

# THUẬT NGỮ VÀ TỪ VIẾT TẮT

Thuật ngữ hoặc từ viết tắt	Chú thích
ADC	Mạch chuyển đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số ( <i>Analog-to-Digital Converter</i> )
ASIC	Mạch tích hợp ứng dụng riêng biệt ( <i>Application-Specific Integrated Circuit</i> )
BJT	Transistor lưỡng cực ( <i>Bipolar Junction Transistor</i> )
CMOS	Một công nghệ chế tạo MOSFET ( <i>Complementary Metal-Oxide-Semiconductor</i> )
CPU	Bộ xử lý trung tâm ( <i>Central Processing Unit</i> )
DAC	Mạch chuyển đổi tín hiệu số sang tín hiệu tương tự ( <i>Digital-to-Analog Converter</i> )
Design flow	Quy trình thiết kế là tập hợp nhiều bước được thực hiện theo thứ tự để tạo ra một bản thiết kế vi mạch hoàn chỉnh.
DFM	Kỹ thuật thiết kế vi mạch giúp dễ dàng khi sản xuất ( <i>Design For Manufacturing</i> )
DFT	Kỹ thuật thiết kế vi mạch giúp kiểm tra thiết kế sau khi sản xuất ( <i>Design For Test</i> )
DRC	Các kiểm tra đảm bảo bản layout tuân thủ các quy định của công nghệ dành cho thiết kế ( <i>Design Rule Checking</i> )
ECO	Lệnh thay đổi kỹ thuật ( <i>Engineering Change Order</i> )
EM	Dịch chuyển điện tử ( <i>Electromigration</i> )
FIFO	Phương pháp tổ chức dữ liệu sao cho dữ liệu cũ (vào trước) được xử lý trước (ra trước) ( <i>First in, First out</i> )
FPGA	Mạch tích hợp có cấu trúc mảng phần tử logic có thể lập trình được ( <i>Field-programmable gate array</i> )
FSM	Máy trạng thái hữu hạn, hay được gọi ngắn gọn là máy trạng thái. ( <i>Finite State Machine</i> )
IC	Mạch tích hợp ( <i>Integrated Circuit</i> )
ICT	Công nghệ thông tin và truyền thông ( <i>Information and Communication Technologies</i> )
IP	Lỗi sở hữu trí tuệ bán dẫn, lỗi IP ( <i>Intellectual Property</i> )

<b>Thuật ngữ hoặc từ viết tắt</b>	<b>Chú thích</b>
LAB	Phòng thí nghiệm ( <i>Laboratory</i> )
LIFO	Phương pháp tổ chức dữ liệu sao cho dữ liệu mới nhất (vào sau) được xử lý trước (ra trước) - ( <i>Last in, First out</i> )
LSI	Tích hợp cỡ lớn ( <i>Large-scale integration</i> )
MOSFET	Transistor có cấu trúc kim loại-oxit bán dẫn hiệu ứng trường. ( <i>Metal-Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor</i> )
OJT	Đào tạo tại chỗ ( <i>On-job-training</i> )
PERC	Phương pháp cho phép tùy chỉnh các kiểm tra đảm bảo độ tin cậy của thiết kế về mặt điện. ( <i>Programmable Electrical Rules Checking</i> )
PLL	Vòng khóa pha, mạch giúp tạo tín hiệu dao động có tần số ổn định ( <i>Phase-Locked Loop</i> )
PPA	Ba yếu tố gồm tiêu thụ năng lượng, hiệu suất và diện tích dùng để đánh giá kết quả phương pháp tối ưu trong thiết kế vi mạch ( <i>Power Performance Area</i> )
RAM	Bộ nhớ cho phép ghi/đọc ngẫu nhiên ( <i>Random Access Memory</i> )
RTL	Mức truyền thanh ghi ( <i>Register Transfer Level</i> )
SIA	Hiệp hội công nghiệp bán dẫn ( <i>The Semiconductor Industry Association</i> )
SoC	Một hệ thống được xây dựng trên một chip ( <i>System on Chip</i> )
SPI	Chuẩn truyền nhận nối tiếp đồng bộ ( <i>Serial Peripheral Interface</i> )
SPICE	Chương trình mô phỏng mạch điện tử tương tự mã nguồn mở ( <i>Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis</i> )
System bus	Bus hệ thống là thành phần kết nối và vận chuyển thông tin, dữ liệu giữa các đầu cuối trong một chip
UART	Giao thức truyền nhận nối tiếp không đồng bộ ( <i>Universal Asynchronous Receiver / Transmitter</i> )
VHDL	Ngôn ngữ mô tả phần cứng ( <i>VHSIC Hardware Description Language</i> )
VHSIC	Mạch tích hợp tốc độ rất cao ( <i>Very High-Speed Integrated Circuit</i> )
VIP	Lỗi IP dùng cho mục đích kiểm tra xác minh ( <i>Verification IP</i> )
VLSI	Tích hợp cỡ rất lớn ( <i>Very-large-scale integration</i> )

*Lưu ý:* trong tài liệu này, nhóm tác giả chủ đích giữ nguyên một số từ tiếng Anh của từng nhóm nghề hoặc thuật ngữ kỹ thuật đặc thù để giúp các bạn thuận tiện trong việc tìm kiếm thông tin liên quan.

# 1

## VI MẠCH LÀ GÌ?

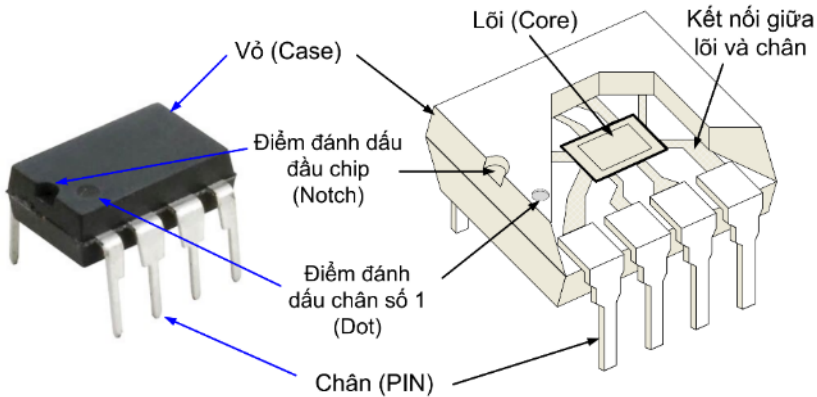
*Chương này sẽ giúp bạn đọc hiểu về vi mạch, quy trình thiết kế vi mạch và ứng dụng của vi mạch điện tử. Từ đó giúp các bạn hình dung được các đặc điểm của lĩnh vực thiết kế vi mạch.*

## 1.1 Vi mạch là gì?

Vi mạch là mạch điện tử rất nhỏ được đóng gói thành một linh kiện hoàn chỉnh. Vi mạch còn được gọi là chip hoặc mạch tích hợp, viết tắt là IC, là những linh kiện điện tử có lõi làm bằng vật liệu bán dẫn.

