

Основни понятия свързани със системите с програмируема логика (СПЛ). CMOS (Complementary metal-oxide-semiconductor, допълнителен метал-окис-полупроводник) логически елементи – инвертор, двувходови „И” и „ИЛИ” елементи.

В учебната дисциплина „Системи с програмируема логика (СПЛ)”, ще бъдат представени основни неща свързани с използването на програмируемата логика. По-специално ще бъде обърнато внимание на използването на програмируемите свръхголеми интегрални схеми (СГИС) и езиците за описание на апаратната част. На лабораторните упражнения ще бъдат създавани основни цифрови модули с помощта на VHDL (Very high speed integrated circuits Hardware Description Language, език за описание на бързодействащи интегрални схеми). Освен това ще бъде проверена тяхната работоспособност чрез симулации на описания модел.

Учебната дисциплина ще завърши с писмен изпит под формата на тест.

1. Основни понятия свързани със системите с програмируема логика (СПЛ).

Тук ще бъдат представени основните понятия (термини), използвани при СПЛ. Допълнителни понятия ще бъдат въведени и изяснени на следващите лекции.

FPGA (Field Programmable Gate Array) – програмируема интегрална схема (ИС) даваща възможност за реализирането на сравнително сложни по устройство микропроцесорни системи.

CPLD (Complex Programmable Logic Device) – друг тип програмируема интегрална схема предназначена за създаването на цифрови устройства и микропроцесорни системи със средна и по-ниска степен на сложност. Този тип интегрални схеми се характеризират с по-ниска цена от предходните, а освен това конфигурацията на проектираното устройство най-често не се губи при липса на захранващо напрежение.

VHDL – език за описание на апаратната част на цифрови устройства или микропроцесорни системи. Ще бъде използван на лабораторните упражнения. Използва се по-често в университети и фирми от континента Европа.

Verilog – друг език за описание на апаратната част. Използва се по-често от университети и фирми в САЩ и страните от континента Азия.

SystemC (Системен Си) – още един (най-късно създаден) език за описание на апаратната част. Използва се основни при симулиране на работата на създаденото електронно устройство или система. Не може да се използва при синтезиране (реализиране) на проектираното устройство.

Embedded System (Вградена микропроцесорна система (ВМС)) – микропроцесорна система при реализирането на която може да се използва програмируема СГИС.

Sequential embedded system design (Последователен начин за проектиране на ВМС) – характеризира се първо с реализирането на апаратната част (hardware) на ВМС, а след това на програмната част (software).

Hardware/Software Codesign (Паралелен начин за проектиране на ВМС) – характерно е едновременната работа и създаване на апаратната и програмната части на ВМС. За реализирането на този метод на проектиране има създадени университетски и фирмени програмни пакети.

Поведенческо (behavioral), **структурно** (structural) и **данново** (dataflow) описание на дадено електронно устройство или система чрез използване езици за описание на апаратната част – тези три начина на описание могат да бъдат използвани едновременно при реализирането на конкретно цифрово устройство или система.

CMOS (Complementary Metal–Oxide–Semiconductor, допълнителен метал-окис-полупроводник) – основна технология при реализирането на съвременните интегрални схеми. Характеризира се със сравнително малка консумация на електрическа енергия. Дава възможност за реализиране на много сложни ИС.

Logic gates (Логически елементи) – най-простите логически схеми използвани в цифровата схемотехника.

ModelSim – компютърна програма (симулатор) даваща възможност за проверка на създадения чрез език за описание на апаратната част модел.

IP (Intellectual property, интелектуална собственост) – модули създадени чрез езици за описание на апаратната част. С тяхна помощ сравнително лесно, бързо и качествено се създават нови и по-сложни микропроцесорни системи. Могат да бъдат безплатни за използване или платени такива.

SoC (System on Chip, микропроцесорна система реализирана на една интегрална схема) – най-често при нейното изграждане се използват (reuse) IP модули.

Verification, Testing (Проверка (тестиране)) – заключителен етап при създаването на електронното устройство или система.

Logic analyzer (Логически анализатор) – измерителен уред за наблюдение на работата на микропроцесорната система. Използва се при проверката на реализираната електронна система.

