

A vertical strip on the left side of the slide shows a detailed, high-magnification image of a microchip die. The die is rectangular and covered in a complex network of fine, golden-brown lines representing circuit traces and various functional blocks. The image is overlaid with a semi-transparent red color.

# Trendovi u projektovanju AMS/RF IC

Dušan Grujić

CTO

Milan Savić

CEO

© 2013 NovellC

***novel*IC**  
MICROSYSTEMS

- ▶ Trendovi u RFIC/MMIC dizajnu
- ▶ Iskustva firme **novelIC** u RFIC/MMIC dizajnu
- ▶ Uticaj skaliranja tehnologija na performanse
- ▶ Tehnološki trendovi

- ▶ UWB (3 – 10 GHz)
  - Senzorske mreže – mala potrošnja
  - Prenos podataka – velike brzine prenosa
- ▶ Milimetarski opseg (60, 77, 94 GHz)
  - Izuzetno velike brzine prenosa, reda Gb/s
    - Point to Point linkovi, Wireless HDMI, ...
  - Komercijalni radarski sistemi
    - Automobilska industrija (77 GHz)
    - Vital RADAR

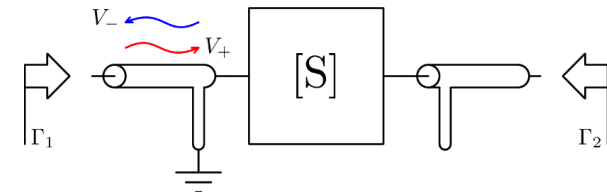
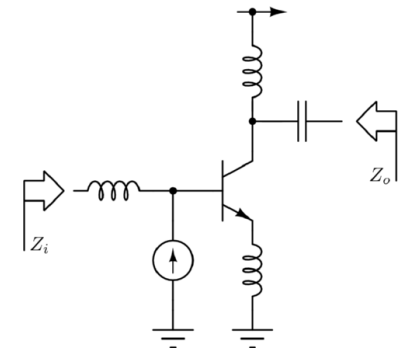
▶ Dve škole projektovanja

– IC

- Kola sa koncentrisanim parametrima
- Kompaktni modeli tranzistora

– Mikrotalasna

- Kola sa raspodeljenim parametrima
- S parametri tranzistora

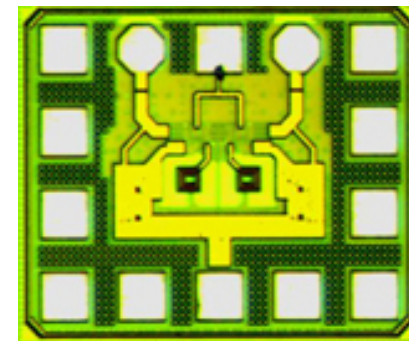
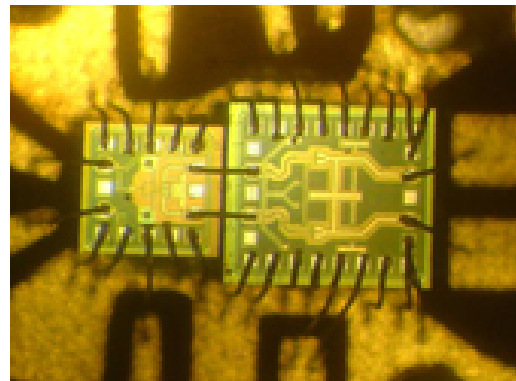
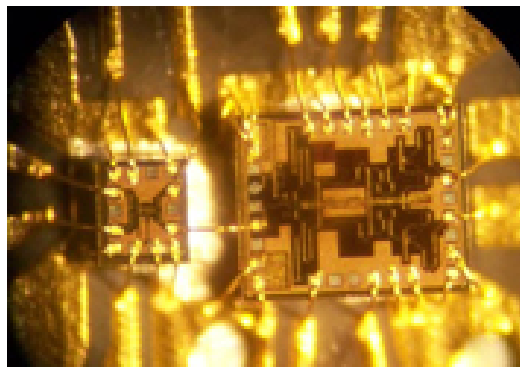
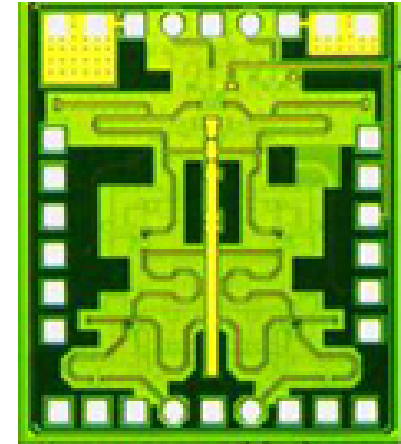


