ponora (visoka kapacitivnost, majhen ESR, širokopasovna zaključitev)
- vhodna kapacitivnost zaradi dinamične spremembe delovne točke (posebej pri AB razredu)
- mikro segrevanje in ohlajanje rezine in/ali kanala

■ Razmerje med vršno in povprečno močjo – PAPR & CCDF



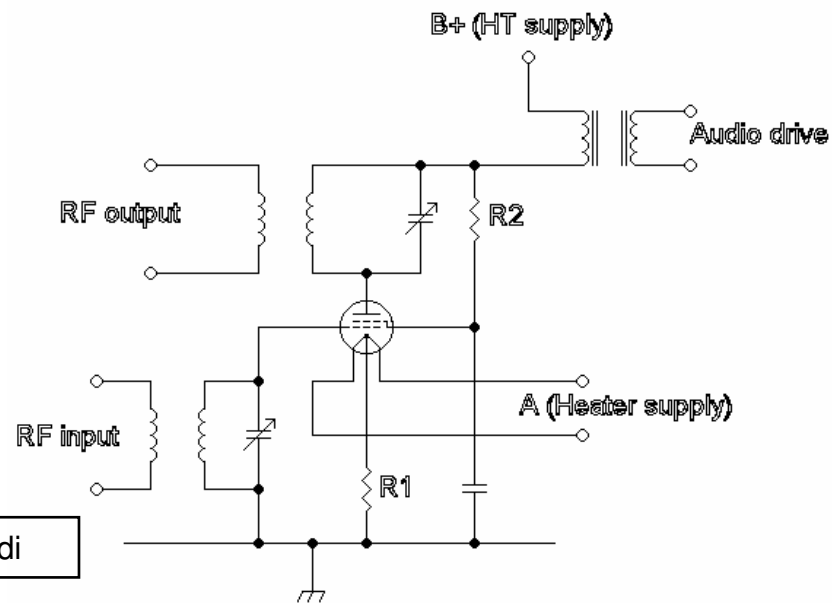
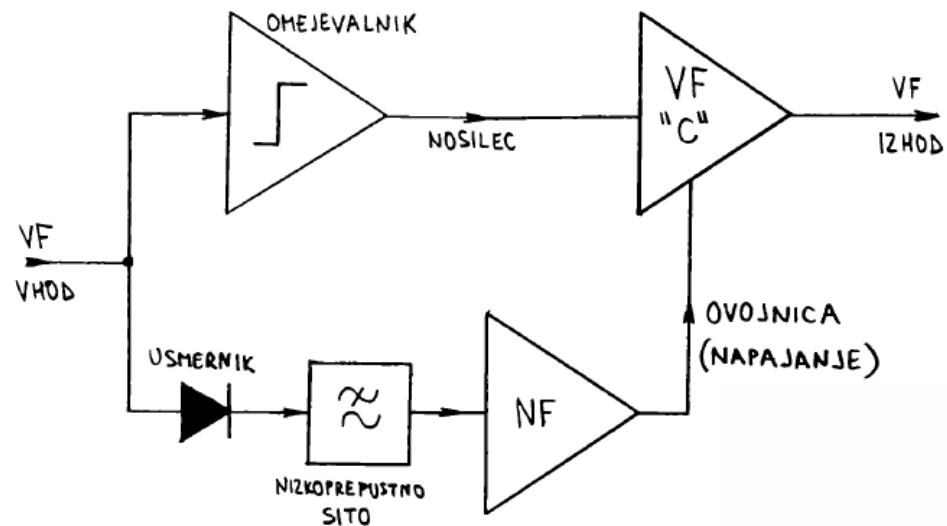
■ Izkoristek ojačevalnika – PAE (Power Added Efficiency)