Embedded logic analyzer (Вграден логически анализатор) – модул създаден чрез VHDL или Verilog. Също може да се използва при тестването на реализираната микропроцесорна система.

DE2 (Development and Education Board 2) - програмируем модул (платка) съдържаща програмируема ИС от тип FPGA. Може да се използва при лабораторните упражнения свързани със синтезиране на създаденото и проверено електронно устройство или система.

VHDL – AMS – разширение на VHDL даващо възможност да се моделират смесени (аналогови и цифрови) електронни устройства и системи.

Power/Energy consumption (Консумация на електрическа енергия (мощност)) – взимат се мерки при проектирането на дадена микропроцесорна система тя да консумира по-малко електрическа енергия.

Степените на интеграция показват степента на сложност на дадена интегрална схема. Първоначално са ИС с малка степен на интеграция. Понастоящем CMOS интегралната технология позволява създаване на много сложни интегрални схеми. По-долу е представена една примерна класификация относно различните степени на интеграция, броят на логическите елементи които могат да се реализират, както и примери за такива ИС. Няма строга и точна класификация за степените на интеграция на ИС. Съществуват и други подобни класификации.

SSI (Small-Scale Integration, ниска степен на интеграция) – броят на логическите елементи, които могат да бъдат реализирани с подобни ИС е по-малък от 10. Типични примери са инверторите, И, ИЛИ, И-НЕ и ИЛИ-НЕ логическите елементи.

MSI (Medium-Scale Integration, средна степен на интеграция) – броят на логическите елементи е между 10 и 100. Типични примери са по-сложните логически

елементи от тип XOR и XNOR, а освен това и модули като суматори, изваждащи устройства, кодиращи устройства, дешифратори, мултиплексори, демултиплексори, броячи и тригери.

LSI (Large-Scale Integration, висока степен на интеграция) - броят на логическите елементи е между 100 и 1000. Като примери за електронни устройства, които могат да бъдат реализирани с подобни ИС са преместващи регистри и стекове.

VLSI (Very-Large-Scale Integration, свръхвисока степен на интеграция) - броят на логическите елементи е между 1000 и 100000. Примери за електронни устройства, които могат да бъдат реализирани с подобни ИС са микропроцесори и памети.

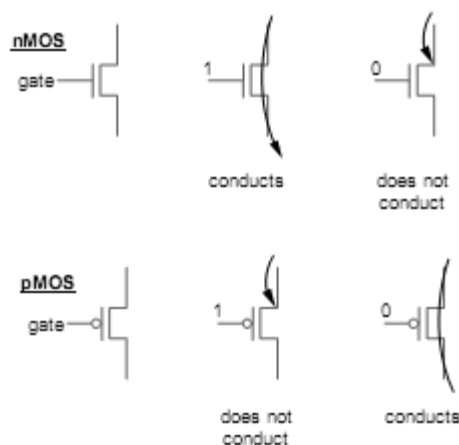
ULSI (Ultra-Large-Scale Integration, ултрависока степен на интеграция) - броят на логическите елементи е по-голям от 100000. С такива ИС могат да се реализират напълно цели микропроцесорни системи. Типични примери са компютри разположени на една интегрална схема (single chip computers), както и DSP (Digital Signal Processors, Цифрови Сигнални Процесори).

WSI (Wafer-Scale Integration, най-висока степен на интеграция) - броят на логическите елементи е по-голям от 10000000. С такива ИС могат да се реализират много сложни микропроцесорни системи по-специално паралелни суперкомпютри.

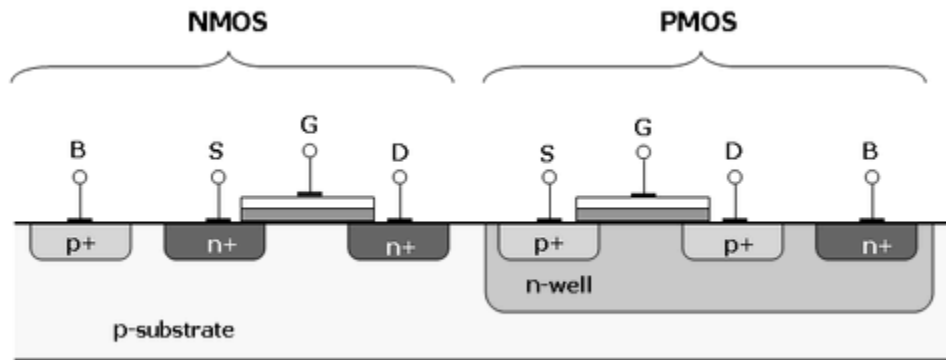
2. CMOS логически елементи.