▶ Talasna dužina kod mmWave IC-a je par mm

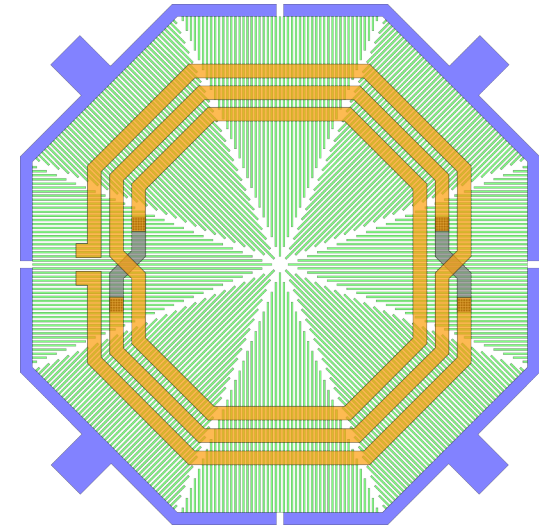
- Efekti prostiranja unutar IC-a
- Granica raspodeljenih i koncentrisanih parametara

- ▶ RFIC metodologija
- ▶ Velika kompleksnost
  - >100 kalemova, >50 000 tranzistora
- ▶ Performanse zavise od tačnosti modela
  - EM simulacija kritičnih komponenti
- ▶ Nemodelovani efekti
  - Preslušavanje kroz substrat
  - Parazitna elektromagnetna interakcija

- ▶ Ne postoji sveobuhvatna metodologija
  - Kombinacija mikrotalasne i IC metodologije
- ▶ Partitionisanje EM modela kola
  - Koncentrisani parametri na nivou lokalnog povezivanja
  - Raspodeljeni parametri na globalnom nivou
- ▶ Izmereni ključni 60 GHz blokovi
  - LNA, PA, VCO, FDIV, PD, Balun, OOK TX, OOK RX,...
- ▶ Demonstrator 2.5 Gb/s



- ▶ Performanse digitalnih kola se poboljšavaju sa skaliranjem tehnologije
  - $f_{\text{CLK}} \uparrow$ ,  $V_{\text{DD}} \downarrow$ ,  $P_{\text{D}} \downarrow$ , veća integracija
- ▶ Kod RF kola nije tako jednostavno
  - Pasivne komponente se ne skaliraju
    - Fizičke dimenzije su određene radnom učestanošću
  - Tehnologija sa većim  $f_t$  nije nužno bolja

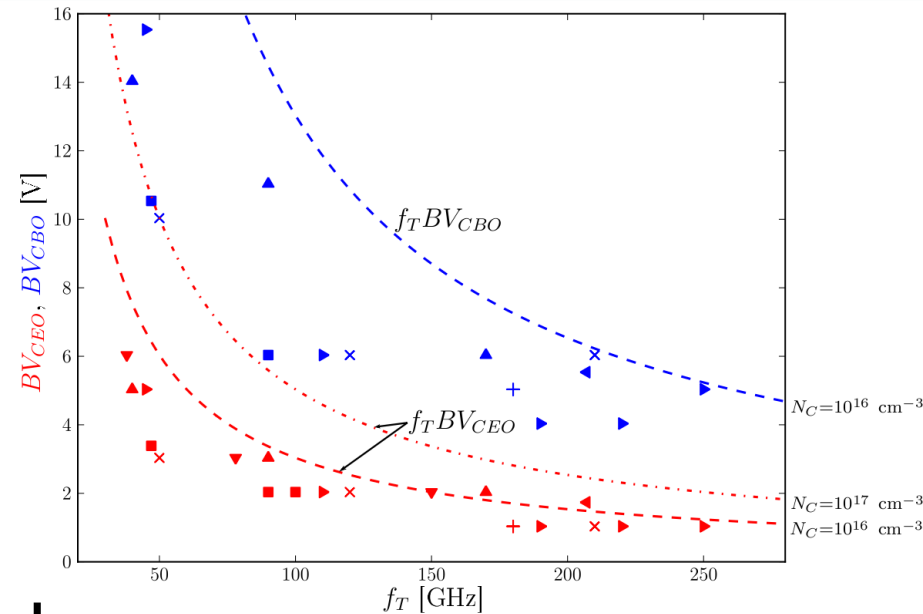


- ▶ RF perspektiva
- ▶  $f_t \uparrow$ , ali probojni napon  $\downarrow$
- ▶ Džonsonova granica

$$f_t \cdot BV_{CEO} = 300 \text{ GHzV}$$

- ▶ Probojni napon gejta  $\sim t_{ox} \sim L_{min}$
- ▶ Invarjantnost gustine struje za max  $f_t$  MOSFET-a

