

Рјешавање проблема потрошње у чиповима

Александар Пајкановић
Факултет техничких наука
Универзитет у Новом Саду



**Фабрика чипова у Србији:
има ли интереса и кадрова?**

Петница, 28.-29. јун 2013.

Садржај

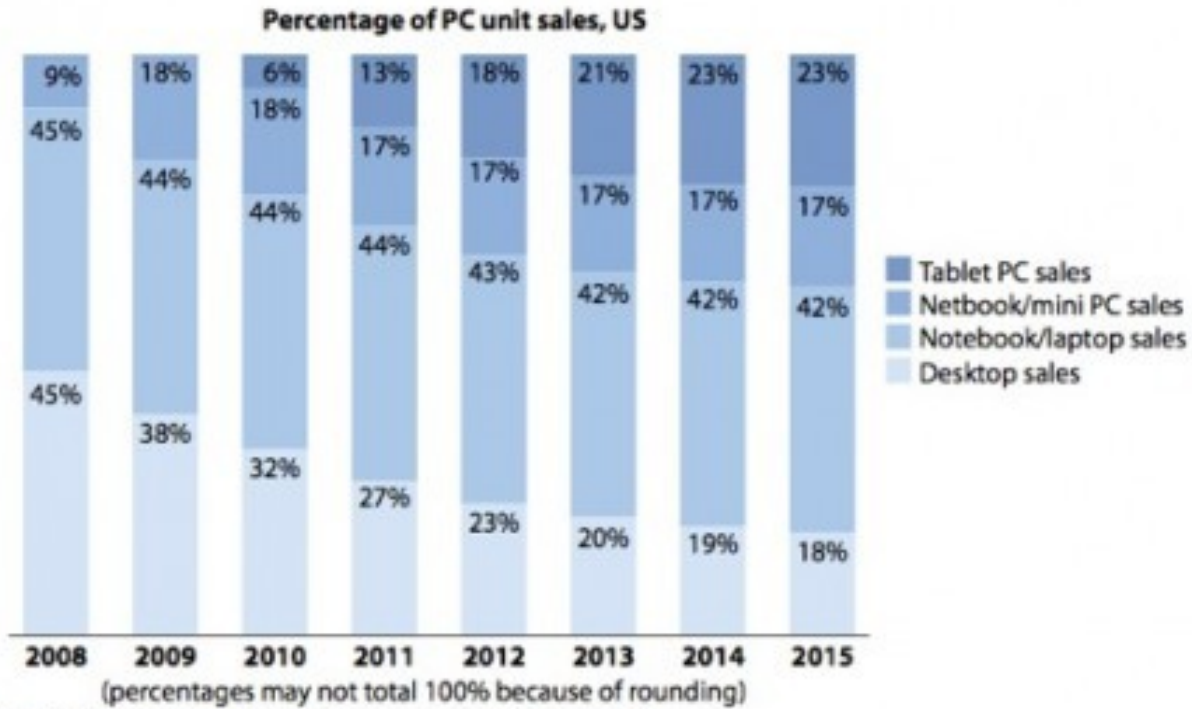
- Увод
- Стање и предвиђања на тржишту рачунара
- Кола мале потрошње специјалне намјене
- Претпраговски режим рад транзистора
- Преносна логика
- Адијабатска логика
- Закључак

Увод

- Иновација ради иновације је зло.
- Производи од интереса:
 - сат
 - лаптоп
 - нетбук
 - таблет
 - телефон
 - навигациони систем
 - видео и/или музички плејер
 - разне друге справе и направе...

Стање на тржишту рачунара (2008.-2017.)

