

 **Технически университет – София**

Факултет по електронна техника и технологии

Катедра „Електронна техника”

ВЪВЕДЕНИЕ В ИМПУЛСНАТА ТЕХНИКА

дисциплина „Импулсна схемотехника” – ВЕ35

ОКС „Бакалавър” от Учебен план за студентите на специалност

Електроника, Професионално направление

5.2. Електротехника, електроника и автоматика

Темата е разработена от доц. д-р инж. Димитър Георгиев Тодоров

При разработката на темата са използвани материали безвъзмездно предоставени от доц. д-р инж. Ангел Николаев Попов



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз

Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

СЪДЪРЖАНИЕ

- **ИМПУЛСНА СХЕМОТЕХНИКА**
- **СИГНАЛИ**
- **ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРОННИ СХЕМИ**
 - Теоретично изследване: аналитични и числени методи
 - Експериментално изследване
- **СХЕМИ, СИСТЕМИ, ТЕХНОЛОГИЯ, СХЕМОТЕХНИКА**
 - Термини
 - Проектиране
 - Технология и схемотехника
- **ФУНКЦИОНАЛНА СТАБИЛНОСТ**
 - Предавателна характеристика по напрежение
 - Вариации на ПХН от производствения процес и околната среда
 - Шумове
- **ЛИТЕРАТУРА**



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



ИМПУЛСНА СХЕМОТЕХНИКА

Под “импулсната схемотехника” като част от схемотехниката на електронни устройства се разбира прилагането на формални и неформалните методи, средства и решения при създаване и изследване на линейни и нелинейни процеси в електронните схеми, както и методите и схемите за генериране, преобразуване и изследване влиянието на импулсни сигнали в електронните вериги.

Последователността на анализите и разглежданите решения се свързва с изискванията на тяхното приложение и с възможностите на технологиите като следва последователността

СИНТЕЗ→АНАЛИЗ→ПРИЛОЖЕНИЕ

Задачите на обучението в курса са:

- ◆ Запознаване на студентите със синтеза и анализа на основните импулсни схеми и устройства, с методите на проектирането и приложението им.
- ◆◆ Изучаване основните линейни импулсни схеми, преходните процеси в ключови схеми с различна елементна база, симетричните и несиметрични тригери.
- ◆◆◆ Запознаване с принципите на работа и особеностите на схемите на релаксационни генератори, таймери, генератори на трионообразно напрежение и схеми с превключваеми кондензатори.
- ◆◆◆◆ Даване на познания за разработване на схеми и устройства и умения да се разкриват причините за възможни схемни проблеми още преди тяхното възникване.



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



СИГНАЛИ И ИМПУЛСИ

Сигналът е физичен процес използван за пренос на информация, чиито параметри на електрическия му еквивалент се изменят във времева и амплитудна област.

- Сигналите, които са непрекъснати функции на времето и амплитудата се наричат аналогови или са непрекъснати спрямо независими променливи.
- Цифровите сигнали са дискретни по амплитуда и време и съществуващи само за определени (дискретни и цели) стойности на независимите променливи.

Импулса е сигнал (под формата на напрежение или ток) действа в електрическа верига. В зависимост от неговото времетраене той бива по-малък или сравним с продължителността на преходните процеси в тази верига, което определя вида и реакцията отразена в изходния сигнал.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз

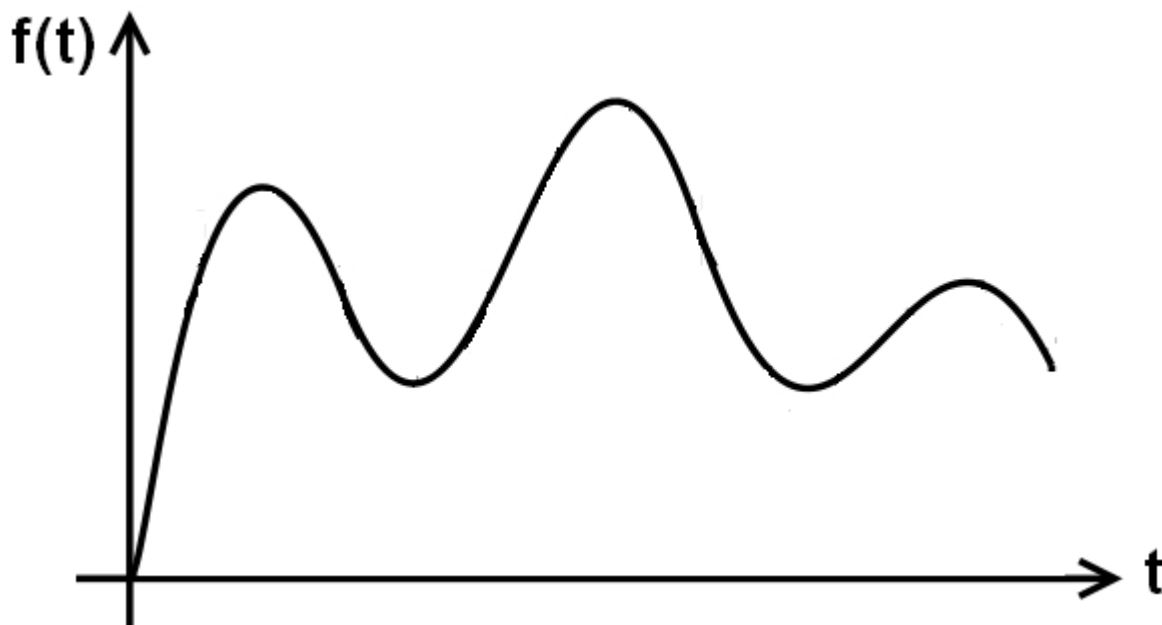
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Аналогов сигнал

Аналоговия сигнал се представя като гладка и непрекъсната функция от времето на изследваната или стимулиращата величина.



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”

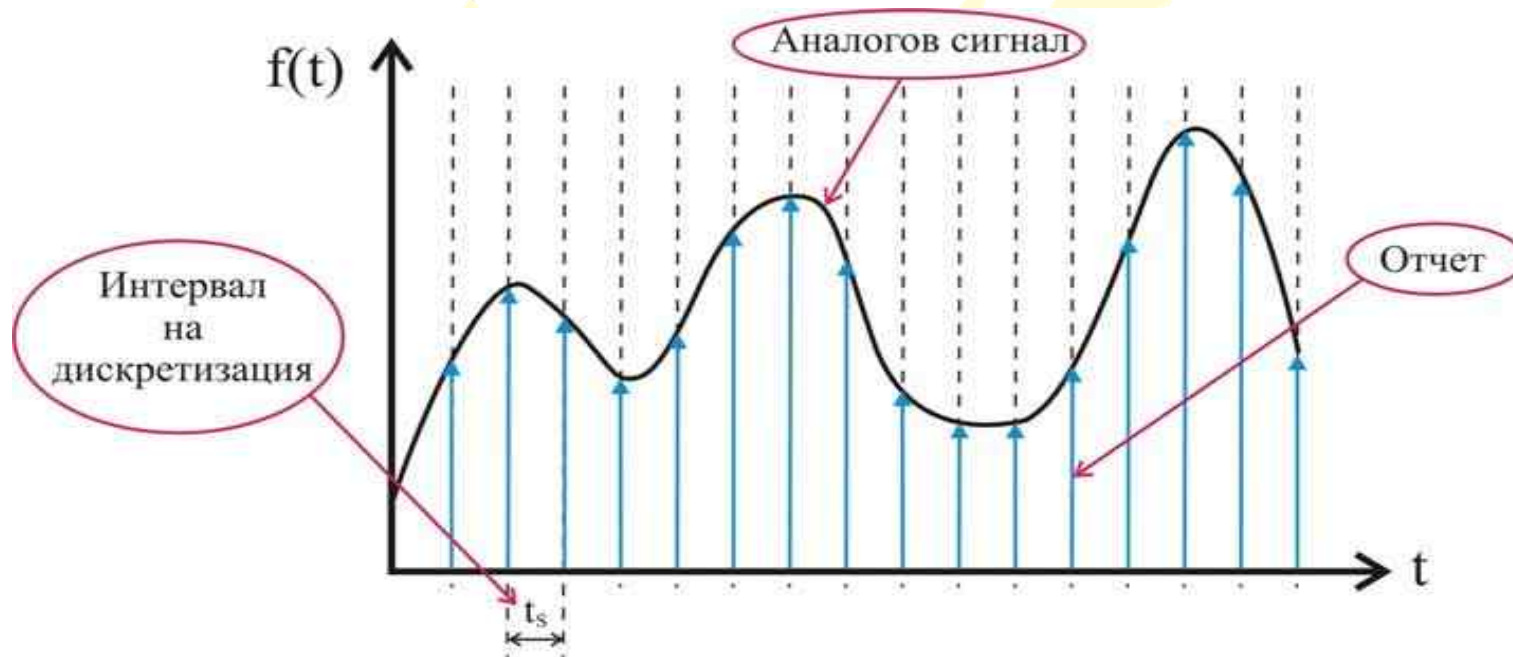
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Дискретизиран във времето аналогов сигнал

Дискретизацията на аналоговия сигнал се състои в това, че сигнала се представя във вид на последователни стойности, взети в определени дискретни моменти от времето.

Времевият интервал t_s между последователните отчети обикновено е прието да е постоянна величина и се нарича **интервал на дискретизация**, а стойностите - **отчети**.