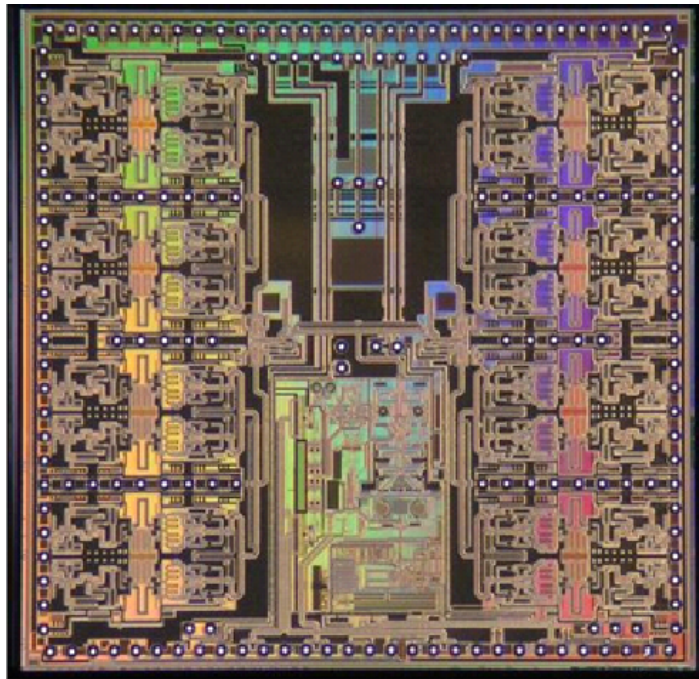
$$I_D / W = 0.2 - 0.3 \text{ mA}/\mu\text{m}$$



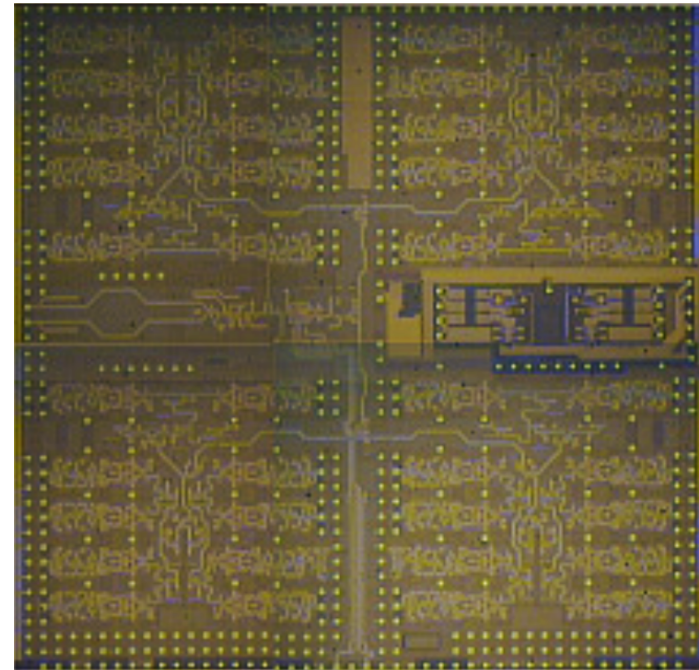


- ▶ SiGe ima značajno bolje RF performanse
- ▶ CMOS **može** biti značajno jeftiniji
  - Ukoliko je moguće postići performanse
  - 65 nm CMOS NRE  $\approx$  1 000 000 \$
- ▶ SiGe BiCMOS kao kompromis
  - 250 nm CMOS, 200 GHz SiGe  $f_t$
  - 130 nm CMOS, 300 GHz SiGe  $f_t$

## IBM SiGe



## SiBeam CMOS



- ▶ GaAs se tradicionalno koristi za RF
  - U komercijalnim primenama ga potiskuje SiGe, čak i CMOS
  - U profesionalnim primenama ga potiskuje GaN
- ▶ CMOS dominira u komercijalnom sektoru
  - SiGe se koristi u aplikacijama gde CMOS ne može postići željene performanse
- ▶ GaN se sve više koristi za RF
  - Značajno veći probojni napon od GaAs
  - Najveća termalna provodnost