Figure 1 Forecast: Share Of US Consumer PC Sales By Form Factor, 2008 To 2015

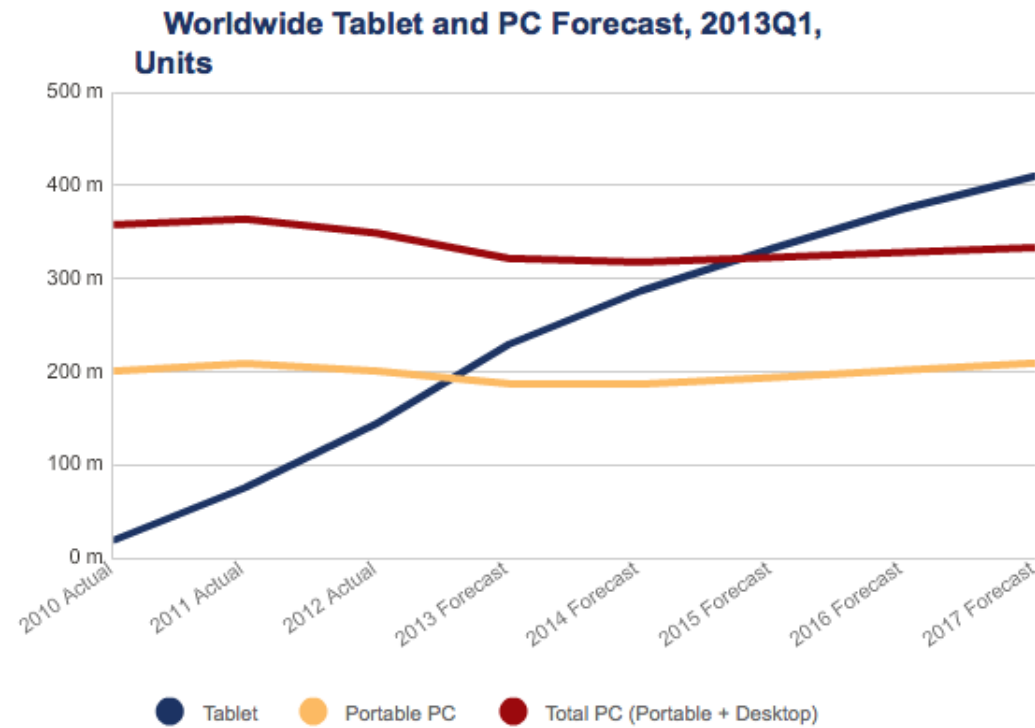


Source: Forrester Research eReader Forecast, 2010 To 2015 (US)

57210

Source: Forrester Research, Inc.

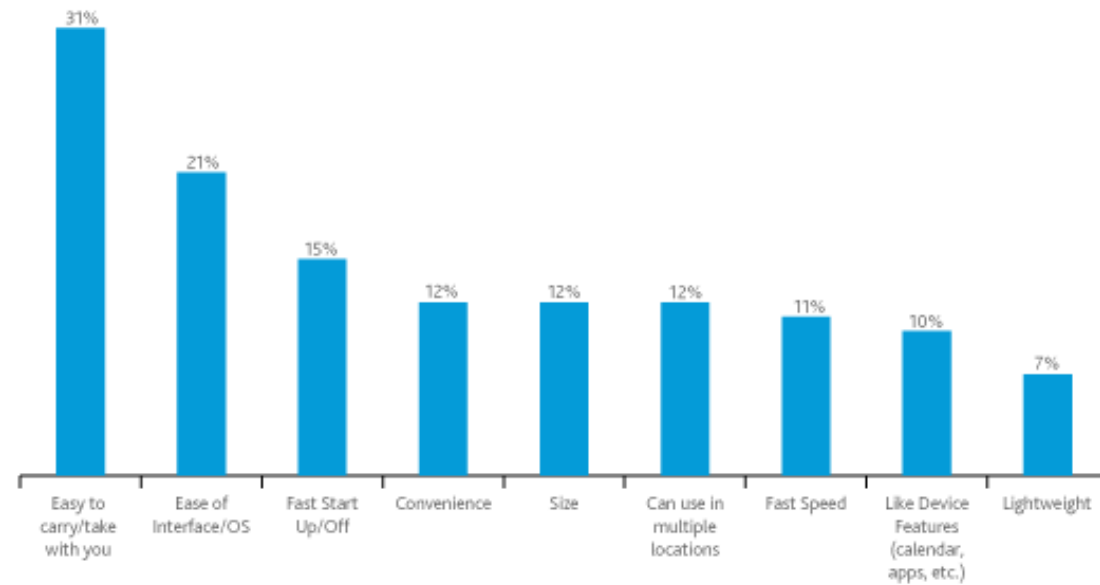
Стање на тржишту рачунара (2008.-2017.)