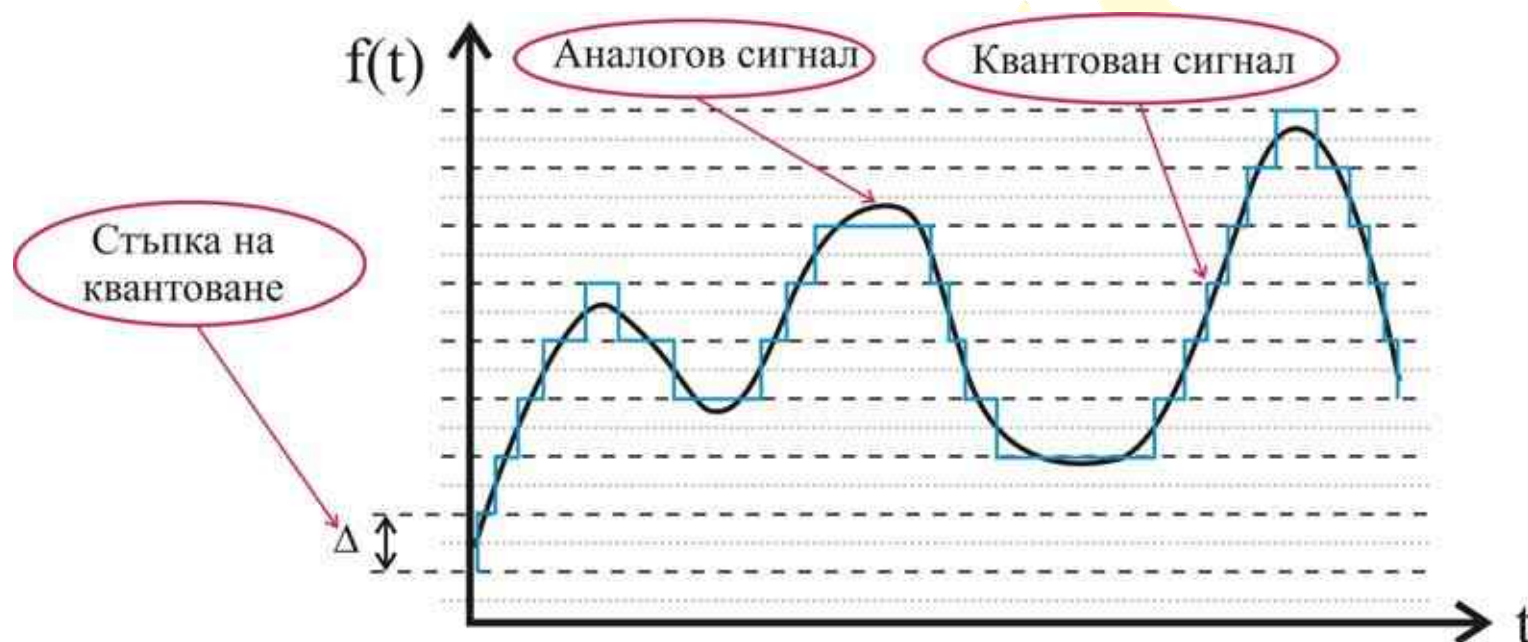
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Дискретизиран по ниво аналогов сигнал - квантован сигнал (асинхронен цифров)

При квантоването на аналогов сигнал областта на изменението му се “разбива” на определено количество нива. Разстоянието между тези нива се нарича **стъпка на квантоване**. Всяко ниво се представя с определено число.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

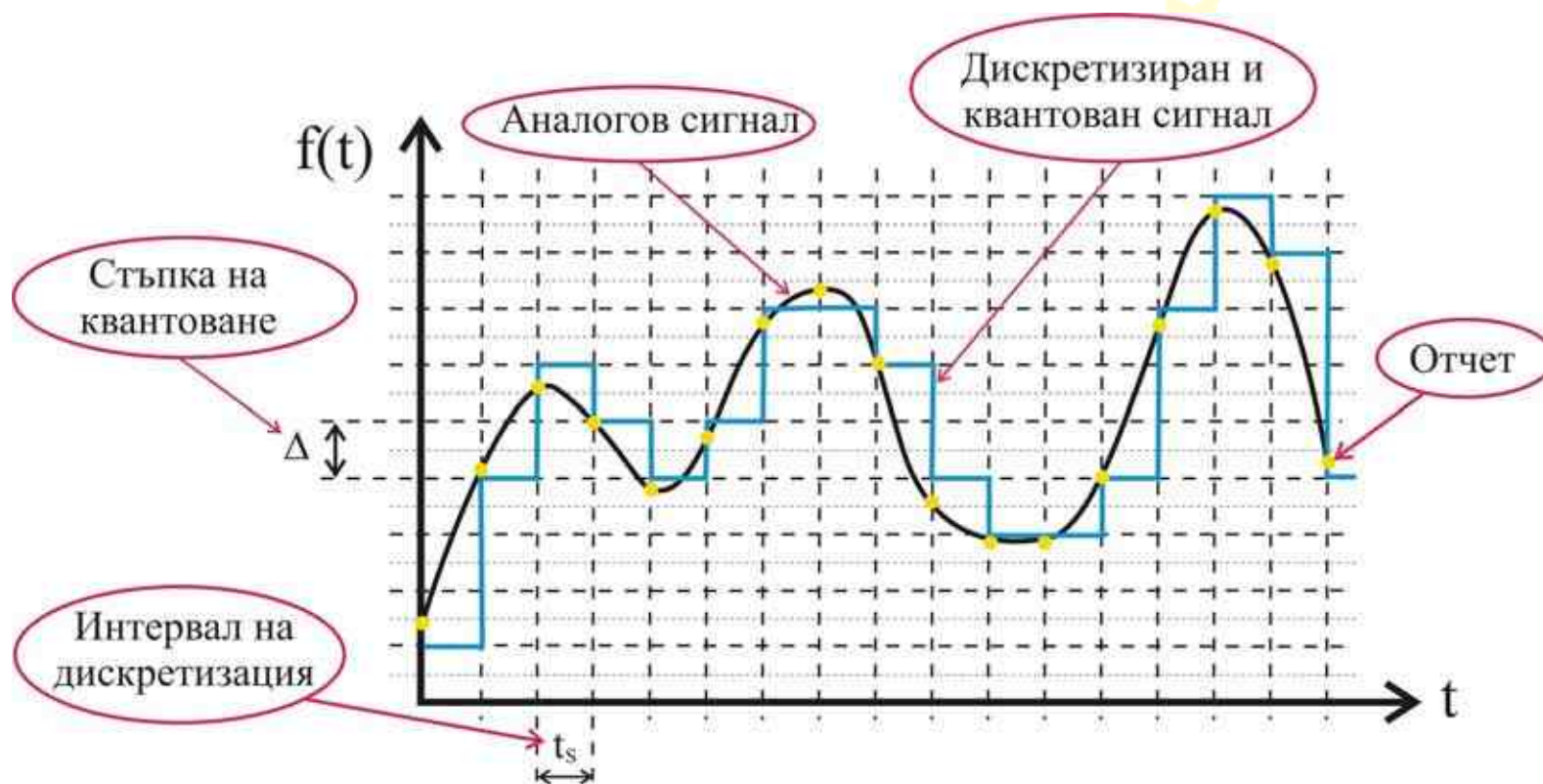
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Цифров сигнал

За да се представи един аналогов сигнал в цифров с определена разрядност, то той първоначално се **дискретизира**, а след това се **квантова**.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

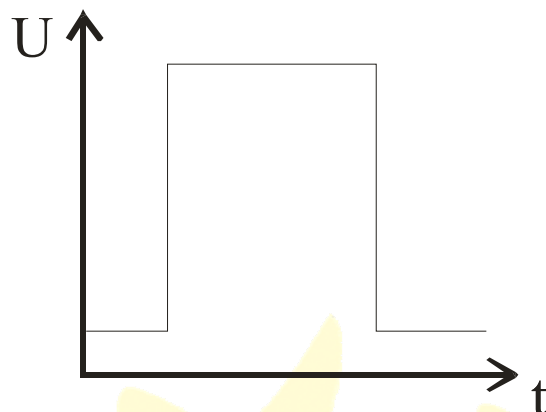
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!