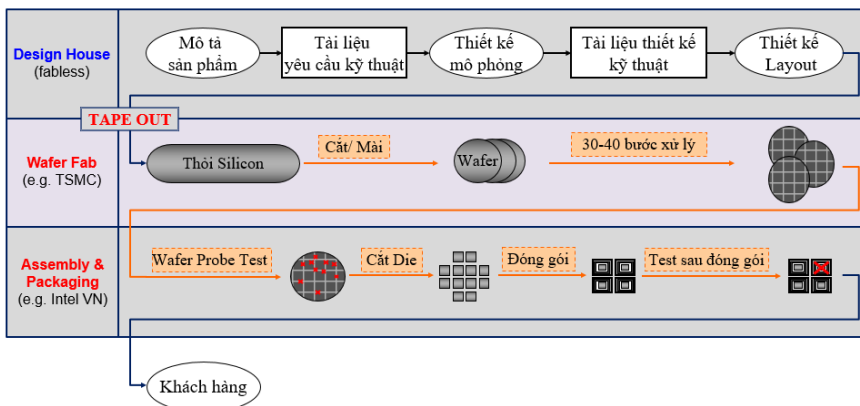
Cấu tạo cơ bản của một chip gồm:

1. Lõi thực thi toàn bộ chức năng của một vi mạch và làm bằng vật liệu bán dẫn.
2. Chân là thành phần dẫn điện được kết nối với lõi thông qua các dây dẫn.
3. Vỏ là một khối đồng nhất giữ cố định tất cả các thành phần khác và được làm bằng vật liệu cách điện.



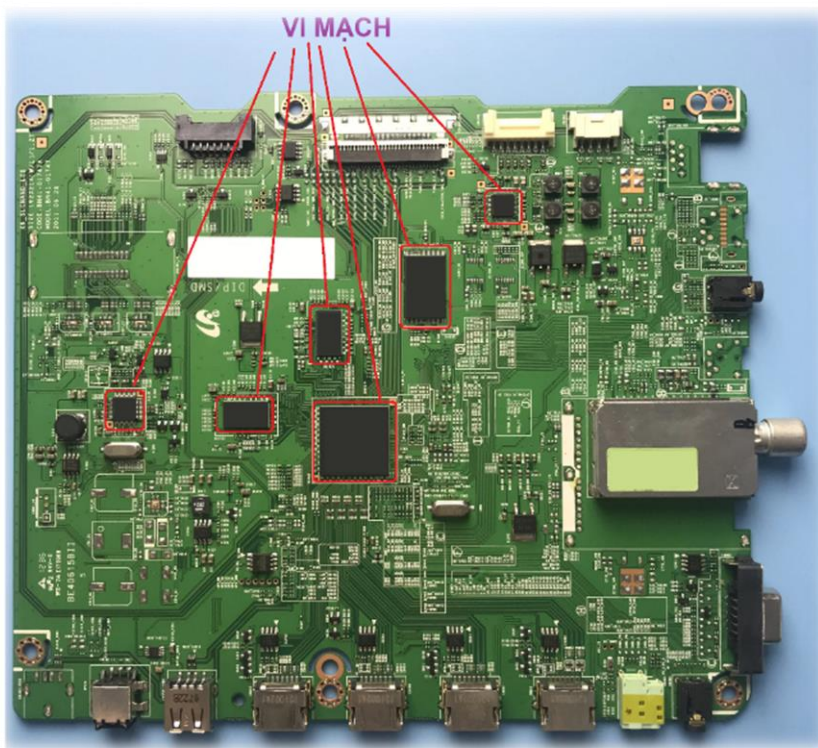
**Hình 1-1: Một vi mạch thực tế (trái) và cấu trúc vi mạch (phải)**

Quy trình tổng quan chế tạo ra chip gồm ba công đoạn chính: công đoạn thiết kế (design house), công đoạn sản xuất (wafer fab), và công đoạn đóng gói, kiểm tra (Assembly and Packaging.). Hiện tại, Việt Nam chưa có công đoạn sản xuất, nhưng đã có các doanh nghiệp hoạt động trong công đoạn thiết kế và công đoạn đóng gói, kiểm tra.



**Hình 1-2: Quy trình tổng quan thiết kế, chế tạo chip**

Vi mạch được sử dụng trong các bo mạch điện tử, một phần không thể thiếu của các thiết bị điện tử như máy tính, ti vi, máy giặt, tủ lạnh, điện thoại, ... Vi mạch là thành phần cốt lõi để chế tạo ra phần cứng hay bo mạch điện tử.



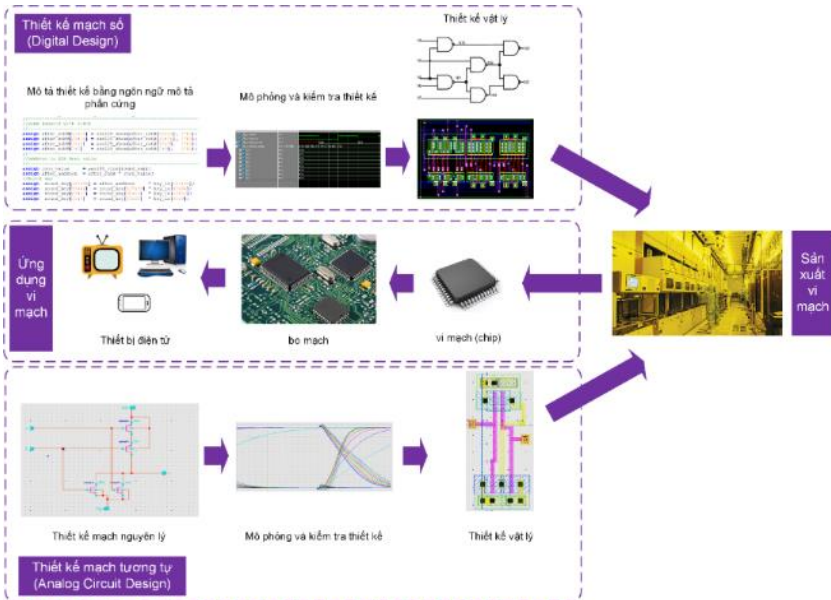
**Hình 1-3: Một bo mạch điện tử sử dụng rất nhiều vi mạch khác nhau**

## 1.2 Thiết kế vi mạch là gì?

Thiết kế vi mạch là quá trình tạo ra bản thiết kế của lõi chip mà nhà máy sản xuất vi mạch có thể sử dụng để chế tạo ra chip. Căn cứ vào loại tín hiệu mà vi mạch có thể xử lý, vi mạch được chia thành ba loại sau đây:

- Vi mạch số (Digital IC) xử lý tín hiệu rời rạc dựa trên mức logic là 0 và 1, hoặc cạnh chuyển của tín hiệu là cạnh lên và cạnh xuống.
- Vi mạch tương tự (Analog IC) xử lý các tín hiệu liên tục dựa trên thuộc tính tần số, điện áp, dòng điện, ... của tín hiệu.
- Vi mạch hỗn hợp (Mixed-signal IC) là chip tích hợp cả thành phần xử lý tín hiệu số và tín hiệu tương tự

Để có được một bản thiết kế vi mạch hoàn chỉnh, nhiều công đoạn khác nhau phải được thực hiện. Tuy có 3 loại vi mạch nhưng thiết kế vi mạch có thể được phân chia thành hai nhánh chính là thiết kế mạch số và thiết kế mạch tương tự.



Hình 1-4: Quá trình từ thiết kế đến ứng dụng của vi mạch

### 1.3 Quy trình cơ bản thiết kế vi mạch

Cách thức cũng như công cụ dùng cho thiết kế mạch số sẽ khác nhiều so với thiết kế mạch tương tự, nhưng quy trình cơ bản thiết kế vi mạch đều trải qua ba bước dưới đây:

**Bước 1.** Thiết kế mạch:

- *Mạch số:* Một thiết kế mạch số có thể được mô tả bằng một trong các ngôn ngữ mô tả phần cứng như Verilog, SystemVerilog, VHDL, SystemC, hoặc một vài ngôn ngữ khác nhưng bốn ngôn ngữ đã liệt kê có tỷ lệ sử dụng cao nhất trong công nghiệp vi mạch hiện nay.
- *Mạch tương tự:* Một phần mềm vẽ mạch được sử dụng để biểu diễn trực quan sơ đồ mạch nguyên lý, đó là bản vẽ thể hiện các đường nối giữa các cực của các linh kiện cơ bản như: mosfet, bipolar transistor, diode, tụ điện, điện trở, cuộn cảm; kèm theo các thông số cụ thể về kích thước hình học của từng linh kiện.