CMOS технологията представлява съвременна и доминираща технология за производство на интегрални схеми. Тя се използва основно за създаване на цифрови интегрални схеми. Нейните предимства са ниската консумация на електрическа енергия при покой (в неработно състояние, static power consumption), както и високата и шумоустойчивост (noise immunity). Освен това, тази технология позволява постигането на свръхвисоки степени на интеграция, което се използва за реализирането на сложни интегрални схеми като микропроцесори, микроконтролери, памети и т.н.

Използват се два типа MOS (МОП – метал – окис – полупроводник) транзистори – с n канал (nMOS, NMOS) и с p канал (pMOS, PMOS). Графичните им означения са показани на фигурата по-долу.

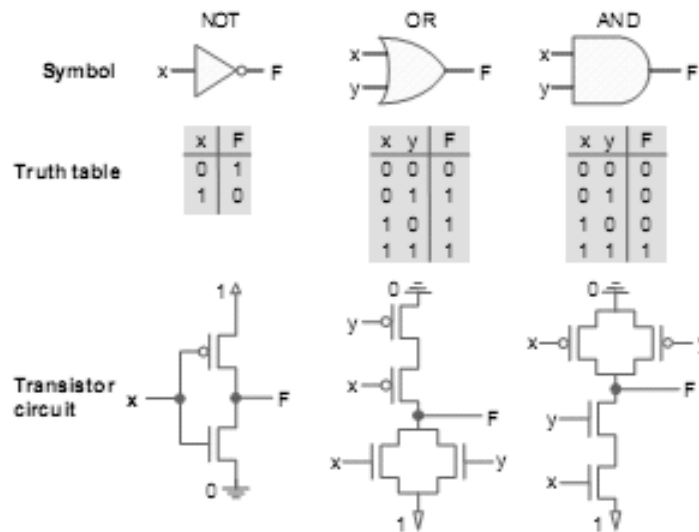


На следващата фигура са представени двата типа MOS транзистори, по начина по който са реализирани в силициевия кристал. Тук искам да припомня, че изводите на тези транзистори са гейт, сорс и дрейн.



Вижда се, че когато е приложено напрежение със стойност логическа 1 на гейта на n - каналния MOS транзистор то той е отпушен и обратно. MOS транзисторът с p канал провежда електрическия ток при приложена логическа 0 на неговия гейт.

Двата типа транзистори показани по-горе служат за изграждането на т.нар. базови логически елементи – инвертор (NOT), „И” (AND) и „ИЛИ” (OR), чрез които може да се реализира всяка една цифрова схема. Техните графични символи, таблиците на истинност и транзисторните им схеми са показани на фигурата по-долу.



Вижда се, че при инвертора се сменя (инвертира) логическата стойност на входа.

За логическия „И” елемент е характерно, че само когато са подадени на всичките му входове 1, само тогава на неговия изход се получава също 1.

При подадена логическа единица на който и да е от входовете на „ИЛИ” елемента, изхода му също се получава логическа единица.

Искам да пропomenя, че нивата на логическата нула или единица се задават с определен интервал от напрежения. Този интервал, т.е. стойността на лог. 0 или 1, зависи от захранващото напрежение, от това дали извода е вход или изход, от използваната полупроводникова технология и т.н. Освен това, с помощта на горепосочените логически елементи могат да се изградят двете основни групи цифрови схеми – комбинационни и последователности.

Освен логическите елементи показани по-горе могат да използват и техни комбинации при което се реализират нови типове логически елементи като „ИЛИ-НЕ”, „И-НЕ”, сума по модул две, логически елемент за еквивалентност и т.н. Те, заедно с таблиците на истинност, както и част от транзисторните схеми са показани на следващите фигури.