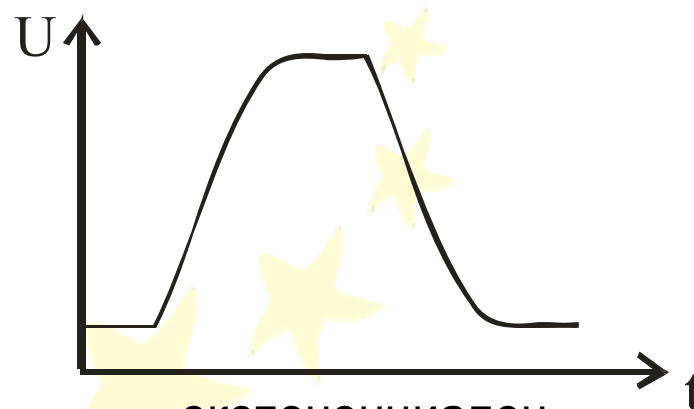


Европейски социален фонд

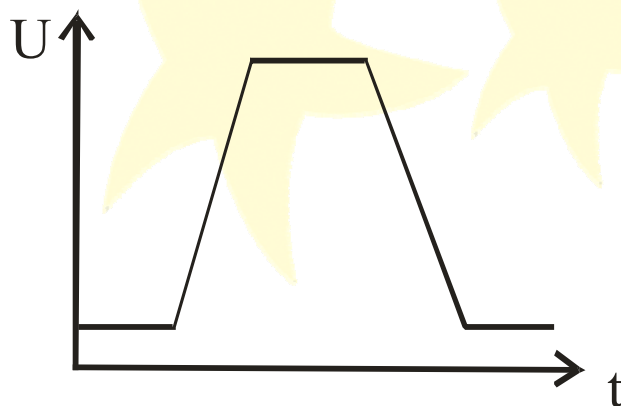
Най-често срещани и използвани форми на сигнали



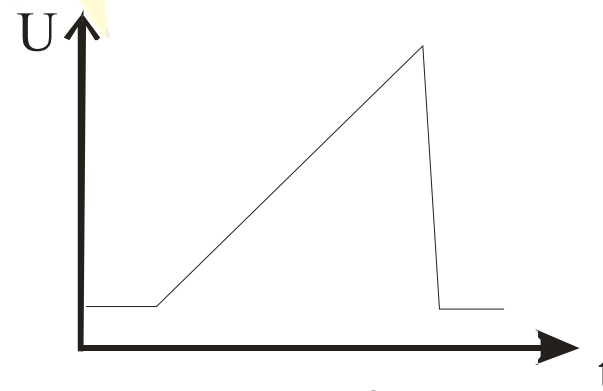
правоъгълен



експоненциален



трапецовиден



трионообразен



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Параметри характеризиращи сигналите

- **Мощност и енергия на сигнала.**
- **Продължителност на сигнала** – интервал от време в течение на което той съществува.
- **Динамичен диапазон** – отношение на най-голямата моментна стойност на сигнала към най-малката.
- **Ширина на спектъра на сигнала** – честотната лента в пределите на която е съсредоточена основната енергия на сигнала.
- **Отношение сигнал/шум** – отношение на мощността на полезния сигнал към мощността на шума.
- **Обем на предаваната информация** – произведението на ширината на спектъра на сигнала с неговата продължителност и динамическия му диапазон.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

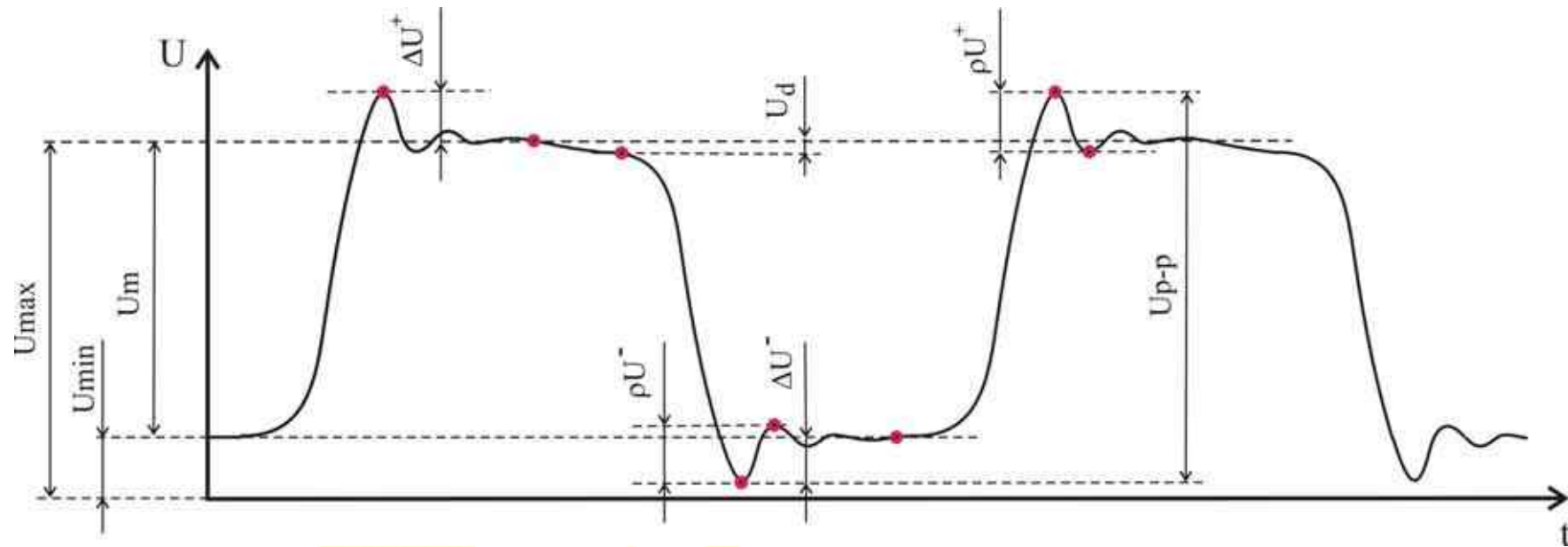
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Амплитудни параметри на импулсен сигнал



U_m – амплитуда на сигнала

U_{min} и U_{max} - минимална и максимална установена стойност на сигнала.

В логическите (цифровите) схеми те са равни на т. нар. логическа нула - U^0 и логическа единица - U^1 . Прието е следното съответствие:

$U_{min} = U^0$, $U_{max} = U^1$ за "положителна логика",

$U_{min} = U^1$, $U_{max} = U^0$ за "отрицателна логика"

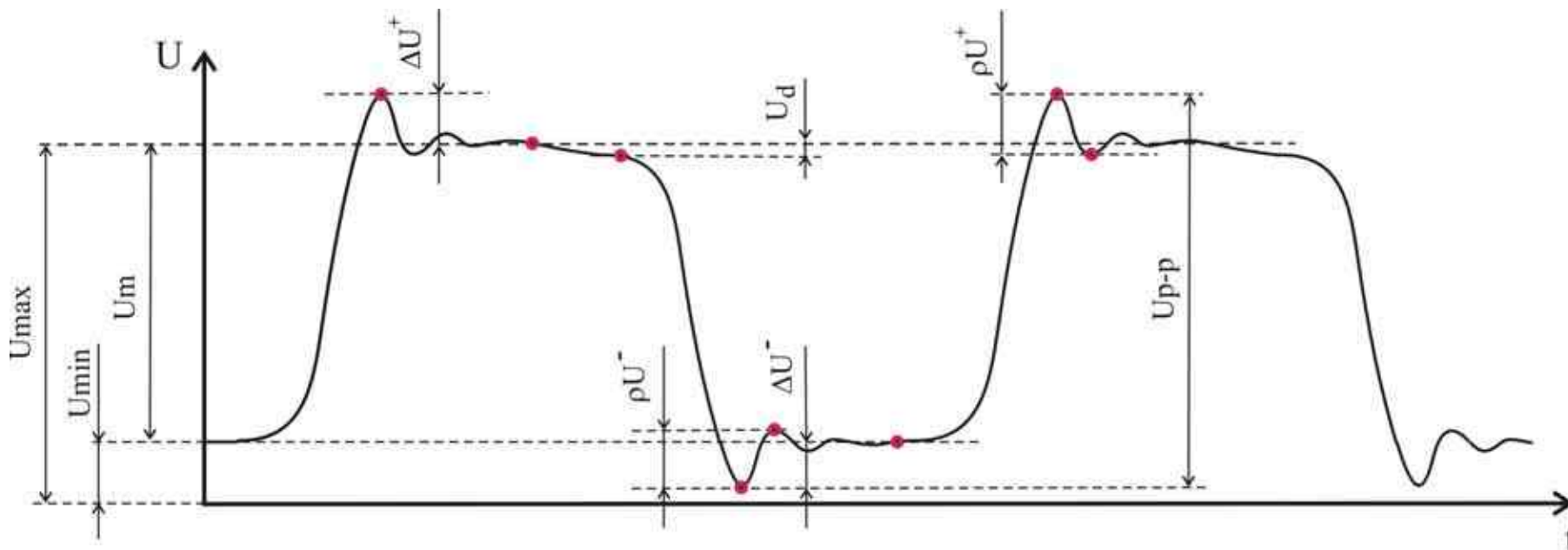


ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Амплитудни параметри на импулсен сигнал



U_{p-p} - размах или амплитуда от връх до връх на сигнала. Използва се при двуполярни импулси и при наличие на отскоци във формата на сигнала

ΔU^+ и ΔU^- - отскоци извън установените максимална, съответно минимална стойности на сигнала ,

ρU^+ и ρU^- - амплитуда на осцилациите на сигнала при максимална и минималната му стойност.

U_d - спад на плоската част (платото) на импулса.