Стање на тржишту рачунара (2008.-2017.)

Reasons for using Tablet instead of PC/Laptop

77% of tablet users report using their tablet for actions for which they would have previously used a laptop or desktop computer



Source: The Nielsen Company, Q1 2011 Mobile Connected Device Report

nielsen

Стање на тржишту рачунара (2008.-2017.)

- Таблети у тржишту рачунара учествују са:
 - 6% 2010.
 - 21% 2013.
 - 25%-50% 2015. (предвиђање)
 - 62% 2017. (предвиђање)
- Кључни разлог је преносивост → аутономија → потрошња

Уређаји мале потрошње специјализоване намјене

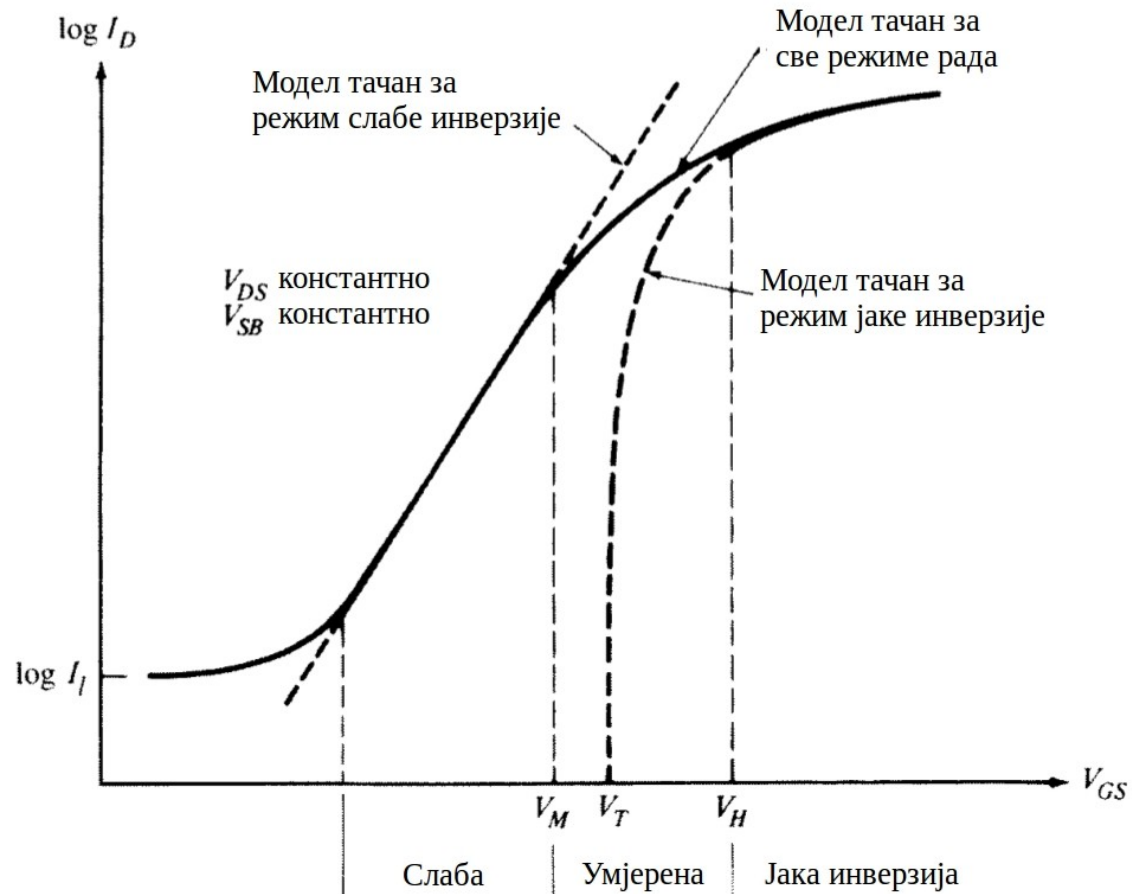
- Бежичне сензорске мреже (енгл. *Wireless Sensor Networks, WSN*) – прикупљање, обрада и пренос података са недоступних локација. Надзор:
 - животне средине
 - људског тијела
 - грађевина
 - погона
 - аутомобилска индустрија
- Идентификација радио-фреквенцијом (енгл. *Radio-Frequency Identification, RFID*) – тренутно препознавање објеката помоћу размијењених података
 - проток робе
 - медицински импланти
 - идентификација животиња
 - интелигентни кључеви
- Генерисање енергије из окружења (енгл. *energy harvesting*)

