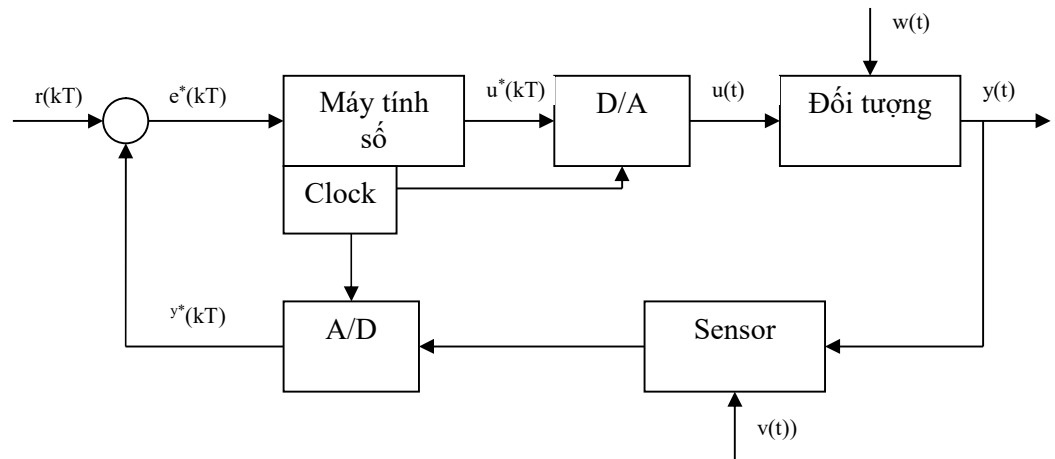


# CHƯƠNG 1. CẤU TRÚC PHẦN CỨNG CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN SỐ.

## I. SƠ ĐỒ KHỐI HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN SỐ.



Hình 1

Trong đó:

$r$ : Đại lượng đặt hoặc giá trị cần điều khiển đầu vào

$u$ - Tác động điều khiển hoặc đầu vào cơ cấu chấp hành

$y$ - Đại lượng điều khiển hoặc tín hiệu ra

$y^*$  - Giá trị đo hoặc đầu ra của Sensor – là giá trị sấp xỉ của  $y(t)$

$e^*=r-y^*$  - Sai lệch hiện thị

$e=r-y$  – sai lệch hệ thống

$w$  –Đại lượng nhiễu tác động vào đối tượng

$v$ - Đại lượng nhiễu tác động vào đầu đo

A/D - Bộ chuyển đổi tương tự số

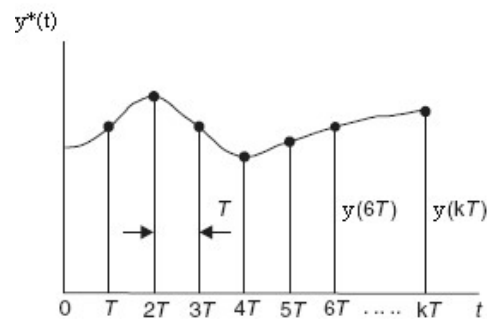
D/A – Bộ chuyển đổi số-tương tự

Hệ điều khiển ở đây đề cập tới là hệ điều khiển có phản hồi, đảm bảo giá trị đầu ra  $y(t)$  tiệm cận với giá trị đặt  $r$ , trong cả trường hợp  $r=0$ .

Hệ thống điều chỉnh làm việc tốt trong cả điều kiện có nhiễu  $w, v$  gọi là hệ thống điều chỉnh loại trừ nhiễu. Hệ thống điều chỉnh làm việc tốt trong cả điều kiện thay đổi tham số của đối tượng gọi là hệ thống không nhạy với tham số này. hệ thống có cả 2 thuộc tính trên được gọi là bền vững.

Trước tiên ta quan tâm đến bộ chuyển đổi tương tự số (A/D). Đại lượng đầu vào là giá trị vật lý thông thường là điện áp được chuyển đổi thành 1 chuỗi số. trong hình trên đại lượng đầu vào lấy từ cổng ra của thiết bị cảm biến và đầu ra bộ chuyển đổi sẽ cấp các dãy số và máy tính điều khiển. Giá trị đầu ra Sensor  $y^*$  được lưu trữ và đưa vào bộ so sánh, sai số đưa vào máy tính số. Chúng ta cần biết nhịp thời gian thời gian các con số này với mục đích phân tích đặc tính động của hệ thống. Thời gian này được ký hiệu là  $T$  và gọi là thời gian trích mẫu. trong thực tế, có trường hợp hệ điều khiển số có thời gian trích mẫu thay đổi hoặc trong hệ thống có những thành phần có thời gian trích mẫu khác nhau.