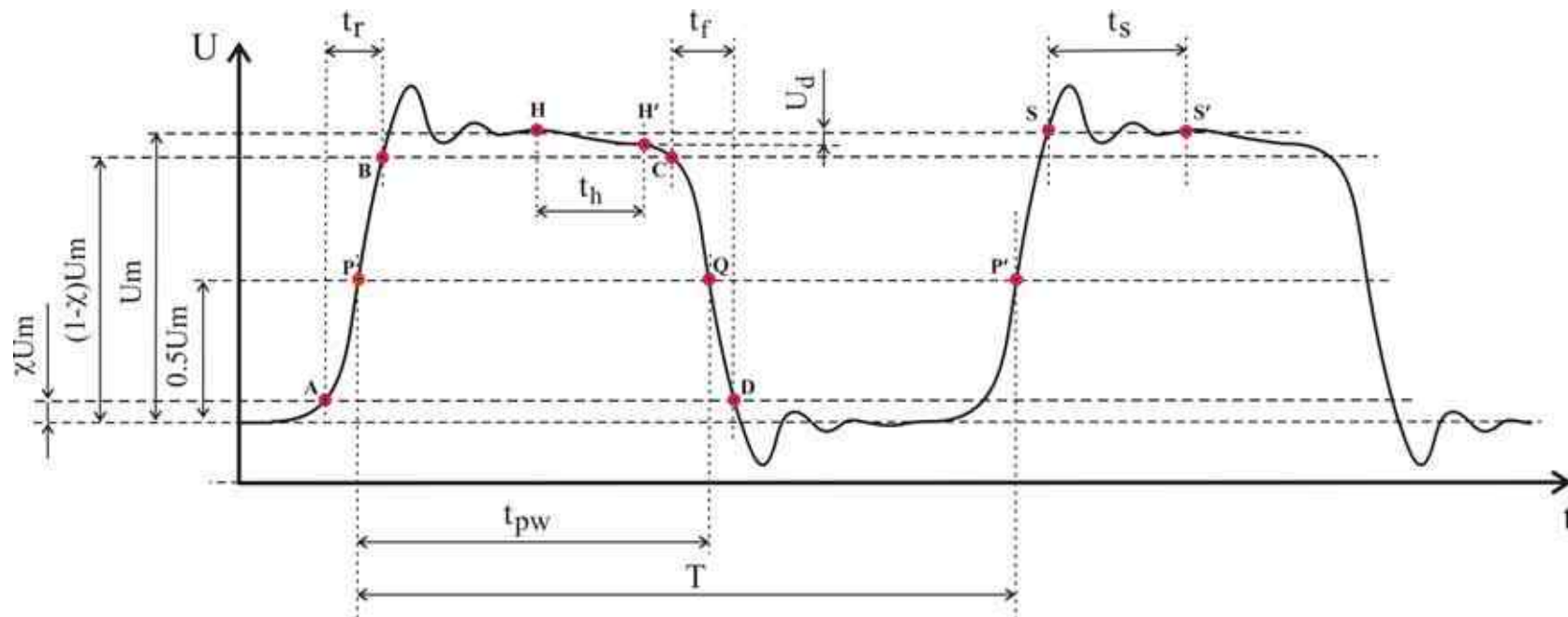


ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Времени параметри на импулсен сигнал



Начина на отчитане на времевите параметри зави от приетите амплитудните нива спрямо които те се отчитат, но само когато преходите (т.е. началото и края на фронтите), са рязко очертани. В общия случай отчитането на времената се дефинира и измерва в зависимост от специфичната форма на сигнала, а понякога и от целта на изследването.

Реалните сигнали обикновено имат плавна крива при което амплитудните параметри са дефинирани точно и резултатите от измерването са еднозначни.

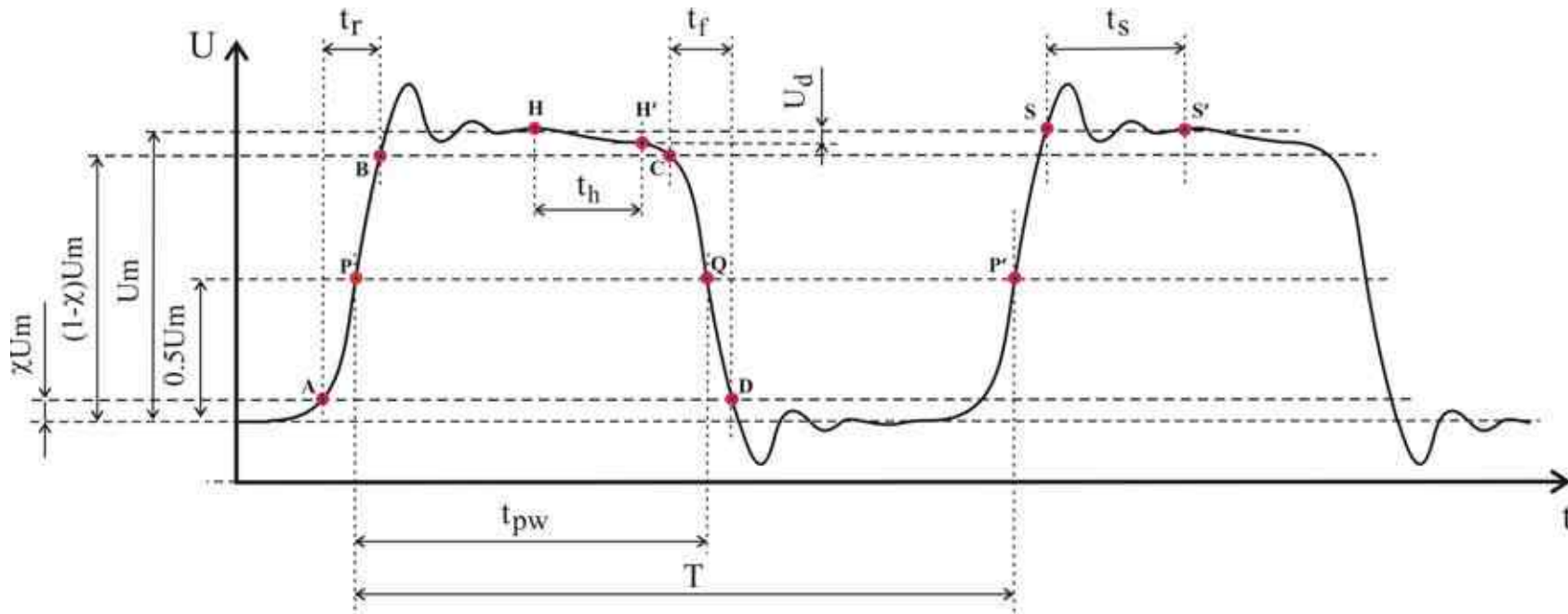


ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Времени параметри на импулсен сигнал



t_r продължителност на предния фронт t_f продължителност на заден фронт.

Използват се още и означения като:

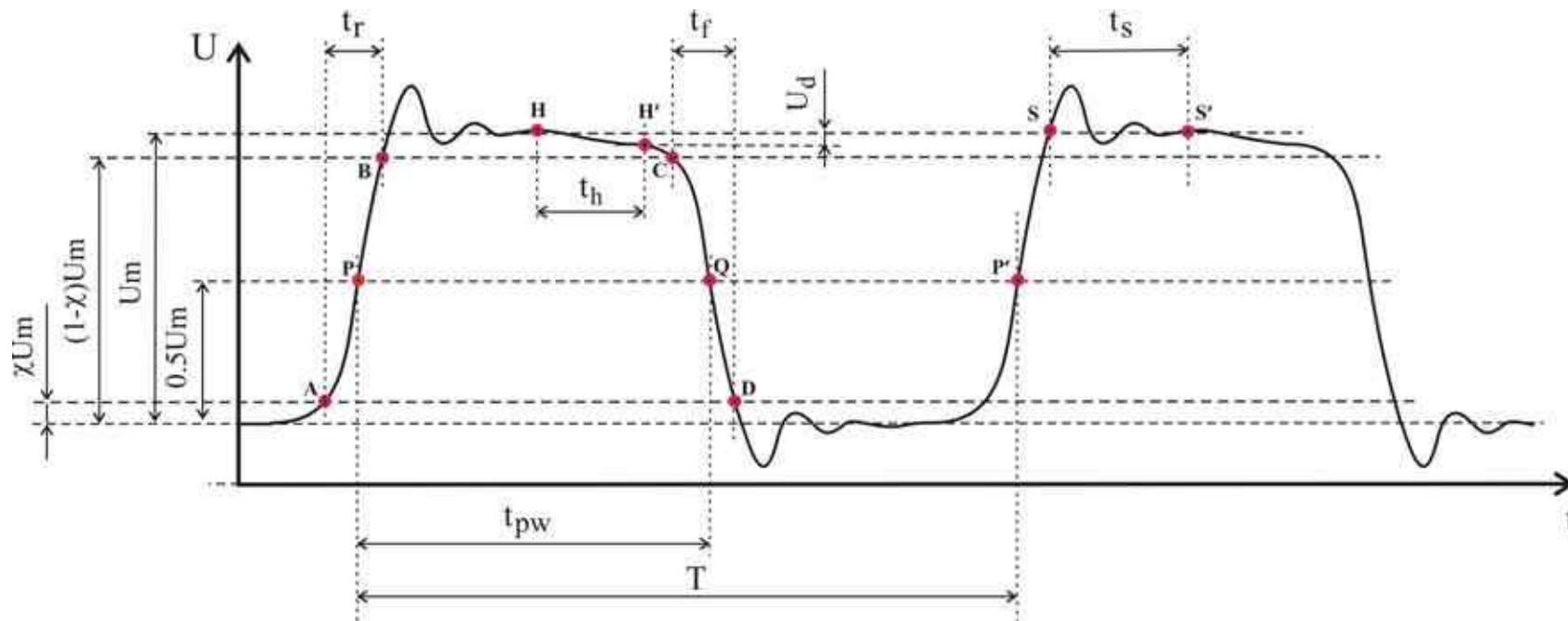
- t_f^+ за нарастващия фронт и t_f^- съответно за спадащия фронт;
- t_{f01} за фронт от U^0 към U^1 и t_{f10} за фронт от U^1 към U^0 за цифрови сигнали.