**Bước 2.** Mô phỏng và kiểm tra thiết kế: chức năng của thiết kế được kiểm tra bằng nhiều phần mềm chuyên dụng khác nhau để đảm bảo thiết kế hoạt động đúng như mong muốn.

**Bước 3.** Thiết kế vật lý: Thiết kế được chuyển đổi từ ngôn ngữ mô tả phần cứng hoặc sơ đồ mạch nguyên lý thành định dạng layout để làm được mask sử dụng cho các máy đúc chip trong nhà máy chế tạo và sản xuất vi mạch.

### 1.4 Ứng dụng của vi mạch

Kết thúc quá trình thiết kế, bản thiết kế hoàn chỉnh của lõi chip được gửi đến nhà máy để sản xuất ra vi mạch hoàn chỉnh. Các vi mạch sẽ được kết hợp với nhau trên các bo mạch điện tử dùng trong các thiết bị điện tử. Phần mềm, bao gồm firmware và software, được phát triển dựa trên nền tảng của phần cứng điện tử này.



# 2

## NGHỀ THIẾT KẾ VI MẠCH

*Nếu bạn quan tâm đến ngành thiết kế vi mạch và bạn cũng đã tốn khá nhiều thời gian loay hoay tìm hiểu "cần học gì?" thì nội dung chương này là câu trả lời cho câu hỏi đó. Ngoài ra, những gợi ý về lộ trình phát triển nghề nghiệp cũng sẽ được đề cập.*

## 2.1 Kiến thức chuyên môn cần học ở Đại học

Nhiều trường đại học có khoa điện-điện tử, điện tử viễn thông, công nghệ thông tin, khoa công nghệ, hoặc khoa vật lý đều giảng dạy các kiến thức cơ bản liên quan đến công nghệ vi mạch, mạch tích hợp hoặc bán dẫn. Tuy nhiên, công việc thực tế luôn đòi hỏi nhiều kiến thức chuyên môn và kỹ năng chuyên sâu hơn. Việc chuẩn bị các kiến thức cần thiết trong quá trình học đại học là lợi thế lớn trên con đường nghề nghiệp.

Đối với ngành thiết kế vi mạch, các kiến thức tạm được chia thành ba nhóm theo thứ tự ưu tiên như sau:

- Kiến thức cơ bản là kiến thức tối thiểu cần phải có. Đây là nhóm kiến thức chung của ngành điện tử, vật lý bán dẫn.
- Kiến thức chuyên môn là kiến thức chuyên sâu cho từng nhóm nghề.
- Kiến thức hỗ trợ là những kiến thức giúp công việc chuyên môn tốt hơn.

### 2.1.1 Nhóm kiến thức cơ bản

Những kiến thức thuộc nhóm này cần phải được học đầu tiên. Hầu hết các ngành liên quan đến kỹ thuật điện tử đều giảng dạy các kiến thức này trong các môn học bắt buộc hoặc tự chọn. Các nhóm kiến thức cơ bản cần thiết cho ngành vi mạch sẽ được liệt kê sau đây.

*Kiến thức về mạch điện và mạch điện tử:* việc hiểu những nguyên lý, cách tính toán và hoạt động của mạch điện là nền tảng giúp giải thích, phân tích các hiện tượng, và thông số điện của mạch điện.

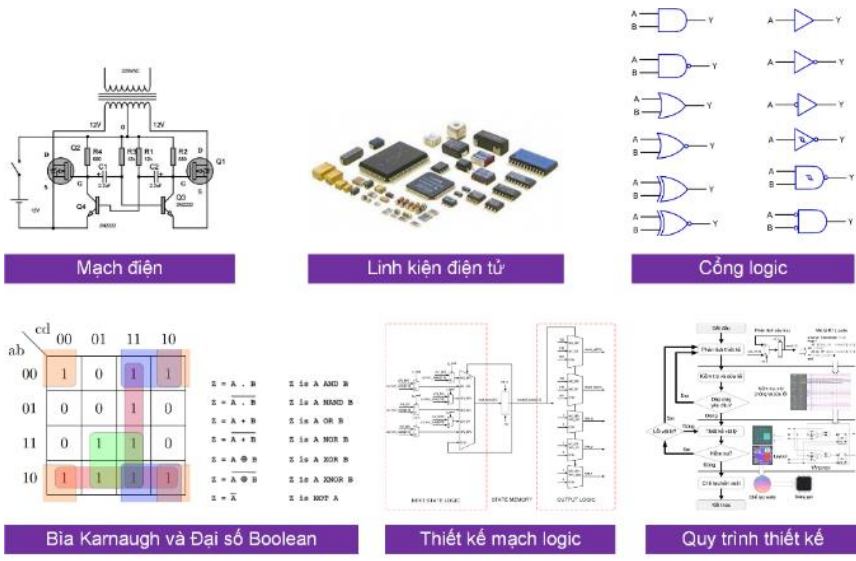
*Kiến thức về linh kiện điện tử:* các linh kiện điện tử như điện trở, tụ điện, ... và đặc biệt là các linh kiện bán dẫn như BJT, MOSTFET, CMOS là một phần không thể thiếu đối với kỹ sư điện tử. Vi mạch cũng là một loại linh kiện điện tử nên việc

hiểu cấu trúc, và hoạt động của một số linh kiện điện tử phức tạp và phổ biến sẽ là kinh nghiệm tốt khi bạn làm việc trong ngành thiết kế vi mạch.

*Kiến thức về các thành phần logic cơ bản:* Cấu trúc, chức năng, và hoạt động của các phần tử logic như AND, OR, XOR, NOT, NAND, NOR, Flip-Flop, Latch, ... sẽ được sử dụng thường xuyên ở hầu hết các khâu thiết kế.

*Kiến thức về thiết kế mạch logic:* Trọng tâm của thiết kế mạch số là các kiến thức về đại số Boolean, bìa Karnaugh, mạch tổ hợp, mạch tuần tự, và máy trạng thái.

*Kiến thức về quy trình thiết kế vi mạch:* Kiến thức tổng quan cần phải nắm để bạn có thể biết mối liên hệ giữa các khâu trong quy trình thiết kế. Từ đó, các kỹ sư có thể nhanh chóng hình dung ra công việc cần làm khi nhận công việc thực tế.



**Hình 2-1: Kiến thức cơ bản**

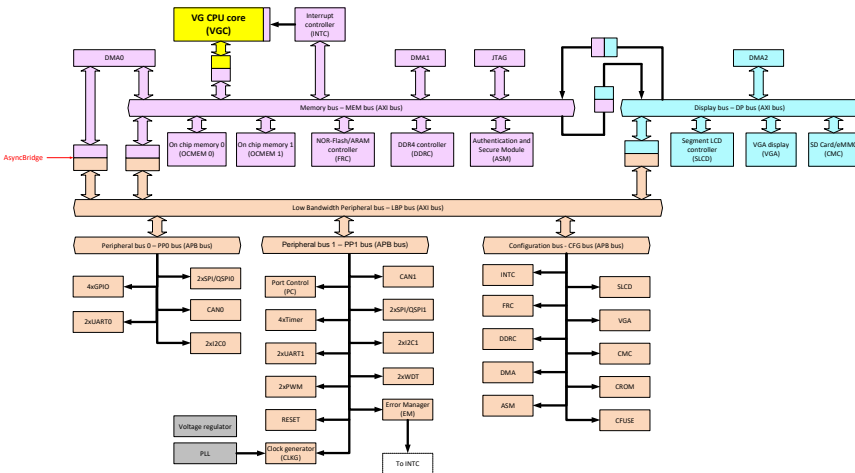
## 2.1.2 Kiến thức cho thiết kế mạch số

### 2.1.2.1 Kiến thức chung

*Kiến thức về chip SoC:* định nghĩa, vai trò, cấu trúc và các thành phần cơ bản của một chip SoC. Đối với phần này, hiểu chức năng và hoạt động của các thành phần trong một chip SoC như PLL, CPU, Bus, RAM, ADC, DAC, UART, SPI, ... là yêu cầu quan trọng. Mục tiêu chính của phần này không phải là tìm hiểu sâu về tất cả các thành phần trong SoC mà chỉ cần biết khái niệm các khối chức năng thông dụng.