Претпраговски режим рада транзистора

- Слаба инверзија MOS структуре - област параболе, 1955. године
- Слаба инверзија – када је напон гејт-сорс мањи од напона прага – условно речено
- Дефиниција – транзистор ради у области слабе инверзије уколико је инверзија дијела канала на страни сорса слабог интензитета.
- Претпраговска струја је малог интензитета, па је читава област занемаривана
- Први уређај којем је била важна ограничена потрошња – електронски ручни сат, *Centre Electronique Horloger, CEH*
- Показало се да је претпраговска струја дрејна (енгл. *sub-threshold current*) експоненцијална функције напона гејт-сорс

$$I_{Dsub} = I_0 \cdot e^{\frac{V_{GS} - V_T}{n\varphi_t}}$$

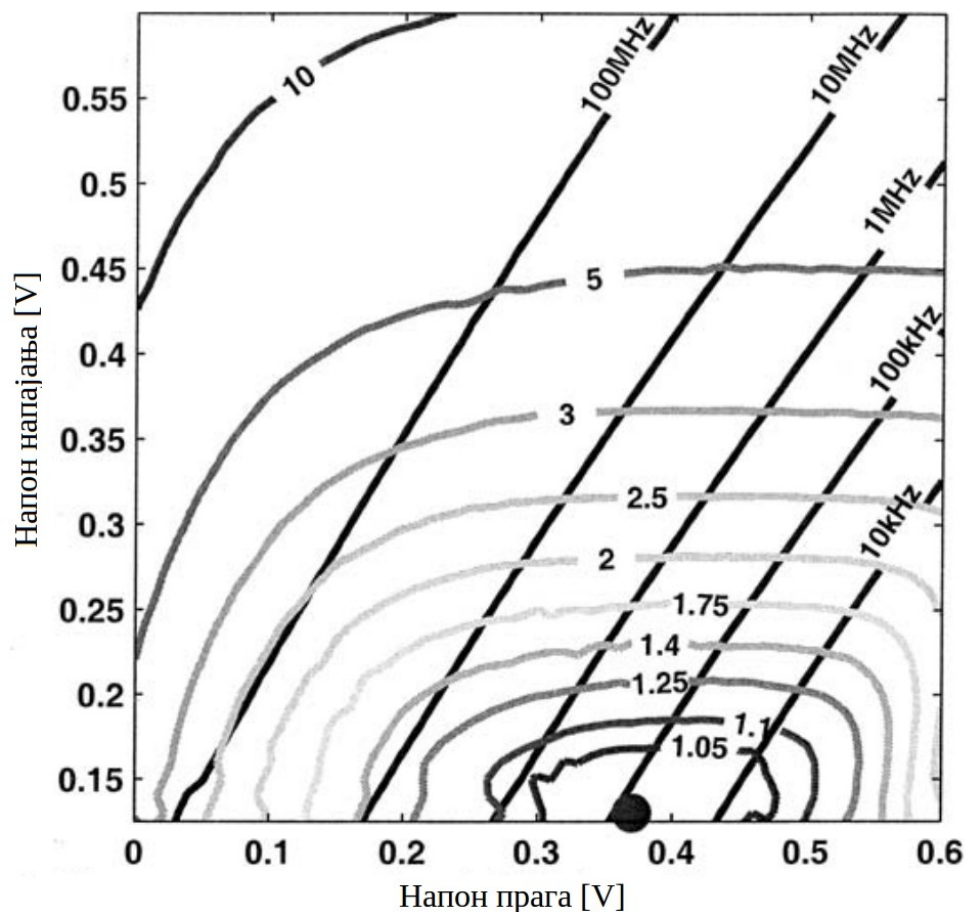
Претпраговски режим рада транзистора



Претпраговски режим рада транзистора

- Постоји тачка минималне потрошње (енгл. *minimum energy point, MEP*) – налази се у претпраговској области
- Аналогије између рада у слабој и јакој области инверзије постоје
- Методологија пројектовања – *CMOS*
- Напон напајања смањен, напон прага задржан
- озбиљне уштеде у потрошњи
- Деградација перформанси – кашњење повећано за неколико редова величине
- За дате захтјеве могуће израчунати оптималне напоне напајања и прага
- Стандардно су у потреби модели чији су напони дефинисани у односу на подлогу – *EKV (Enz, Kruppenacher, Vittoz)*