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
 „Организационна и технологична инфраструктура за учене през
 целия живот и развитие на компетенции”
 Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
 Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
 съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Времени параметри на импулсен сигнал



t_{pw} - продължителност на импулса

t_h - плато на импулса

За периодично повтарящите се импулси се дефинира :

T - период на повторение

$f = 1 / T$ - честота на повторение

$\delta = t_p / T$ - коефициент на запълване.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

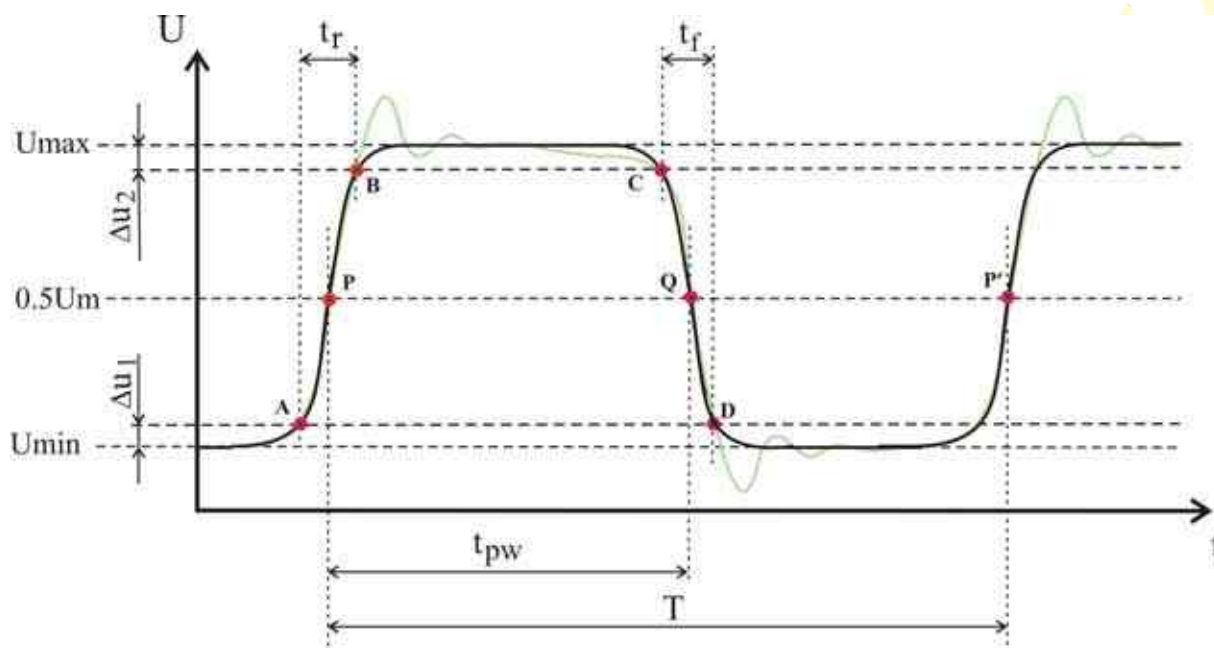
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

При отчитане на реални сигнали за удобство обикновено се прилага апроксимация по метода на плавната и непрекъснатата крива, при което времевите параметри зависят от общоприетите нива спрямо които се отчитат или измерват.

Приети са следните реперни точки на отчитане на времевите параметри - A, B, C, D, P и Q.



B и C - на ниво $U_{max} - \Delta u_2$

P и Q - на ниво $0,5 \cdot U_{max}$

A и D - на ниво $U_{min} + \Delta u_1$



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
 „Организационна и технологична инфраструктура за учене през
 целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
 Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
 съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Продължителността на фронтовете се определя като:

$$t_r = t_{AB} \text{ и } t_f = t_{CD}$$

Величините $\Delta u_1 = \chi_1 \cdot U_m$ и $\Delta u_2 = \chi_2 \cdot U_m$ фиксират условно приетите нива при които се отчитат на времевите моменти за преминаването на изследвания сигнал.

При експерименталните изследвания най-често се работи (по подразбиране) с нива $\chi_1 = \chi_2 = \chi = 10\%$, като времевият интервал измерен между нива $0,1 \cdot U_m$ и $0,9 \cdot U_m$ е прието да се нарича **активна продължителност на фронта**.

Понякога се налага нивата да се задават с други конкретни стойности, за да се определят моментите, в които сигналът преминава през тях.

При теоретични изследвания се предпочитат стойности $\chi = (1 \div 5)\%$. За особено прецизни схеми (напр. аналогово – цифрови преобразуватели) χ е от порядъка на $1/(2^{n-1})$, където n е броят на разредите в двоичното число.

Ако за процеса на изследване не е указано, че се използва общо възприетото правило, то при определяне на времевите параметри трябва да се посочват условията и нивата на тяхното отчитане.



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРОННИ СХЕМИ

Изследването (анализът) на електронните схеми се състои в подаването на стимул - входен (тестов) сигнал - към изследваната схема (*Circuit Under Test – CUT*) и определяне на реакцията ѝ - изходния сигнал.

Всяка изследвана точка (дори и вътрешна за схемата) се третира като изход.

Характерът на изследването зависи от вида на:

- изследваната схема: линейна или нелинейна
- входния сигнал: постоянен ток, синусоидален, импулсен и т.н.



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Теоретичното изследване

Теоретичните изследвания при импулсните схеми обикновено се свеждат се до решаване на уравнения или системи от уравнения които са:

алгебрични - при статичен режим на работа на схемата

диференциални - при динамичен режим на работа на схемата

Специфичен за цифровите схеми е нелинейният характер на тези уравнения. Прилаганите методите за анализ се разделят най-общо на две групи:

Аналитични методи - дават решение на уравненията във вид на формули. Тяхното предимство е, че крайните резултати отразяват в явен вид влиянието на основните фактори върху параметрите на схемите.

Числени методи - за решаване на уравненията (системите от уравнения) са основа на компютърното моделиране. Характеризират се с универсалност и точност на сложни много параметрични модели на схемните компоненти.

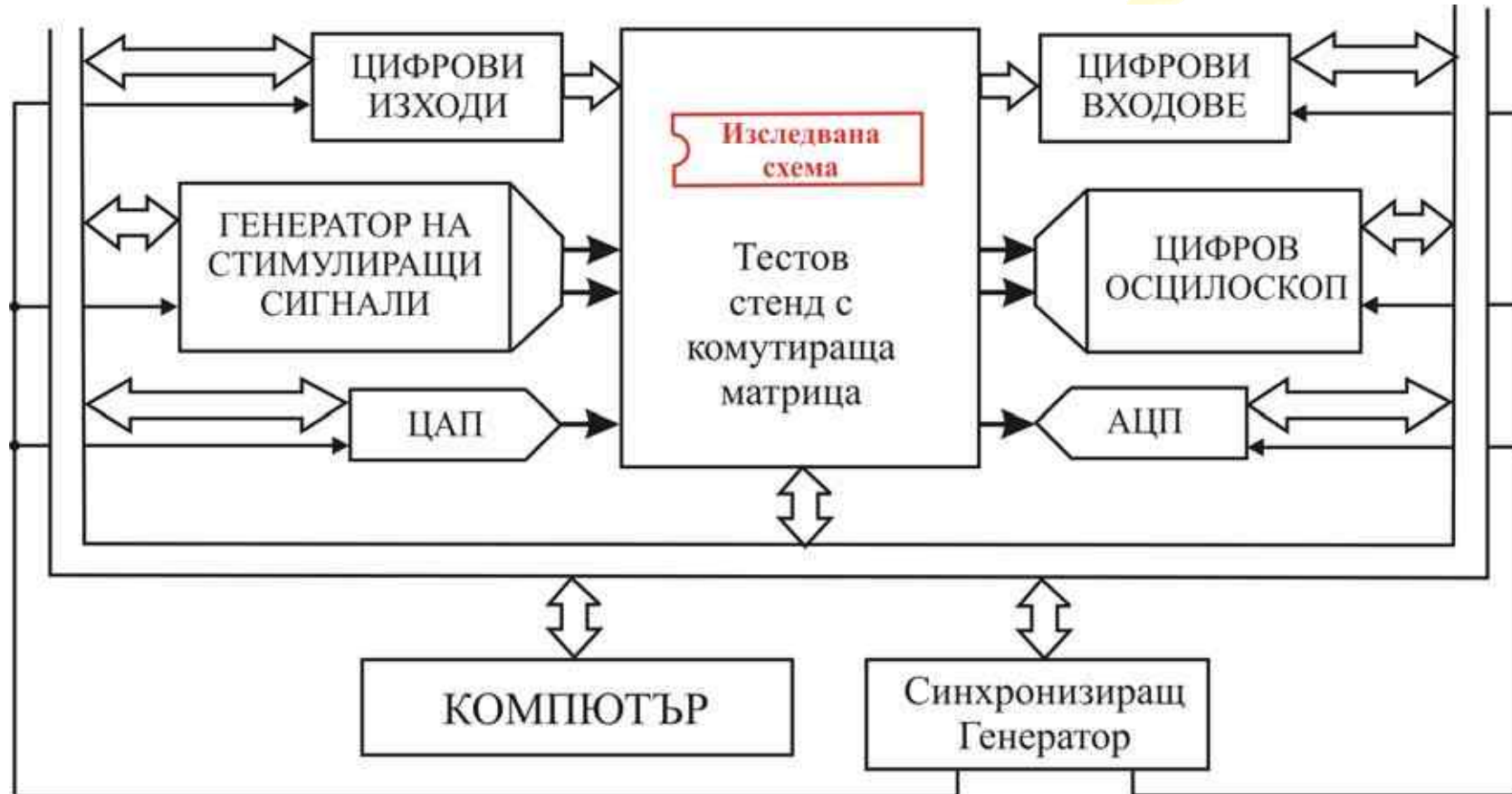


ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Експерименталното изследване Автоматизирани Тестови Системи - АТС (Automated Test Equipment - ATE)



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Управлението за провеждането на експеримента във връзка с комутацията на сигналите, както и по задаването, отчитането, обработката на данните и визуализацията на резултатите се извършва от програмно осигуряване посредством компютър.