$$PAE(P_o) \equiv \frac{P_o - P_i}{P_{DC}} \cdot 100 \%$$



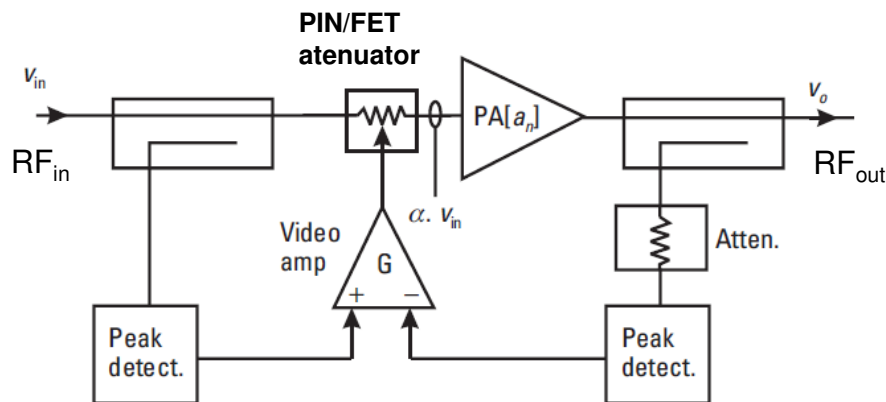
Izkoristek ojačevalnika – EER

EER – **E**nvelope **E**limination and **R**estoration (Kahn, 1952)