*Kiến thức về vi điều khiển và vi xử lý:* vì các chip SoC hiện nay đều có lõi vi xử lý bên trong nên kiến thức này thường liên quan đến khá nhiều vị trí làm việc khác nhau trong lĩnh vực vi mạch. Hiểu được cấu trúc, hoạt động và vai trò của vi xử lý trong hệ thống, giúp bạn có cái nhìn tổng quan tốt về các chip SoC.

*Kiến thức về bus hệ thống:* đây cũng là một thành phần luôn có trong các chip SoC hiện nay. Với vai trò vận chuyển dữ liệu bên trong chip, bus hệ thống kết nối các thành phần chức năng bên trong chip và ảnh hưởng lớn đến hiệu quả xử lý của một chip SoC.



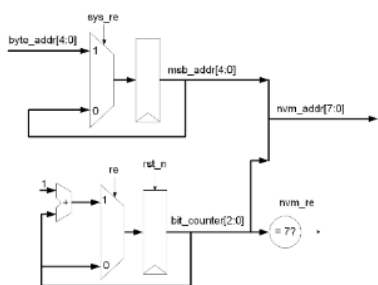
Hình 2-2: Ví dụ minh họa về cấu trúc một SoC

### 2.1.2.2 Kiến thức dành cho kỹ sư thiết kế số

Cấu trúc và chức năng của các mạch loại mạch số thường dùng như bộ mã hóa (encoder), bộ giải mã (decoder), mạch ghép kênh (MUX – Multiplexer), mạch tách kênh (DEMUX – Demultiplexer), mạch đếm (counter), mạch cộng (adder), mạch nhân (multiplier), FIFO, LIFO, mạch đồng bộ (synchronizer), mạch phát hiện cạnh (edge detector), ...

Kiến thức về ngôn ngữ mô tả phần cứng Verilog, System Verilog, VHDL để đọc hiểu và mô tả RTL code.

Các kỹ thuật thiết kế như thiết kế đồng bộ, thiết kế bất đồng bộ, thiết kế nhiều miền xung clock, thiết kế tần số cao, thiết kế công suất thấp, ...



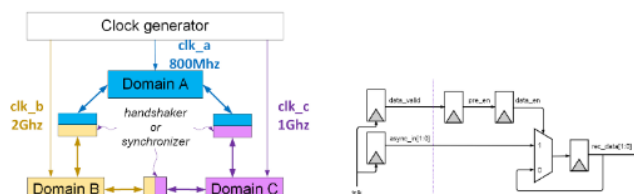
Mạch số thường dùng

```

always @ (posedge clk_sys) begin
    if (cipher_en | rkey_en) begin
        round_key_reg[127:0] <= round_key[127:0];
    end
end

architecture behv of OR_GATE is
begin
    process(X, Y)
    begin
        FZ <= X oE Y;    -- behavior des.
    end process;
end behv;
    
```

Ngôn ngữ mô tả phần cứng



Kỹ thuật thiết kế

Hình 2-3: Kiến thức chuyên môn dành cho kỹ sư thiết kế số

### 2.1.2.3 Kiến thức dành cho kỹ sư kiểm tra thiết kế số

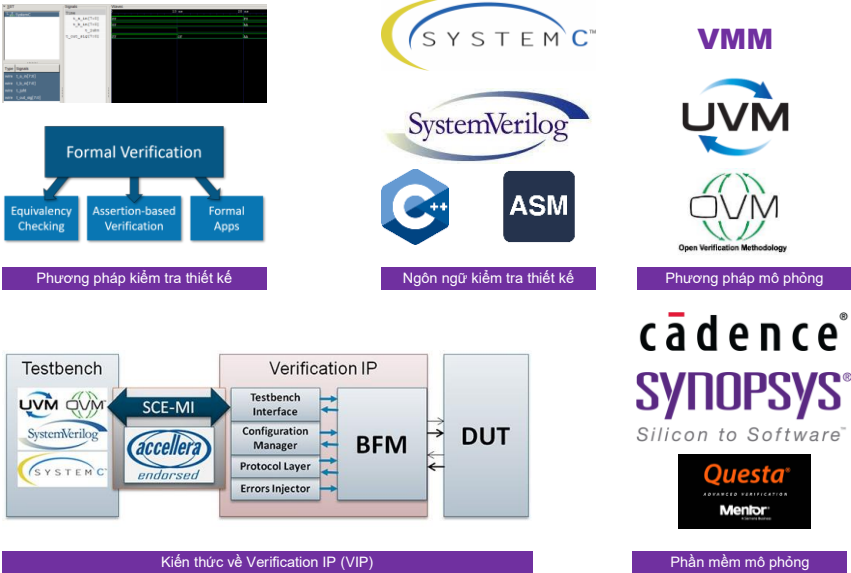
Kiến thức về các phương pháp kiểm tra thiết kế như phương pháp mô phỏng (simulation) hay kiểm tra formal (formal verification)

Ngôn ngữ mô phỏng System Verilog, SystemC, C/C++, assembly, ... để xây dựng môi trường mô phỏng và tạo các mẫu kiểm tra.

Kiến thức về các phương pháp mô phỏng như OVM, VMM, hay UVM. Phương pháp mô phỏng UVM (Universal Verification Methodology) là phương pháp mới nhất và đang ngày càng phổ biến nhất. Thư viện UVM được xây dựng trên ngôn ngữ System Verilog.

Kiến thức về VIP (Verification IP), VIP là những mô hình mô phỏng được xây dựng sẵn bởi nhiều nhà cung cấp khác nhau hoặc bởi chính kỹ sư mô phỏng để hỗ trợ kiểm tra thiết kế nhanh chóng.

Kiến thức về phần mềm mô phỏng, kiểm tra; gỡ lỗi (debugging) và phân tích dạng sóng (waveform) là kỹ năng không thể thiếu cho cả kỹ sư thiết kế và kiểm tra.



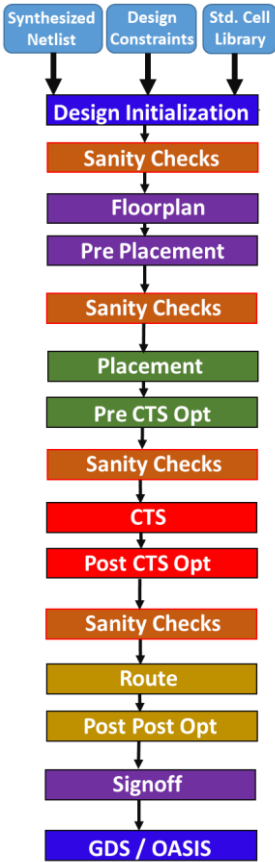
**Hình 2-4: Kiến thức dành cho kỹ sư kiểm tra thiết kế số**

#### 2.1.2.4 Kiến thức dành cho kỹ sư thiết kế vật lý

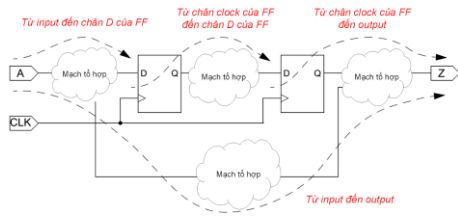
Kiến thức về phương pháp, quy trình thiết kế: IC số có quy mô vô cùng lớn từ hàng trăm triệu tới hàng tỷ phần tử do đó thiết kế vật lý chip số dựa trên sự hỗ trợ rất lớn của máy tính để có thể tự động hóa việc bố trí và nối dây. Để máy tính có thể tự động hóa được thì các phần tử logic cần phải được tiêu chuẩn hóa thành các standard cell; và các bước layout cần tuân thủ theo các yêu cầu tối ưu (design constraints) về diện tích, chiều dài dây nối tín hiệu, mật độ công suất tiêu thụ, phân bố đường clock (xung nhịp), vv... mà máy tính có thể hiểu được. Hiểu rõ quy trình các bước thiết kế vật lý như floor planning, power planning, placement, clock tree synthesis, routing và signoff sẽ giúp người kỹ sư điều khiển thành thạo được phần mềm hỗ trợ thiết kế cho ra kết quả tối ưu nhất như ý muốn.