Модулите задаващи, възприемащи и осигуряващи реалното физическо генериране и възприемане на потока от информация са:

- цифрово-аналогови (ЦАП) и аналогово-цифрови (АЦП) преобразуватели;
- цифрови входове и изходи: извеждат и въвеждат сигнали със стандартни логически нива '0' и '1';
- генератор на стимулиращи сигнали – на изходите му се получава периодично напрежение с правоъгълна, синусоидална, трионообразна и/или произволна (зададена от експериментатора) форма на сигнала;
- цифров осцилоскоп – осигурява информация за развитието на изследваните и задаваните сигнали във времето и независима визуализация на процесите;
- лабораторен стенд с комутираща матрица, в което се поставя изследваната схема;
- синхронизиращ генератор – задаващ точните моменти на осъществяване на тестващия процес.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

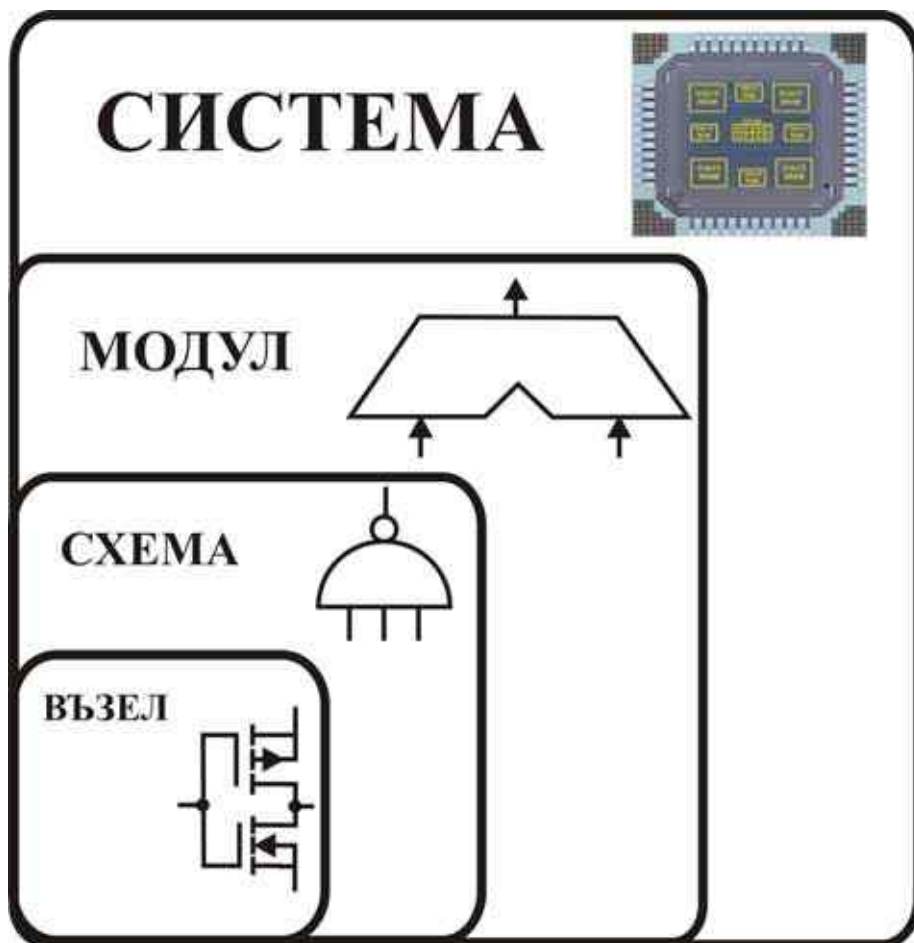
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

СХЕМИ, СИСТЕМИ, ТЕХНОЛОГИЯ, СХЕМОТЕХНИКА



Характерни
нива на които
се осъществява
процеса на
проектиране в
схемотехниката



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

◆ **ниво схемен възел** – съдържа схеми с основните градивни единици – транзистори, диоди и т.н. Поведението им се описва с предавателни характеристики и тяхните времеви параметри на сигналите.

◆◆ **схемно ниво** – дефинирано за базовите логически елементи описвани поведенчески чрез булеви уравнения и закъснения в разпространението на сигналите

◆◆◆ **функционално ниво** – съдържа модули и устройства (регистри, аритметични, логически, запомнящи елементи и др), представени с входно/изходните си зависимости, операциите извършвани в тях и закъсненията на сигналите. Удобно за нов проект във връзка с лесното описание и симулиране чрез обмен между регистри - означава като **RTL** (*Register Transfer Level*);

◆◆◆◆ **системно ниво** – най-високото ниво на абстракция за описание на сложни системи, чието поведение се задава алгоритмично (типичен пример е процесорът).



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Особености в подходите на проектиране се улесняват от развойните системи или системите за автоматизирано проектиране, популярни със съкращението **CAD (Computer Aided Design) systems**.

В тях са включени средства за:

- синтез и симулация на всяко ниво
- верификация на проекта или негови части
- разполагане на елементи и тяхното опроводяване
- за документиране на проекта

В началото на нова разработка наред с функцията и/или поведението на бъдещото изделие, се задават базовите параметри, изисквания, ограниченията и се определят връзките и зависимостите между тях чрез използване на количествени оценки за качествата на схемите и техните параметри и след това започва процеса на проектиране "отгоре – надолу".



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз

Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Консумираната мощност

Средната консумирана (разсейвана) мощност

$$P_{MID} = \frac{1}{T} \int_0^T V_{SV}(t) \cdot i_{SC}(t) \cdot dt$$

Където за интервала $t \in [0, T]$:

i_{SC} е токът от захранващото напрежение

V_{SV} захранващото напрежение

За измеряване на захранващите шини от значение е максималната моментна мощност

$$P_{MAX} = \max \{V_{SV}(t) \cdot i_{SC}(t)\}$$

Разсейваната мощност е сума от две съставлящи:

- ◆ статична – дефинира се в покой, когато няма превключвания. Дължи се на постоянно протичащ ток от захранване към маса и на утечните токове;
- ◆◆ динамична – при превключване. Определя се от процесите на зареждане и разреждане на капацитетите, както и на краткотрайно протичащия ток от захранване към маса.



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!

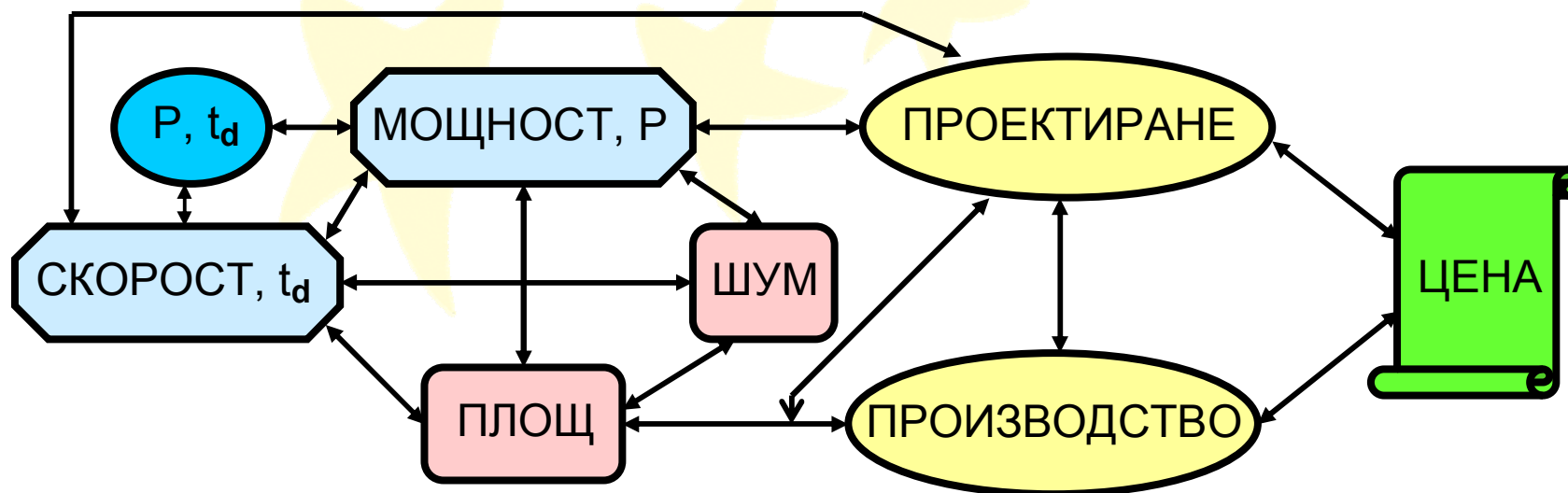


Проектирането започва със задаване на производението

{мощност} x {закъснение}

Стремежът е тази стойност да се минимизира, защото е свързана с размерите на интегралната схема и с производствените разходи.