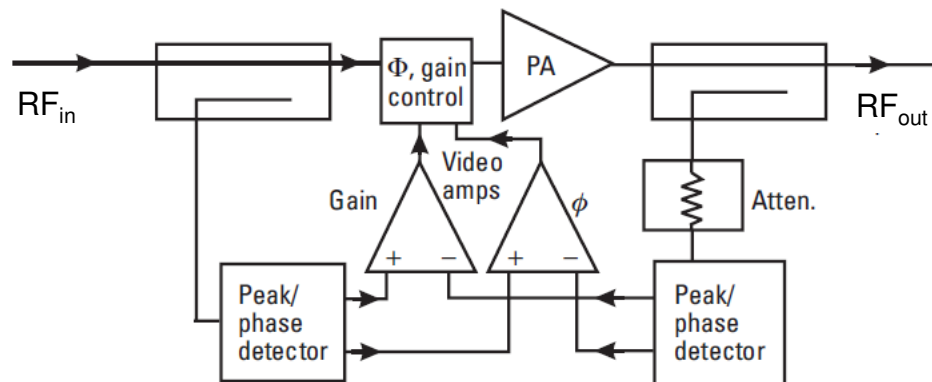


AM oddajnik z modulacijo na anodi

Linearizacija s povratno vezavo



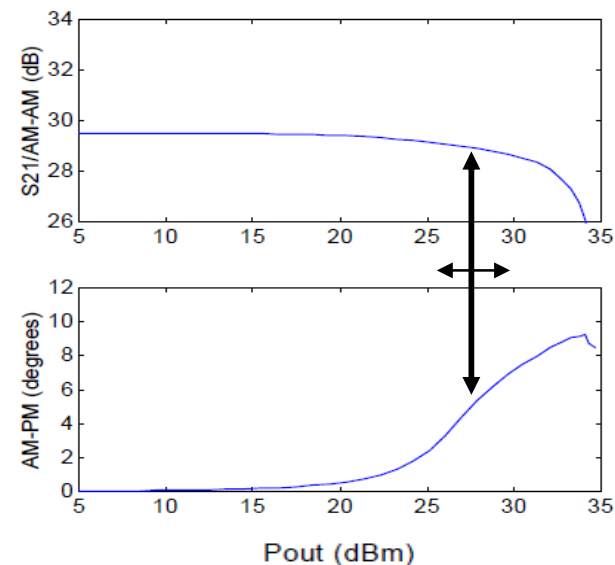
Popravek amplitudne karakteristike



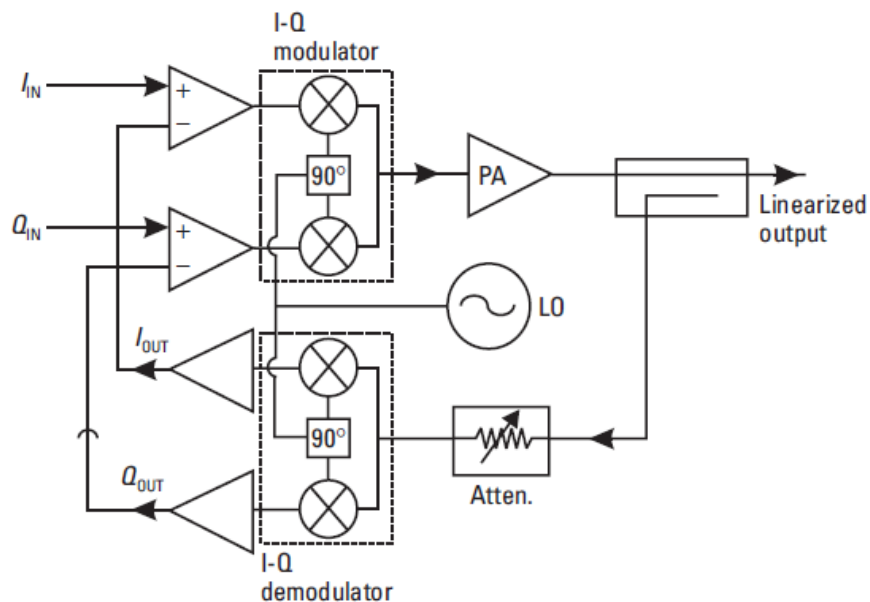
Popravek amplitudne in fazne karakteristike

Direktno na RF se ne obnese → težko zagotovimo širokopasoven 180° zasuk → nestabilna zanka
 Uporabna v varianti z detektorjem ovojnice in faze:

- $f_{RF} \gg f_{MOD}$
- $1/f_{MOD} \gg$ kasnitve zanke



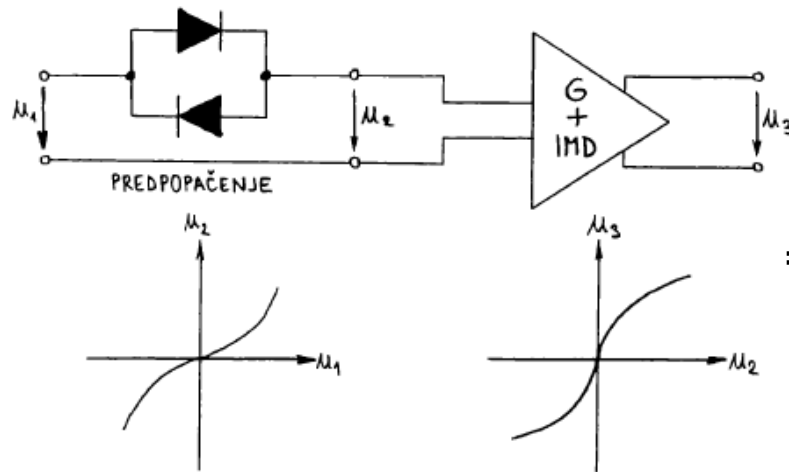
■ Linearizacija s povratno vezavo – najbolj razširjena varianta



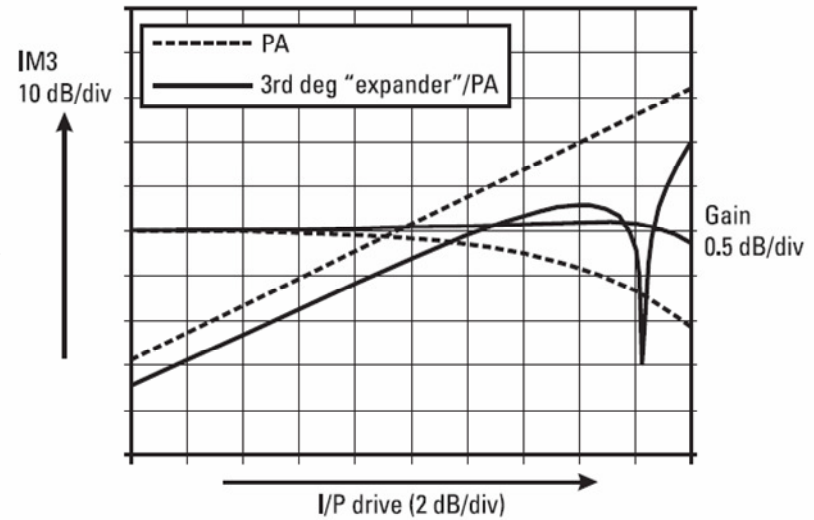
Popravki se izvajajo na IF ali v digitalni domeni
Glavna omejitev je modulatorska širina signala:
• $1/f_{MOD} \gg$ kasnitve zanke