Kiến thức về thư viện công nghệ (technology library): Mỗi nhà máy sản xuất đều sở hữu đặc điểm kỹ thuật theo công nghệ riêng biệt, thư viện công nghệ được cung cấp để chứa những thông tin về các đặc điểm vật lý và đặc tính điện của các phần tử, lớp vật liệu cũng như các quy tắc riêng theo từng công nghệ để người kỹ sư thiết kế sử dụng.

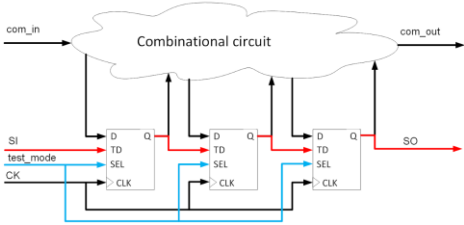
Kiến thức về phân tích nhưng quy định về thời gian (timing) tĩnh STA (Static Timing Analysis): STA là phương pháp xác định sự hợp lệ các ràng buộc tối ưu nhất về timing của thiết kế bằng cách tính toán và đánh giá thời gian tất cả các đường đi của dữ liệu và các kết nối trong thiết kế so với thời điểm thay đổi xung clock xem có vi phạm điều kiện timing cụ thể của mỗi công nghệ được sử dụng cho thiết kế. Phân tích tĩnh có nghĩa là tính toán mang tính thống kê từ cơ sở dữ liệu ở mỗi bước thiết kế chứ không cần phải chạy mô phỏng theo thời gian. Các loại kiểm tra timing cơ bản gồm kiểm tra setup, kiểm tra hold, kiểm tra data-to-data, kiểm tra recovery và kiểm tra removal.



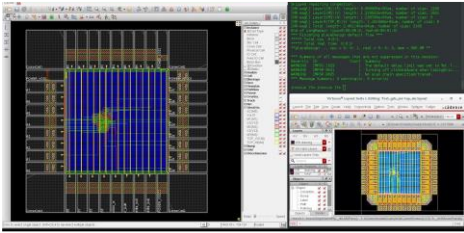
Quy trình thiết kế vật lý



STA (Static Timing Analysis)



DFT (Design For Test)



Phần mềm

**Hình 2-5: Kiến thức dành cho kỹ sư thiết kế vật lý**

Kiến thức về DFT (Design For Test): Kỹ sư thiết kế chỉ có thể đảm bảo chức năng của thiết kế không có lỗi bằng các kết quả mô phỏng đang tin cậy, chứ không thể đảm bảo quá trình sản xuất (fabrication) không có bất cứ sai hỏng nào. Việc có thể kiểm tra chip có sai hỏng trong quá trình sản xuất một cách nhanh chóng và chính xác có ý nghĩa rất lớn trong toàn bộ quá trình đưa sản phẩm vi mạch ra thị trường. Các lỗi thường gặp là: stuck-at-0, s-a-0; stuck-at-1, s-a-1; ngắn mạch (short), hở mạch (open). DFT là kỹ thuật giúp kiểm tra chip có gặp phải sai hỏng trong quá trình sản xuất một cách đầy đủ và nhanh



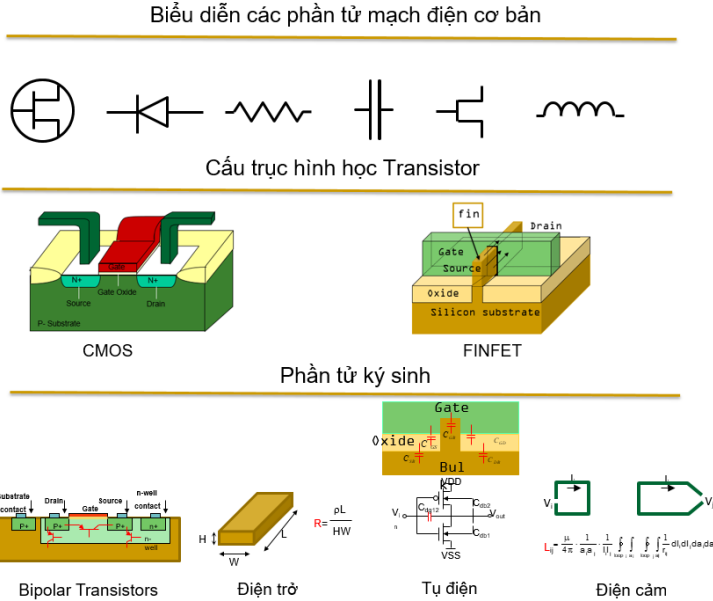
chống bằng cách chủ động đưa thêm vào các mạch logic dùng cho việc kiểm tra chip. Không có DFT, chip vẫn có thể được kiểm tra thông qua đo đạc và chạy các test chức năng (function test) trên chip nhưng thời gian test rất lâu và không đảm bảo toàn bộ chip được test đầy đủ (coverage thấp). Tuy nhiên, việc áp dụng kỹ thuật DFT sẽ làm kích thước chip lớn hơn do phải thêm các logic phục vụ việc kiểm tra. Do đó việc cân bằng giữa quy mô mạch logic thêm vào và hiệu quả được đánh giá bằng thời gian test và tỷ lệ thiết kế được kiểm tra, cũng là công việc rất quan trọng.

Kiến thức về phần mềm: Đối với người thiết kế mức vật lý, việc hiểu, cấu hình đúng phần mềm; thiết lập các ràng buộc đúng và đủ là rất quan trọng vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng của bản thiết kế vật lý.

## 2.1.3 Kiến thức cho thiết kế mạch tương tự

### 2.1.3.1 Kiến thức chung

Mạch tương tự được biểu diễn bằng các bản vẽ trong đó kết nối giữa các phần tử linh kiện được biểu diễn bằng các đoạn thẳng hình học trực quan. Do đó kiến thức về nguyên lý hoạt động của các mạch điện cơ bản trong các bài giảng lý thuyết mạch, thiết kế mạch, ... ví dụ mạch gương dòng điện, mạch khuếch đại một tầng đơn, mạch khuếch đại vi sai, mạch ổn áp, mạch điều chế, mạch so sánh, mạch tạo dao động, mạch tạo điện áp tham chiếu, các mạch biến đổi giữa tín hiệu tương tự và tín hiệu số, ... cần được hiểu rất rõ.