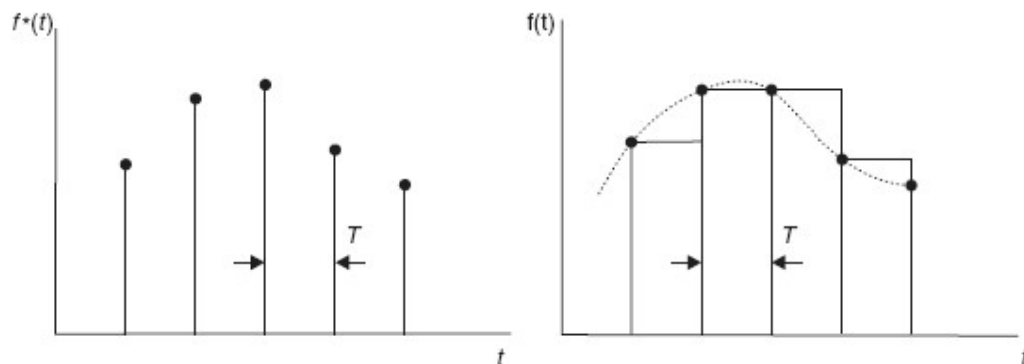
Với giá trị trích mẫu  $T$ , quan hệ giữa giá trị đầu vào  $y$  và đầu ra  $y^*$  như sau:



Hình 2

Trong bộ biến đổi ADC có các khối rời rạc hóa theo mức, độ chính xác của phép biến đổi phụ thuộc vào giá trị của mức rời rạc hóa.

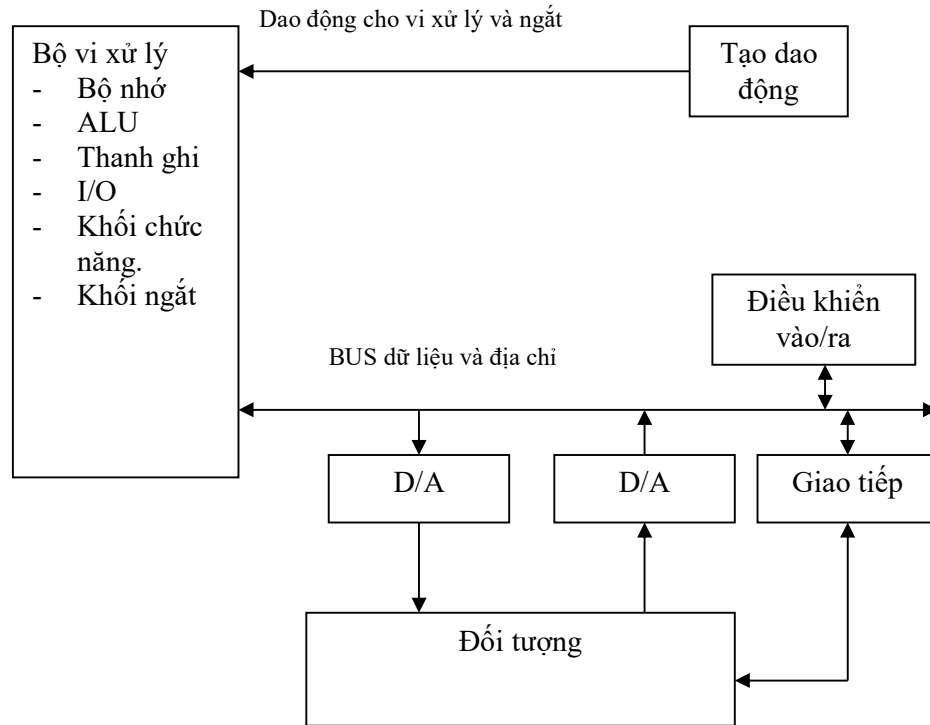
Như vậy bộ biến đổi ADC có 2 tham số quan trọng là thời gian biến đổi  $T$  (tương ứng với thời gian trích mẫu) và số lượng bit chuyển đổi (tương ứng với mức rời rạc hóa)



Hình 3

Một thành phần quan trọng nữa trong sơ đồ khối trên là bộ biến đổi số tương tự DAC. Nguyên tắc làm việc như sau: Giá trị đầu ra sẽ được giữ không thay đổi đến khi nhận được giá trị đầu vào tiếp theo.