Popravek amplitudne in fazne karakteristike v osnovnem pasu

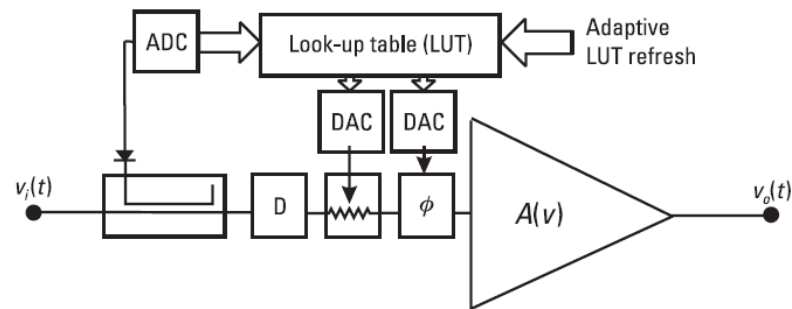
■ Linearizacija s predpopačenjem



Analogno RF predpopačenje

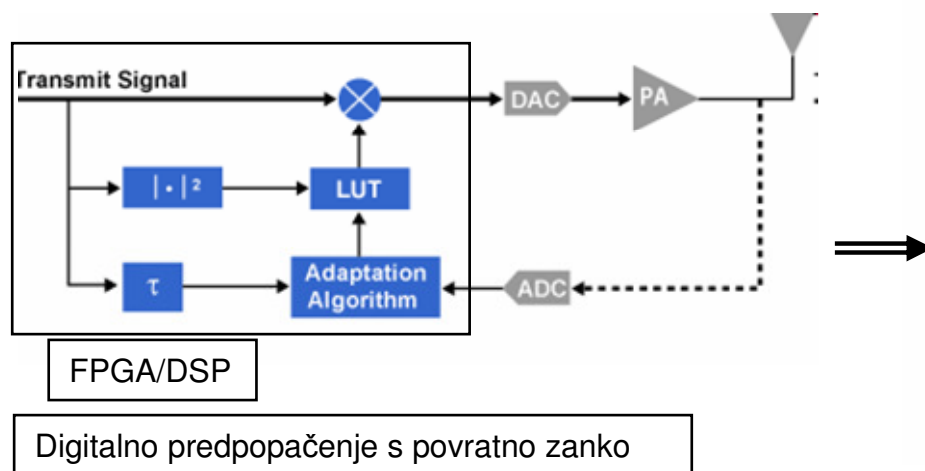


Ni povratne zanke → problem sledenja spremembam zaradi temperature, staranja ...
→ slaba učinkovitost linearizacije



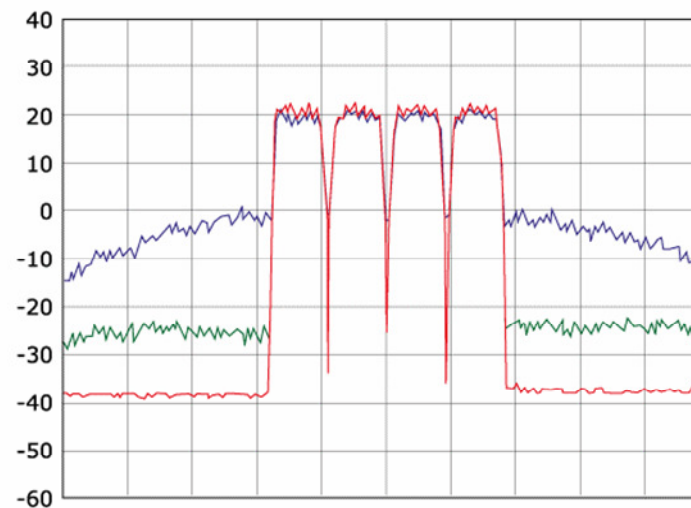
■ Linearizacija s predpopačenjem

Danes se linearizacija s predpopačenjem kombinira s povratno zanko in adaptivnim algoritmom – v digitalni (DPD) ali analogni (APD) domeni.