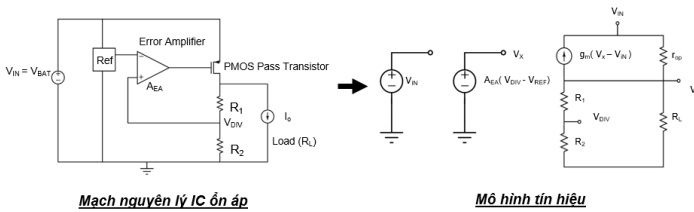


**Hình 2-6: Cấu trúc vật lý và sự hình thành các phần tử ký sinh trong quá trình chế tạo phần tử cơ bản của mạch điện**

Các vi mạch tương tự làm việc trong dải điện áp rộng, nhạy cảm đối với các tác động của môi trường cao, do đó kiến thức về các cấu trúc vật lý, các bước công nghệ chế tạo cơ bản, cũng như sự hình thành các phần tử ký sinh do quá trình chế tạo các phần tử cơ bản của mạch điện cũng cần được tìm hiểu kỹ càng.

### 2.1.3.2 Kiến thức dành cho kỹ sư thiết kế tương tự

Kiến thức nền tảng về phân tích và thiết kế mạch điện: đây là kiến thức để người kỹ sư: (1) có thể phân tích được mạch điện, nghĩa là từ một mạch điện sẵn có, người kỹ sư cần biết được cách thức để tính ra các thông số của mạch điện; và (2) tìm ra mạch điện thoả mãn một tập các thông số cho trước. Đó là các kiến thức về các mô hình tín hiệu dùng để phân tích nguyên lý của dòng điện, điện áp trong các mạch điện từ cơ bản tới phức tạp.



**Mạch nguyên lý IC ổn áp**

**Mô hình tín hiệu**

$$V_O \left( \frac{1}{r_{op}} + \frac{1}{R_L} + \frac{1}{R_1} \right) - V_{DIT} \left( \frac{1}{R_1} - g_m A_{EA} \right) - g_m A_{EA} V_{REF} = V_{IN} \left( \frac{1}{r_{op}} + g_m \right) \quad (1) \quad \text{and} \quad V_{DIT} \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) - \frac{V_O}{R_1} = 0 \quad (2)$$

Từ (1) và (2), ta có công thức tính  $V_O$  như sau:

$$V_O = \frac{V_{IN}(1 + A_{PT}) + V_{REF} A_{PT} A_{EA}}{(1 + \beta A_{PT} A_{EA}) + \frac{r_{op}}{R_L}}$$

Trong đó:  $A_{PT} = g_m r_{op}$ ,  $\beta = R_2 / (R_1 + R_2)$ , and  $(R_1 + R_2) \gg R_L$

Nếu  $A_{PT} A_{EA} \beta$  và  $A_{PT}$  là rất lớn hơn 1, ta có:

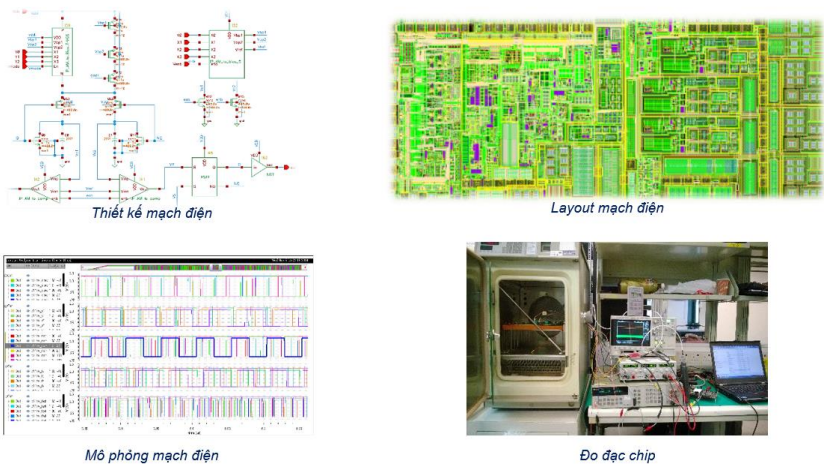
$$V_O \cong \frac{V_m}{A_{EA} \beta} + \frac{V_{REF}}{\beta}$$

#### Hình 2-7: Minh họa việc sử dụng mô hình tín hiệu nhỏ để phân tích thông số sự phụ thuộc điện áp ra/vào đối với mạch IC ổn áp.

Kiến thức về các phần mềm hỗ trợ vẽ mạch điện và mô phỏng SPICE: các phần mềm máy tính hiện nay hỗ trợ rất lớn cho việc thiết kế vi mạch, hiểu biết cách sử dụng các phần mềm hỗ trợ vẽ mạch điện và mô phỏng là yêu cầu bắt buộc đối với kỹ sư thiết kế vi mạch tương tự.

Kiến thức về layout mạch điện: Trong mạch điện nguyên lý, các phần tử mạch điện có những yêu cầu về layout khác nhau, ví dụ vị trí đặt linh kiện có cần đối xứng hay không, kích thước dây kim loại có lưu ý gì đặc biệt hay không, ... do đó kiến thức về layout mạch điện cũng rất cần thiết để đảm bảo layout đúng với ý đồ thiết kế.

Kiến thức về việc sử dụng các trang thiết bị máy đo: sau khi chip được sản xuất, nếu có vấn đề thì kỹ sư thiết kế phải trực tiếp kiểm tra, tìm hiểu xem vấn đề nằm ở đâu, do đó kỹ sư thiết kế vi mạch tương tự cũng cần biết cách sử dụng các máy phát sóng, máy đo hiện sóng, các đồng hồ đo, hàn gắn linh kiện.



**Hình 2-8: Kiến thức cần có của kỹ sư thiết kế vi mạch tương tự**

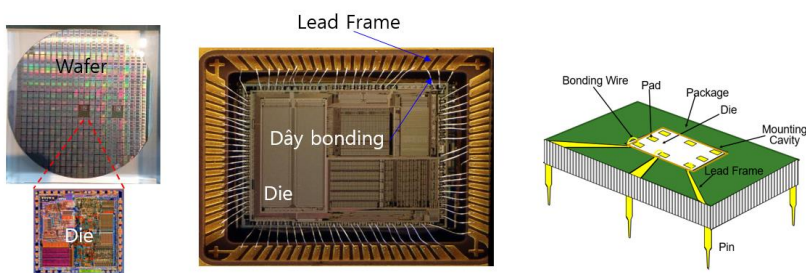
Kiến thức viết tài liệu kỹ thuật: Ngoài bản vẽ sơ đồ nguyên lý và mô phỏng, các tài liệu thiết kế cũng đóng vai trò khá quan trọng. Tài liệu này mô tả chức năng của mạch điện, giải thích sơ đồ nguyên lý với các thông số về kích thước, kết quả mô phỏng, ... nhằm phục vụ mục đích lưu trữ, tham chiếu khi cần trong các cuộc họp kỹ thuật với các bộ phận chức năng khác. Một tài liệu đầy đủ, dễ theo dõi sẽ thể hiện được chất lượng của một bản thiết kế.

**2.1.3.3 Kiến thức dành cho kỹ sư thiết kế layout**

Kiến thức đọc hiểu mạch điện nguyên lý: thiết kế layout cho vi mạch tương tự được làm thủ công ở tất cả các bước do các phần tử mạch điện không được chuẩn hóa về kích thước như các phần tử logic trong thiết kế vật lý mạch số. Người kỹ sư cần đọc hiểu các thông số, thông tin kích thước hình học và các yêu cầu từ bộ phận thiết kế mạch của từng linh kiện trong mạch

điện nguyên lý rồi đặt, vẽ từng lớp vật liệu, từng đường dây dẫn, ... để chuyển hóa sơ đồ mạch điện nguyên lý thành định dạng để có thể dùng trong nhà máy sản xuất chế tạo chip. Tấm silicon khá mỏng và dễ bị tổn thương nhất là tại vị trí các cạnh và góc của chip bởi áp lực vật lý cơ học trong quá trình cắt, mài mỏng. Do đó đọc hiểu mạch điện cũng giúp cho việc bố trí vị trí phù hợp trên mặt phẳng chip đối với các khối mạch có chức năng “nhạy cảm” như khối điện áp tham chiếu và khối tạo dao động (tránh đặt ở vị trí góc cạnh chip).