Từ sơ đồ khối của hệ thống điều khiển số trên, ta sẽ chuyển thành sơ đồ thiết kế của hệ thống điều khiển số sử dụng trên hệ vi xử lý.



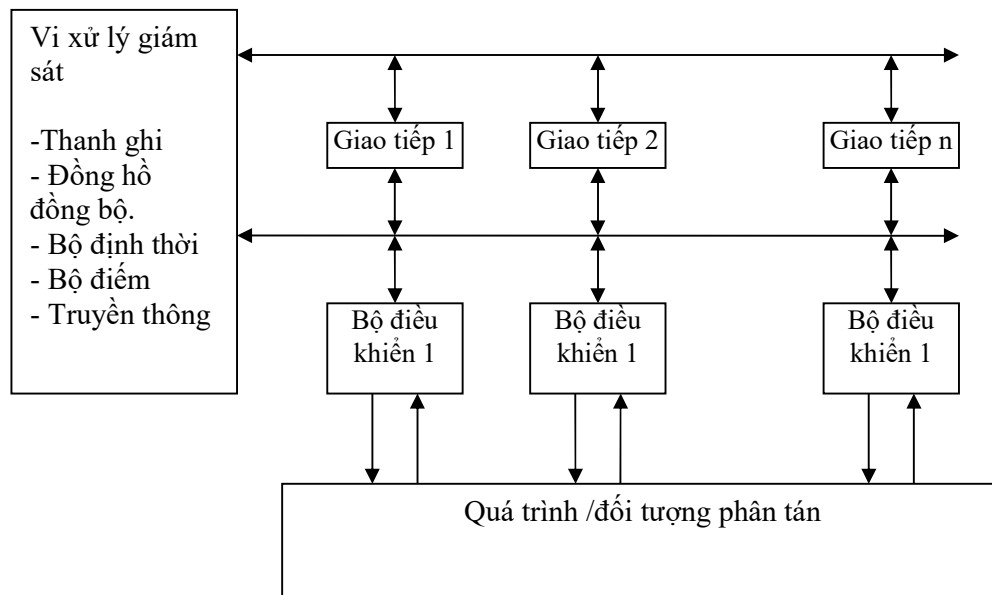
Hình 4

Khi thiết kế chế tạo thiết bị điều khiển số cần quan tâm đến một số thông số kỹ thuật sau:

- Khả năng đáp ứng được bài toán cần giải quyết
- Giá của thiết bị
- Kích thước và các điều kiện vận hành của chúng

Từ những năm 50 thế kỷ trước đã có những máy tính điều khiển số, tuy nhiên giá của chúng có thể đến hàng trăm nghìn USD và kích thước chiếm cả 1 căn phòng lớn. Đến những năm 80, xuất hiện các dòng vi xử lý đơn Chip tích hợp bên trong bộ nhớ, cổng vào ra và chức năng biến đổi D/A, A/D. Hiện nay với công nghệ hiện đại, kích thước của Chip ngày càng nhỏ tính năng càng được mở rộng và giá thành ngày càng giảm.

Với nhiều bài toán, người ta còn sử dụng nhiều hệ điều khiển số được ghép nối với nhau để giải quyết nhiều vấn đề (điều khiển phân tán)



Hình 5. Hệ điều khiển phân tán

## II. CÁC ỨNG DỤNG CỦA HỆ THỐNG NHÚNG

### 2.1 Điều khiển động cơ, điện tử công suất và chiếu sáng.

Với dạng điều khiển động cơ bao gồm động cơ 1 chiều, động cơ 1 chiều không chổi than (Brushed DC), động cơ bước, động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu, động cơ xoay chiều. Với các ứng dụng trong hệ thống chiếu sáng như chiếu sáng thông minh: điều khiển màu sắc và độ sáng, điều khiển theo môi trường, điều khiển năng lượng theo hiệu năng.