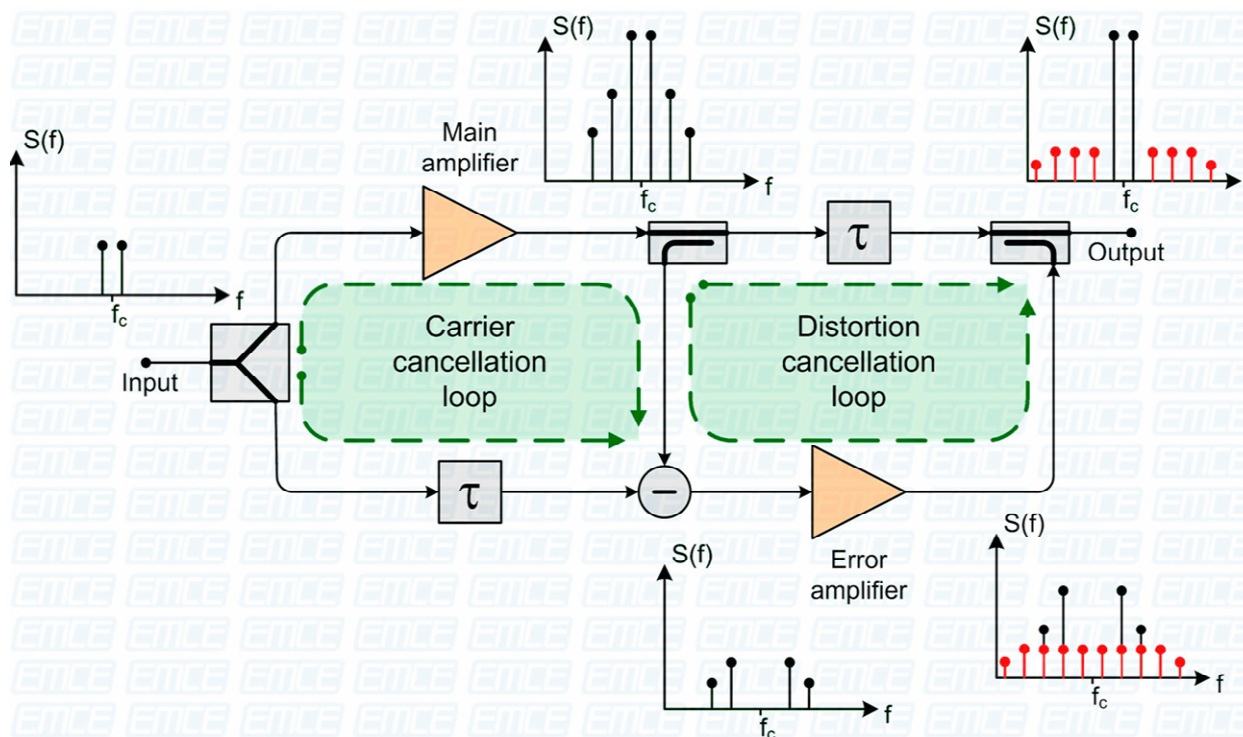


DPD – **D**igital **P**re-**D**istortion

- brez linearizacije
- DPD brez spominskega pojava
- DPD z upoštevanjem spominskega pojava



■ Linearizacija s tehniko “feed-forward”



Ni povratne zanke → problem sledenja spremembam zaradi temperature, staranja ...
 Dobri rezultati linearizacije (>30dB) in širokopasovnost.
 Slab izkoristek.

**TNX es
73 de Robi/s53ww**