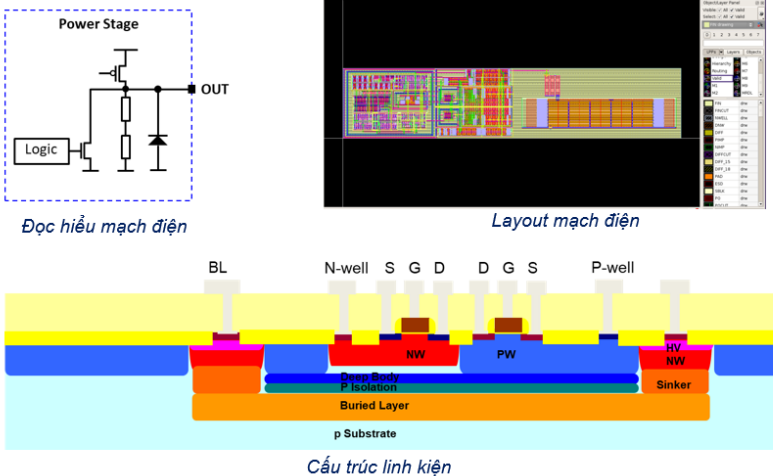
Kiến thức về các bước đóng gói linh kiện điện tử: chip sau khi được đúc tại các xưởng đúc chip, sẽ được chuyển tới công đoạn đóng gói, tại đây các chân của chip sẽ được kết nối từ bề mặt wafer ra tới các tiếp xúc kim loại tại chân vỏ ngoài của chip. Do đó sơ đồ lead frame nhận được từ bộ phận sản xuất, sơ đồ bonding, sơ đồ ball mapping cần được kỹ sư layout xem xét kỹ để có thể cố định vị trí các pad trong suốt quá trình layout. Từ cơ sở đó người kỹ sư layout mới có thể bắt đầu tiến hành bố trí các mạch điện thành phần.



**Hình 2-9: Minh họa đóng gói linh kiện điện tử**

Kiến thức các quy tắc đặc thù của công nghệ chế tạo: Đối với người thiết kế layout thì những thông tin về diện tích là rất quan trọng, người thiết kế có bao nhiêu khoảng trống để vẫy vùng là có thể tìm thấy và ước lượng ở bước nghiên cứu công nghệ này. Đó là xem công nghệ có những loại linh kiện (devices) nào, các quy định về kích thước hình học tối thiểu/đôi đa có thể vẽ của từng lớp vật liệu cụ thể ra sao. Ở đây hình vẽ các mặt cắt ngang

của các linh kiện là rất cần thiết để hiểu vai trò và tác dụng của các lớp cũng như các phần tử ký sinh.



**Hình 2-10: Kiến thức cần có của kỹ sư thiết kế layout mạch tương tự**  
Kiến thức một số phần mềm layout: các phần mềm này cho phép thể hiện hình vẽ các biểu tượng linh kiện trong mạch điện thành những khối đa giác hình học. Có thể kể đến các phần mềm như: Cadence Virtuoso Layout Editor, Custom Compiler, LEdit, Klayout ...

### 2.1.4 Kiến thức hỗ trợ

Kiến thức về nền tảng Linux: Vì các phần mềm chuyên dụng chạy trên nền tảng Linux nên các kỹ năng như cài đặt phần mềm, cấu trúc sắp xếp thư mục, nguyên lý gọi và chạy phần mềm, sử dụng lệnh và thao tác trên cửa sổ lệnh (terminal), ... sẽ gắn liền với công việc mỗi ngày.

Kiến thức về các editor: Các trình soạn thảo như VIM, XEMACS, ... được sử dụng phổ biến trên Linux.

Ngôn ngữ script: Các ngôn ngữ script như Tcl, Perl, C-shell, Python, Make, ... được sử dụng chủ yếu để chạy các phần mềm và giúp bạn rút ngắn thời gian làm việc bằng cách tự động hóa nhiều công việc.

Kiến thức về FPGA: Khi sử dụng FPGA bạn cũng sẽ làm các công việc như thiết kế, RTL coding, mô phỏng, tổng hợp, phân tích timing, ... Tuy thiết kế trên FPGA khác với thiết kế ASIC nhưng các bạn sẽ học được nhiều khái niệm thuật ngữ, kỹ năng chung như bên thiết kế ASIC.

Kiến thức về các phần mềm mã nguồn mở dùng trong thiết kế vi mạch: Bạn sẽ khó tiếp cận được các phần mềm chuyên dụng trong ngành thiết kế vi mạch vì chúng là các phần mềm bản quyền có giá rất cao. Tuy nhiên, việc tiếp cận các phần mềm online hoặc mã nguồn mở sẽ hỗ trợ giải quyết một phần nhu cầu thực hành và tìm hiểu khi học tập.



Hệ điều hành Linux

Trình soạn thảo

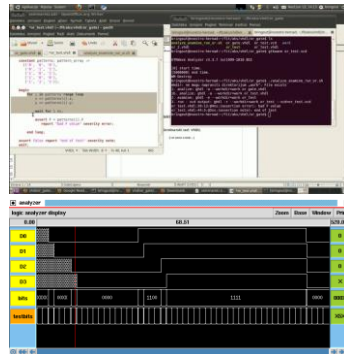
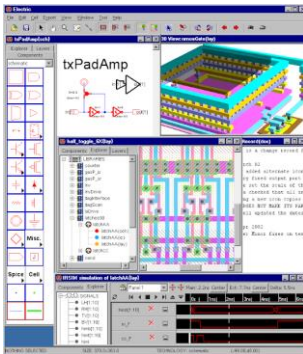


GNU Make



Ngôn ngữ Script

FPGA



Phần mềm mã nguồn mở

Hình 2-11: Kiến thức hỗ trợ

## 2.2 Lộ trình phát triển nghề nghiệp

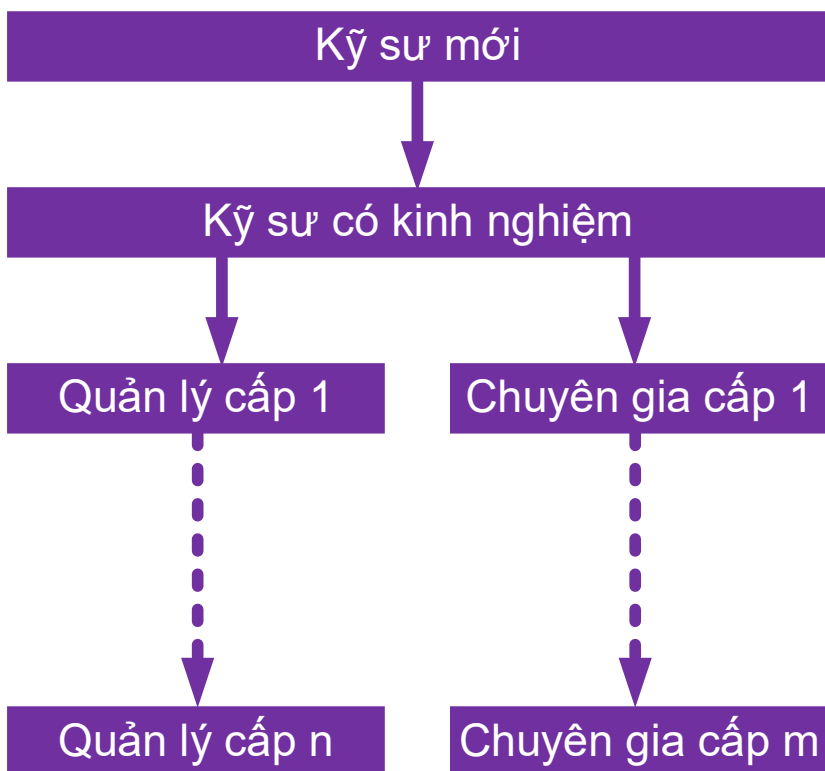
Trong các ngành công nghệ nói chung và thiết kế vi mạch nói riêng, các công ty chuyên nghiệp luôn có tiêu chí rõ ràng và phân định rõ hai nhánh nghề nghiệp là “quản lý” và “chuyên gia”. Với xuất phát điểm là một kỹ sư khi mới ra trường, bạn thường sẽ cần một vài năm đầu để trau dồi kỹ năng và kinh nghiệm chuyên môn. Sau khi đạt được một số thành tựu nhất định về chuyên môn và quen thuộc với môi trường làm việc công nghiệp thì bạn bắt đầu phấn đấu cho định hướng nghề nghiệp đã lựa chọn.