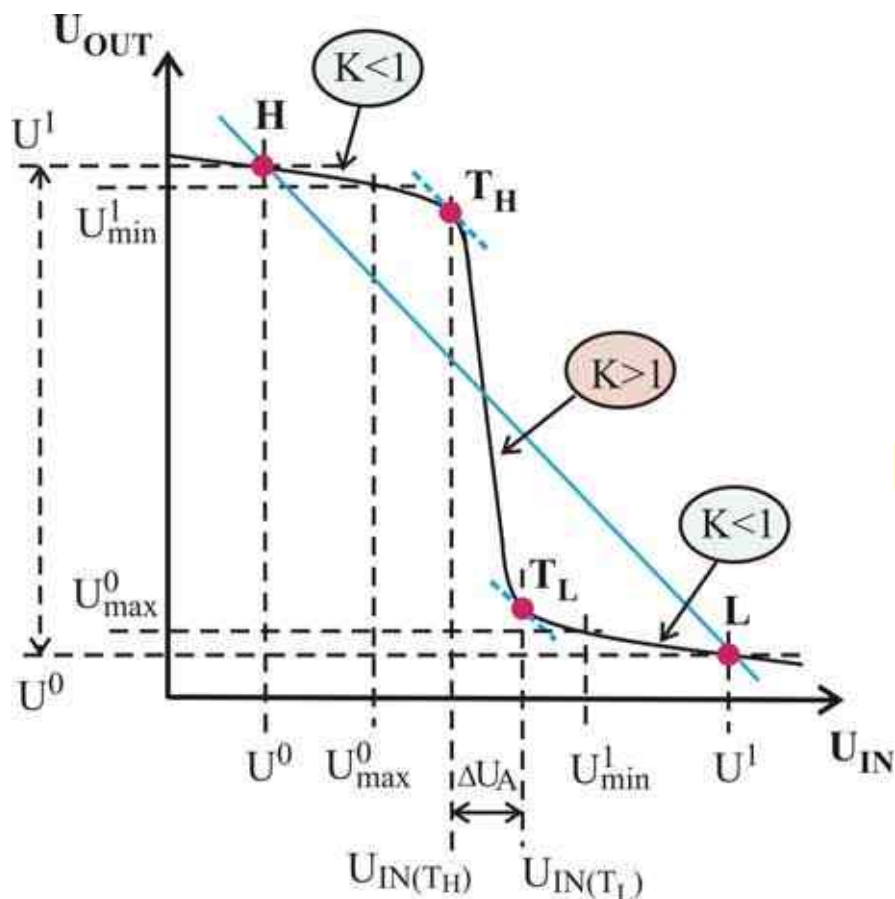
Четирите основни параметъра - **скорост**, **мощност**, **шумозащитеност** и **физическа площ на схемата** - влияят върху времето, разходите при проектирането и производството, и в крайна сметка определят цената.



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



ФУНКЦИОНАЛНА СТАБИЛНОСТ И ПРЕДАВАТЕЛНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ



Функционалната стабилност за импулсни схеми се характеризира от предавателната им характеристика по напрежение - **ПХН**

В праговите точки T_H и T_L коефициентът на усилване е **|1|**

Между T_H и T_L се намира “активната област” $\Delta U_A = U_{IN(T_L)} - U_{IN(T_H)}$ и усилването е по-голямо от **|1|**

Под $U_{IN(T_H)}$ и над $U_{IN(T_L)}$ **ПХН** е извън активната област и усилването е по-малко от **|1|**

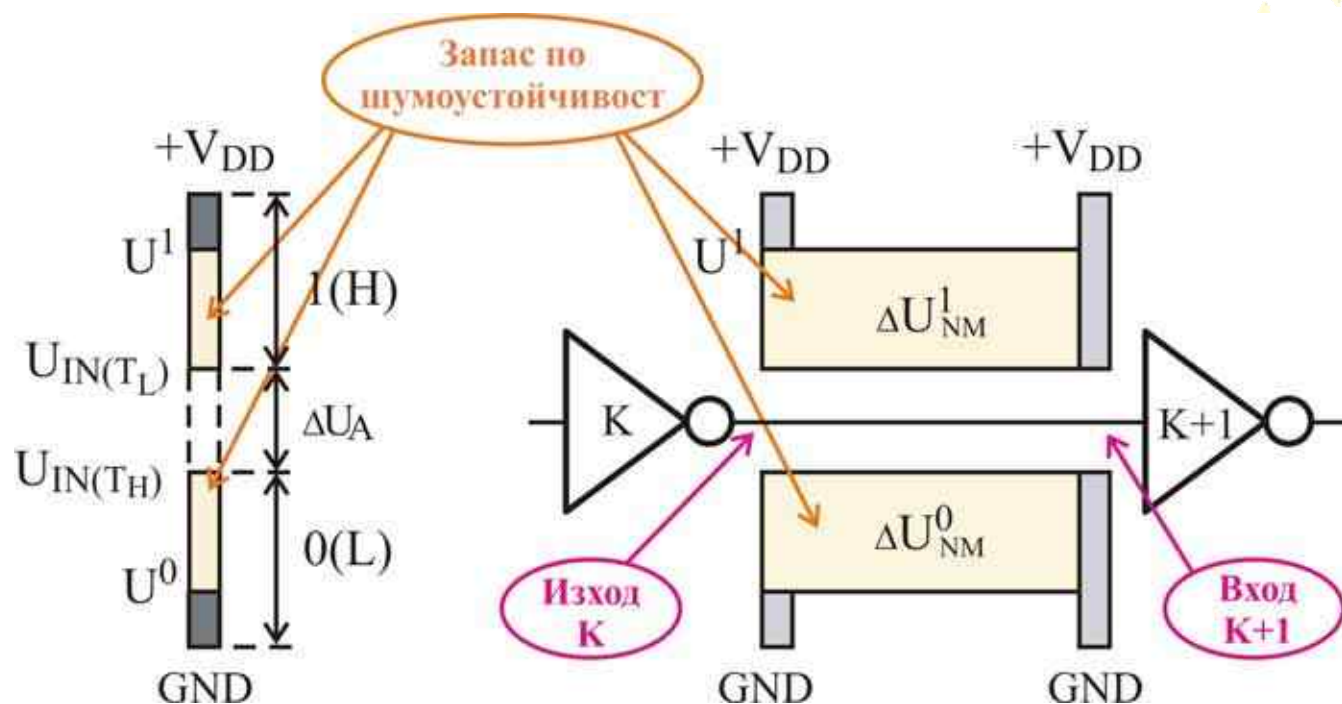


ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
 „Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



За осигуряване на функционална зависимост между входните нива $U_{IN(TL)}$, $U_{IN(TH)}$ и изходните нива U^1 , U^0 и за гарантирана функционална устойчивост при последователна връзка между логически схеми трябва да е изпълнено следните условия :



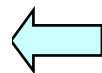
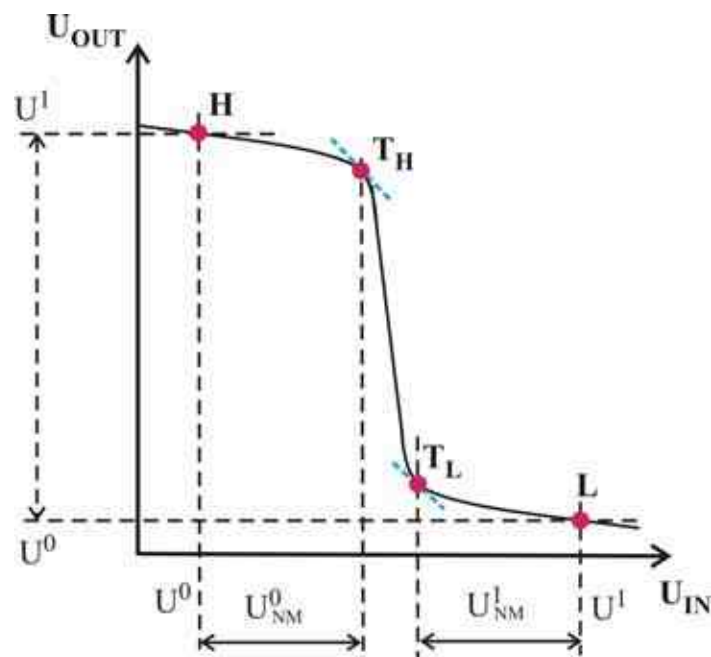
- $U^1_{max} \leq V_{DD}$
- $V^0_{min} \geq 0V$
- $U^1_{min} > U_{IN(TL)}$
- $U^0_{max} < U_{IN(TH)}$



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
 „Организационна и технологична инфраструктура за учене през
 целия живот и развитие на компетенции”
 Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
 Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
 съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!