Претпраговски режим рада транзистора



Кружни осцилатор

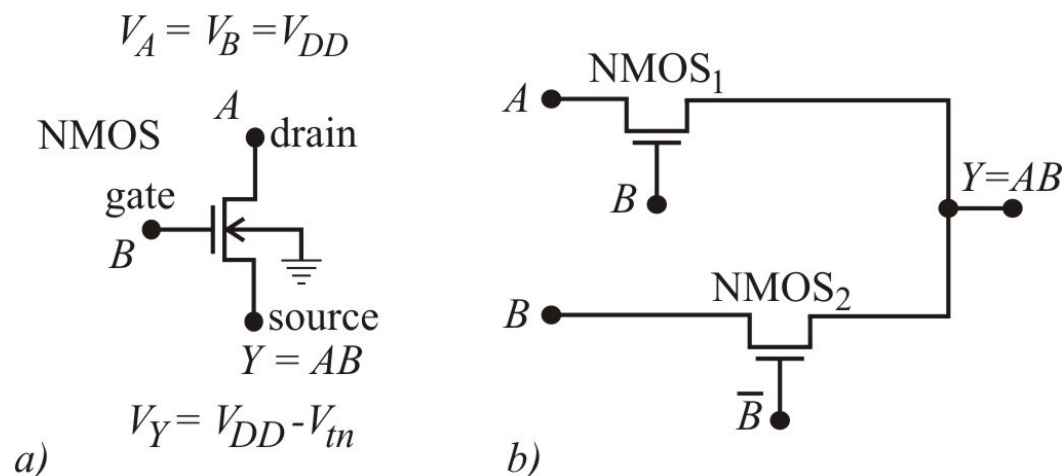
$$f = 75 \text{ kHz}$$

$$V_{DDopt} = 130 \text{ mV}$$

$$V_{Topt} = 370 \text{ mV}$$

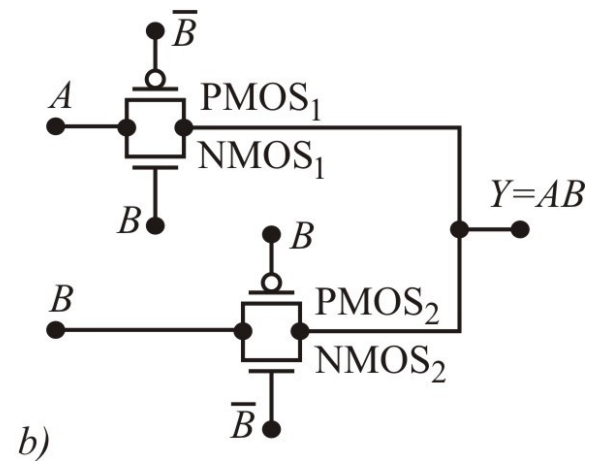
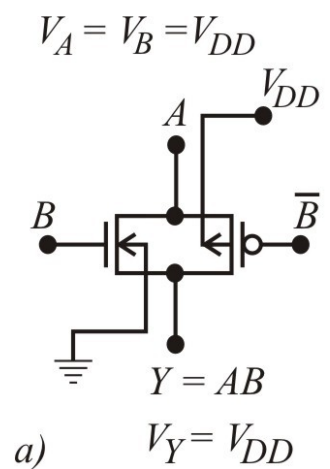
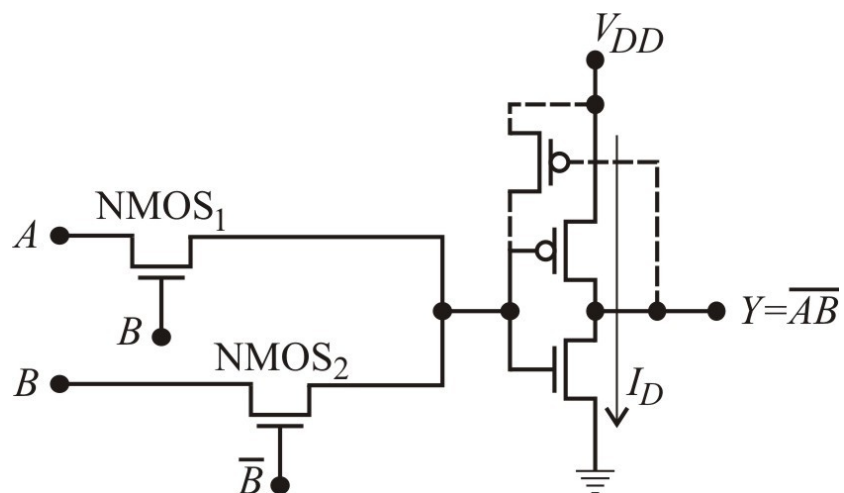
Преносна логика

- Прва публикација – 1987. године, К. Уано et al.
- Логичка функција се добија мрежом nMOS транзистора
- Улазни сигнали се доводе и на гејт и на дрејн транзистора
- Гејт и дрејн на високом нивоу – транзистор у засићењу
- Гејт на ниском нивоу – сорс у стању високе импедансе → други транзистор



Преносна логика

- Ријешен проблем методологије пројектовања
- Смањена улазна капацитивност (30%):
 - мања дисипација
 - већа брзина рада
- Пад напона на сваком од транзистора
- Потребно обезбиједити пун опсег излазног напона:
 - инвертор
 - трансмисиони гејт