Sự khác biệt chính giữa “quản lý” và “chuyên gia” là trình độ chuyên môn kỹ thuật và trình độ chuyên môn quản trị. Trong khi chuyên gia đầu tư phát triển trình độ chuyên môn kỹ thuật để giải quyết các vấn đề kỹ thuật thì quản lý sẽ phát triển mạnh về hướng chuyên môn quản trị.

Đối với hướng quản lý, các kỹ năng về giao tiếp, lập kế hoạch, quản lý thời gian, đánh giá con người, phát triển đội nhóm, định hướng phát triển, ... và các kỹ năng mềm khác sẽ được chú trọng phát triển. Về chuyên môn kỹ thuật, càng lên quản lý cấp cao, sự hiểu biết về chi tiết kỹ thuật sẽ giảm dần nhưng kỹ thuật tổng quan vẫn được duy trì và phát triển.

Đối với hướng chuyên gia, các thông tin và chi tiết về kỹ thuật, công nghệ, phần mềm sẽ được phát triển ngày càng mạnh thông qua công việc và dự án thực tế. Về kỹ năng quản trị, các chuyên gia thường sẽ mạnh về quản lý cá nhân, biết sắp xếp và quản lý công việc của mình ngày càng khoa học để tránh ảnh hưởng đến công việc của các khâu khác.





**Hình 2-12: Lộ trình phát triển nghề nghiệp**

*Lưu ý:* định nghĩa về mức độ kinh nghiệm là dựa trên khả năng thực hiện công việc, cụ thể:

- Kỹ sư mức *Intern/Trainee*: thực tập sinh, cần đào tạo từ 3 tới 6 tháng mới có thể bắt đầu làm việc.
- Kỹ sư mức *Junior*: kỹ sư chưa có nhiều kinh nghiệm, nhưng sau quá trình đào tạo có thể thực hiện được công việc với sự hướng dẫn từ các kỹ sư có kinh nghiệm hơn.
- Kỹ sư mức *Engineer*: kỹ sư được bắt đầu được tin tưởng giao phụ trách chính các nhiệm vụ tương đối độc lập.
- Kỹ sư mức *Senior*: kỹ sư có khả năng chịu trách nhiệm chính nhiệm vụ độc lập, phức tạp và có thể hướng dẫn cho các kỹ sư ít kinh nghiệm hơn.

- Kỹ sư mức *Staff*: kỹ sư chính, có khả năng phụ trách chính đồng thời một vài nhiệm vụ và chịu trách nhiệm công việc cho cả đội nhóm.
- Kỹ sư mức *Principal*: kỹ sư nhiều kinh nghiệm phụ trách kỹ thuật cho toàn bộ hay những phần khó nhất của chip. Kỹ sư ở mức này không chỉ có khả năng tự giải quyết các vấn đề kỹ thuật phát sinh và còn đề xuất các giải pháp nâng cao chất lượng thiết kế, và hỗ trợ giải quyết các vấn đề cho các kỹ sư cấp thấp hơn.

Ngoài ra, nhiều cấp kỹ sư mức cao hơn sẽ không mô tả chi tiết ở đây.

## Phụ Lục 1: NHÓM TÁC GIẢ



**Nguyễn Thanh Yên** Tốt nghiệp đại học bách khoa Hà Nội, chuyên ngành điện tử viễn thông năm 2005, và nhận bằng thạc sỹ khoa học, chuyên ngành kỹ thuật vi mạch, đại học quốc gia Singapore năm 2012. Trước khi đảm nhận vị trí kỹ sư trưởng tại công ty CoAsia SEMI Vietnam hiện tại, anh Yên sáng lập đơn vị LSI cung cấp dịch vụ thiết kế chip vi mạch cho các khách hàng quốc tế tại FPT Software, tại đây anh Yên đã thành công thiết lập, quản lý, vận hành và phát triển đội ngũ 130 kỹ sư thiết kế vi mạch chỉ trong 3 năm từ con số không ban đầu. Từ năm 2008 tới năm 2014, anh Yên làm việc cho công ty Infineon Technologies, phụ trách thiết kế các mạch điện tương tự hiệu suất cho sản phẩm biến đổi nguồn và vi điều khiển 32 bit sử dụng trong các ứng dụng cho ô tô. Trước năm 2008, anh Yên làm việc cho công ty Active-Semi, nay là công ty Qorvo Việt Nam với vai trò là kỹ sư thiết kế vi mạch tương tự cho các sản phẩm quản lý nguồn. Anh Yên còn là thành viên quản trị cộng đồng kỹ sư vi mạch Việt Nam với hơn 26000 thành viên. Anh Yên rất tích cực tham gia vào các hoạt động phát triển cộng đồng vi mạch Việt, bao gồm: viết bài, thực hiện tổ chức các hội thảo trực tuyến và trực tiếp, các khóa đào tạo miễn phí về “Thiết kế chip” cho các bạn sinh viên muốn củng cố kiến thức nền tảng liên quan đến thiết kế chip vi mạch ./.



**Nguyễn Hùng Quân** tốt nghiệp Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh năm 2009, chuyên ngành Điện Tử. Sau khi ra trường, anh làm việc tại công ty ICDREC trước khi chuyển sang công ty RVC, Ampere Computing Vietnam, và hiện tại anh là quản lý nhóm thiết kế RTL tại công ty BOS Semiconductors Vietnam. Lĩnh vực chuyên môn của anh là thiết

kế vi mạch số. Anh đã từng tham gia thiết kế, cũng như tích hợp trực tiếp nhiều lõi IP của nhiều dòng chip vi điều khiển và SoC khác nhau như chip vi điều khiển 8-bit, 32-bit, chip dành cho xe hơi, chip dành cho server và data center, ... Bên cạnh đó, anh còn tham gia công tác đào tạo chuyên môn cho các bạn sinh viên và kỹ sư theo chuyên ngành vi mạch trong giai đoạn từ năm 2012 đến 2016. Đồng thời, với mong muốn tạo động lực cho các bạn sinh viên và các kỹ sư mới tham gia vào ngành vi mạch, anh đã thành lập các trang cá nhân để chia sẻ, trao đổi kiến thức và thông tin miễn phí ./.

## Phụ Lục 2 : TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *SIA*, <https://www.semiconductors.org/>
2. *Blog đào tạo vi mạch miễn phí*,  
<https://nguyenquanicd.blogspot.com/>
3. *Facebook Cộng đồng vi mạch Việt Nam*  
<https://www.facebook.com/groups/vimachvn/>
4. *Synopsys*, “*University Software Program*”,  
<https://www.synopsys.com/academic-research/university.html>