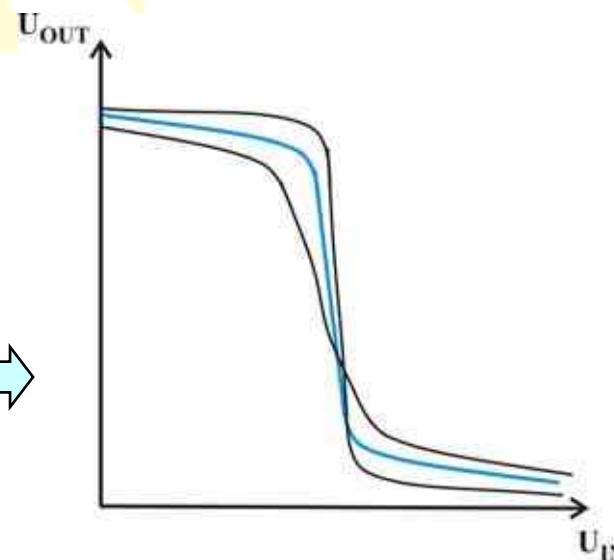
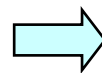


Вариации на ПХН от производения процес и околната среда



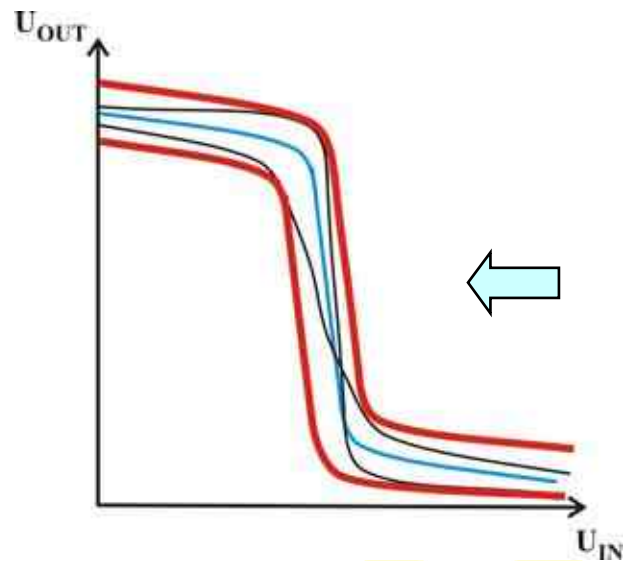
Типова предавателна характеристика по напрежение (ПХН) проектирана с еднакви запаси ΔU^0_{NM} и ΔU^1_{NM} . (**NM** - **Noise Marging**)

Деформация на ПХН вследствие дестабилизиращи фактори и влияние на толерансите на производения процес и околната среда върху ПХН



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
 „Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”
 Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!

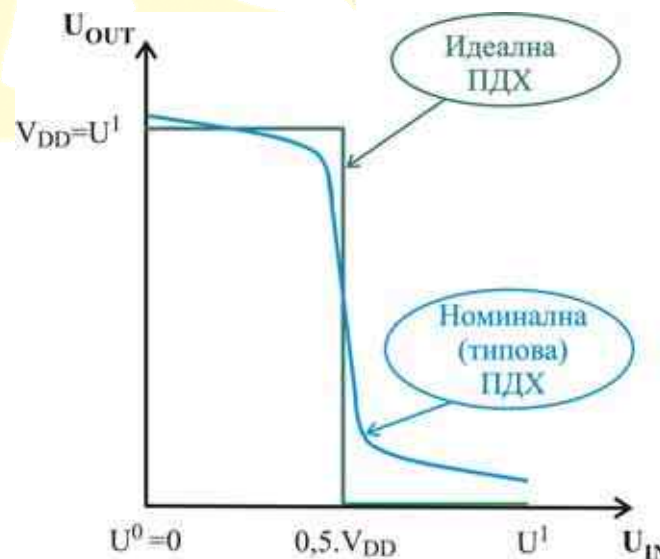




Зона на реална област на разполагане на ПХН вследствие отчитане въздействията на всички дестабилизиращи фактори :

- ◆ намаляват стойностите на U^0 , U^1 ;
- ◆◆ разширяват активната област ΔU_A , което намалява запаса на шумоустойчивост ;
- ◆◆◆ отмества се ПХН и нарушава симетрията между ΔU^0_{NM} и ΔU^1_{NM} .

Идеализирана предавателна характеристика по напрежение



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
 „Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Шум в импулсните схеми

Под "**шумове**" в електрониката се разбират "*нежелани изменения на напреженията и токовете във възлите на схемите*"

Източниците на шум са:

- ◆ **ВЪНШНИ** - достигат до схемите като електромагнитни полета или чрез захранването
- ◆◆ **ВЪТРЕШНИ:**
 - собствени шумове генерирани в компонентите на схемите
 - шумове генерирани от самите схеми при превключването им.

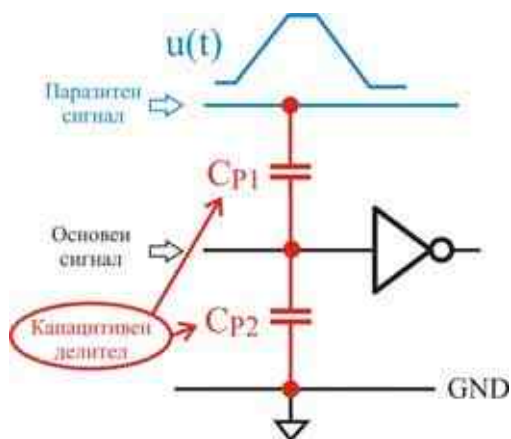
В схеми работещи едновременно в динамичен режим с аналогови и цифрови сигнали особена опасност представляват шумовете прдизвикани от цифровите схеми. Те проникват към веригите на аналоговите сигнали по капацитивен, индуктивен и съпротивителен път. Тези схеми са силно уязвими поради наличието в тях на чувствителни точки в предавателните им характеристики.



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„*Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции*”
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!

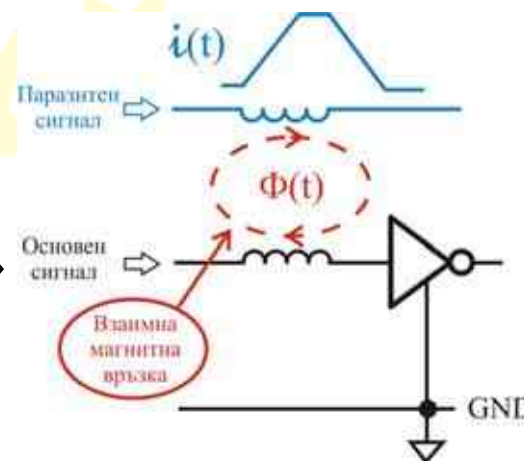


Пътища на проникване на шумови сигнали

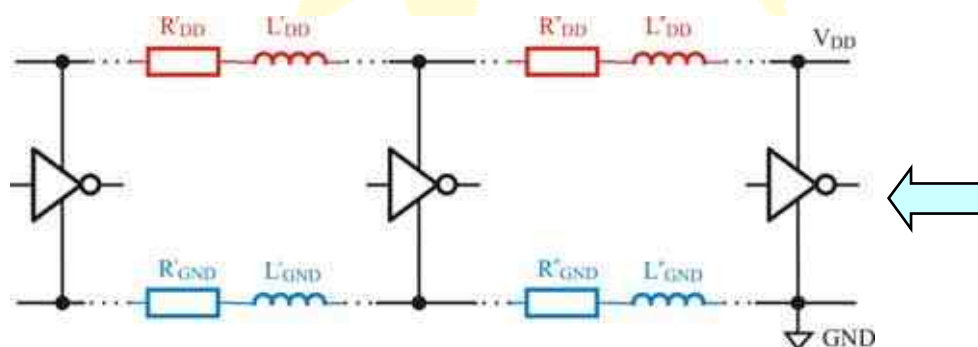


- по капацитивен път
между съседни шини

- по индуктивен път
между съседни шини



- чрез захранващите
шини на свързаните
вериги



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



ЛИТЕРАТУРА

1. Попов А.; “Импулсна схемотехника” – Записки, <http://pulsetechnique.hit.bg/>
2. Rabaey J., A. Chandrakasan, B. Nikolic; “Digital Integrated Circuits. A Design Perspective”; Second Edition, Prentice Hall, 2003.
3. Гаджева Е., Т. Куюмджиев, С. Фархи, М. Христов, А. Попов; “Компютърно моделиране и симулация на електронни и електрически схеми с Cadence PSpice”; Меридиан 22, 2009.
4. Kenneth L. Shepard, Vinod Narayanan, Ron Rose; “Harmony: Static Noise Analysis of Deep Submicron Digital Integrated Circuits”; IEEE TRANSACTIONS ON COMPUTER-AIDED DESIGN OF INTEGRATED CIRCUITS AND SYSTEMS, VOL. 18, NO. 8, AUGUST 1999; p 1132
5. Johnson H., M. Graham. High – Speed Signal Propagation: Advanced Black Magic, PH, 2003.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Internet адреси

- 1) <http://www.cei.se/media/48252/cei%20europe%20course%2055.pdf>
- 2) <http://web.mst.edu/~jfan/slides/li1.pdf>
- 3) <http://www.pulsetechniques.com/>
- 4) <http://cds.linear.com/docs/en/application-note/an47fa.pdf>
- 5) http://spindynamics.org/documents/sd_m1_lecture_03.pdf
- 6) <https://www.facebook.com/PulseTechniques>



ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!