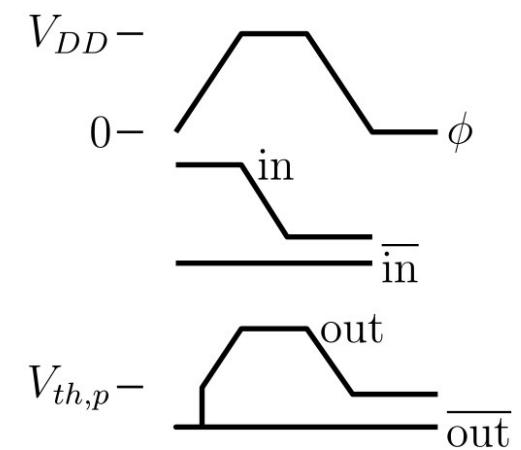
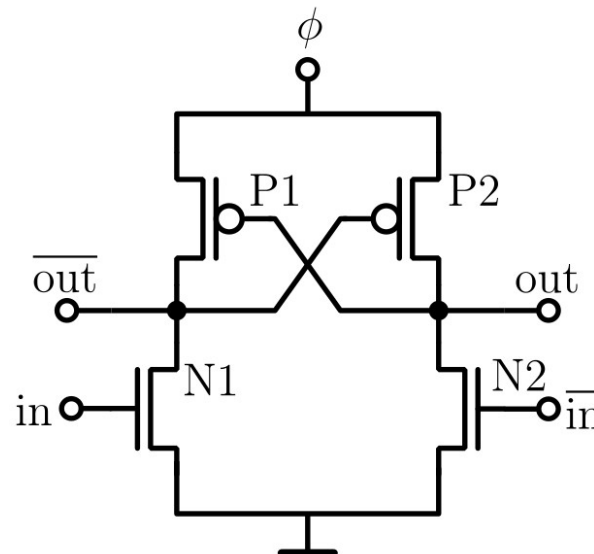
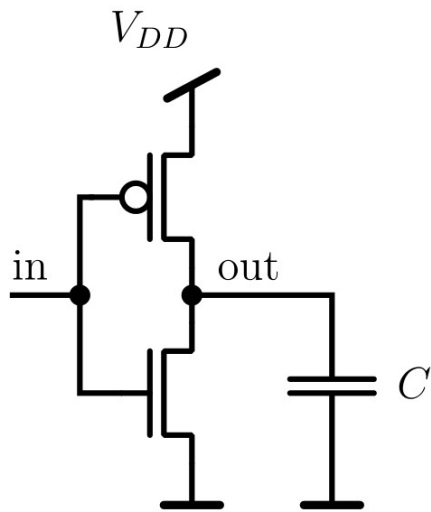


Преносна логика

- Породице:
 - комплементарна преносна логика (енгл. *complementary pass-transistor logic*, CPL)
 - двострука преносна логика (енгл. *double pass-transistor logic*, DPL)
 - преносна логика са дуалним вриједностима (енгл. *dual-value pass-transistor logic*, DVL)
 - логика омплементарних каскодних прекидача (енгл. *differential cascode voltage switch logic – DCVSL*)
 - пуш-пул преносну логику (енгл. *push-pull pass-transistor logic – PPL*)
- Синтеза произвољних функција могуће кориштењем мултиплексера и инвертера као компоненти библиотеке ћелија преносне логике (најчешће се користи за реализацију потпуних сабирача)

Адијабатска логика

- Процес код којег укупна топлота или енергија у систему остаје константном, називамо адијабатским
- Адијабатска логика представља кола мале потрошње којима се реализује реверзибилна логика
- Дио енергије која се у колу потроши на пуњење улазне паразитне капацитивности наредног степена поново се употреби у сљедећем такту
- Прелаз између логичких нивоа није тренутан



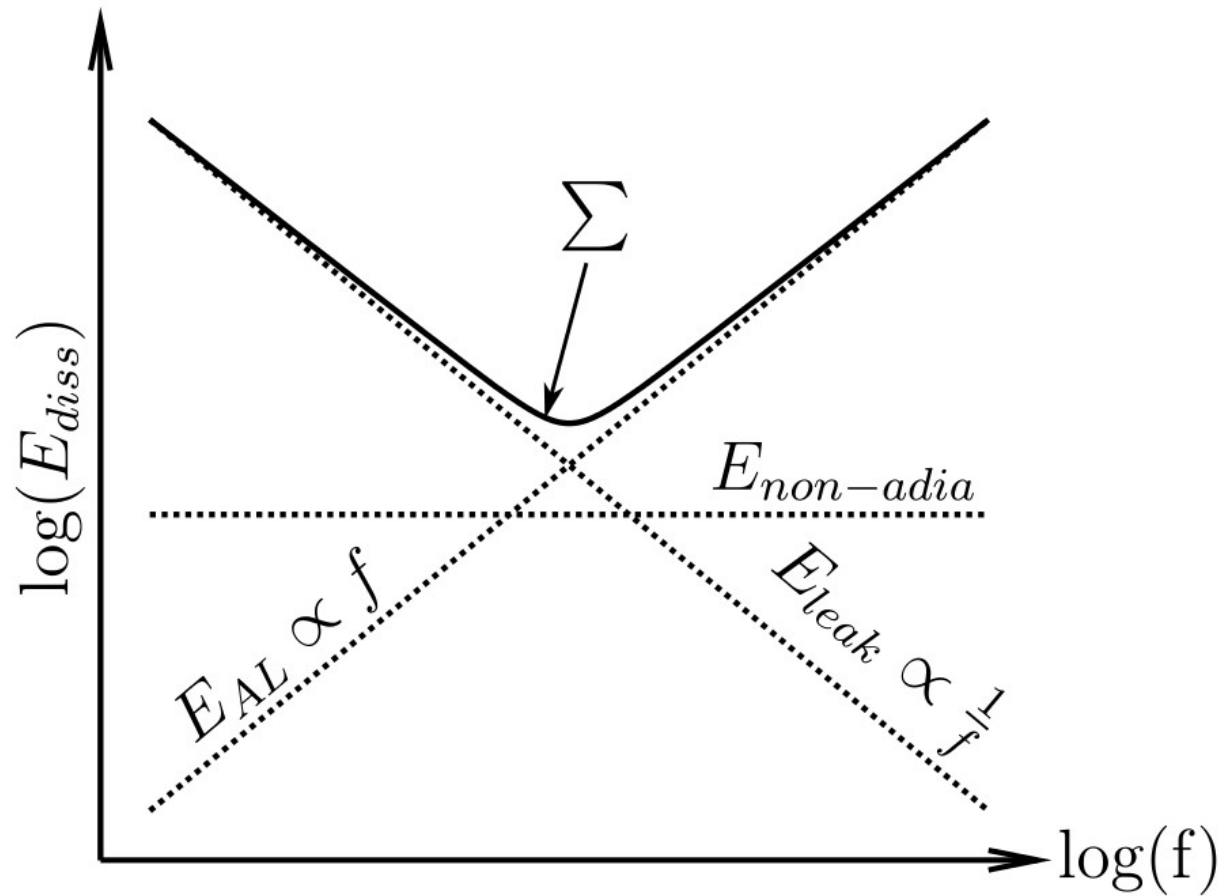
Адијабатска логика

- Компатибилна са CMOS методологијом пројектовања
- Принципи адијабатске логике:
 - никада не укључивати транзистор када постоји разлика потенцијала између дрејна и сорса
 - никада не искључивати транзистор када кроз њега тече струја
- Брзина рада ~ дисипација:

$$E_{AL} = 2 \frac{RC}{T} CV_{DD}^2 \qquad T > 4 \frac{RC}{\alpha}$$

- Породице:
 - логичка кола на принципу ефикасног обнављање наелектрисања (енгл. *efficient charge recovery logic – ECRL*)
 - адијабатска логика са позитивном повратном спрегом (енгл. *positive feedback adiabatic logic – PFAL*)

Адијабатска логика



Закључак

- Јасна порука тржишта (односно, корисника) – како комерцијалног тако и уређаја специјализоване намјене
- Смањење потрошње је потребно
- Неколико приступа питању:
 - претпраговски режим рада транзистора
 - преносна логика
 - адијабатска логика
- Одговор постоји – али права питања су:
 - за коју примјену?
 - у замјену за деградацију које друге особине?