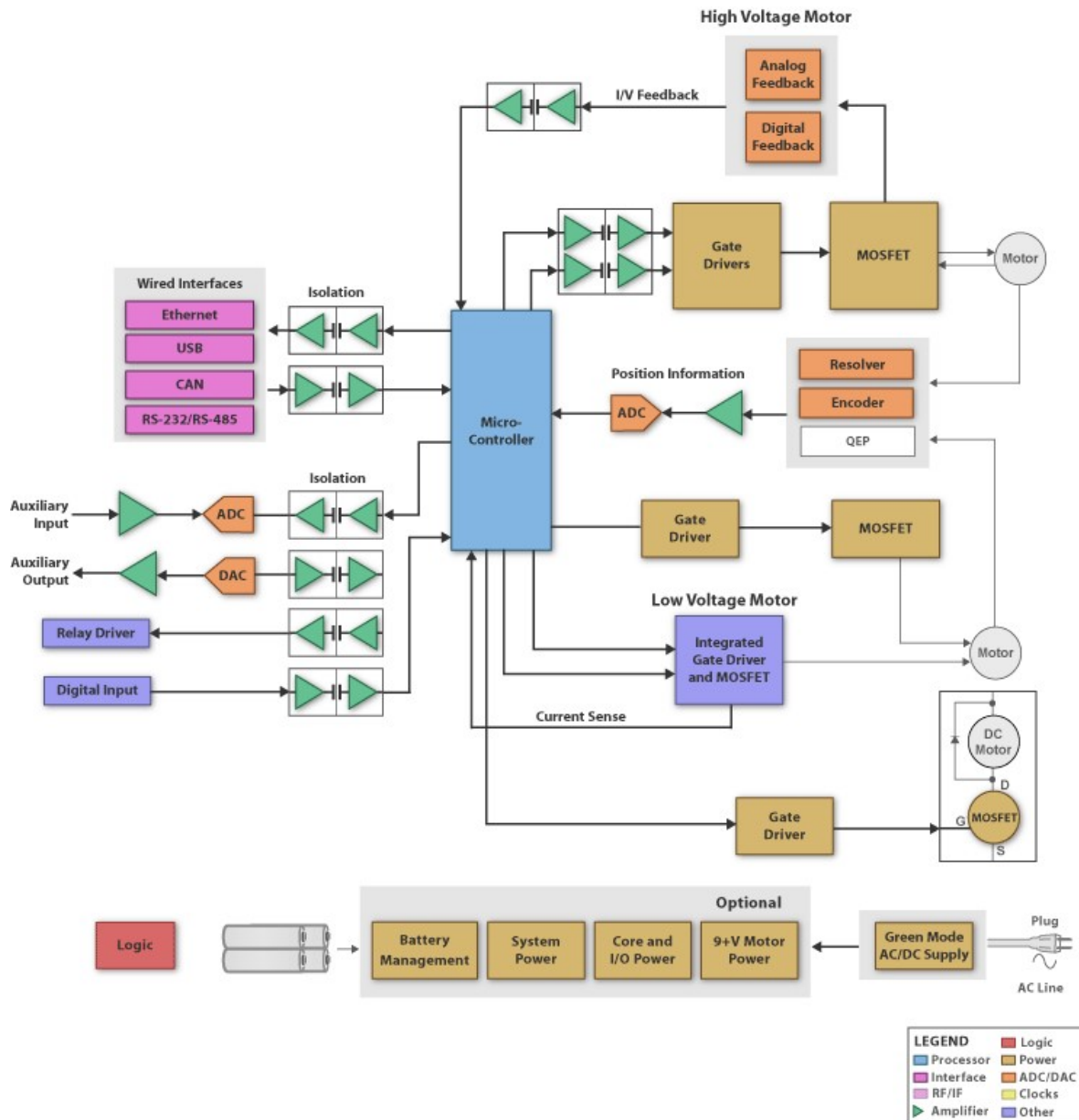
Trong mô hình trên điều khiển các dạng động cơ sau:

- Điều khiển động cơ có đảo chiều, công suất lớn có phản hồi tốc độ, vị trí, dòng điện và điện áp.
- Điều khiển động cơ không cần đảo chiều, có phản hồi tốc độ hoặc vị trí.
- Điều khiển động cơ công suất nhỏ

Các khối chức năng của bộ điều khiển động cơ bao gồm:

- MicroControler: Vi điều khiển xử lý
- Gate Driver: Bộ điều khiển khối Trazitor công suất MOSFET.

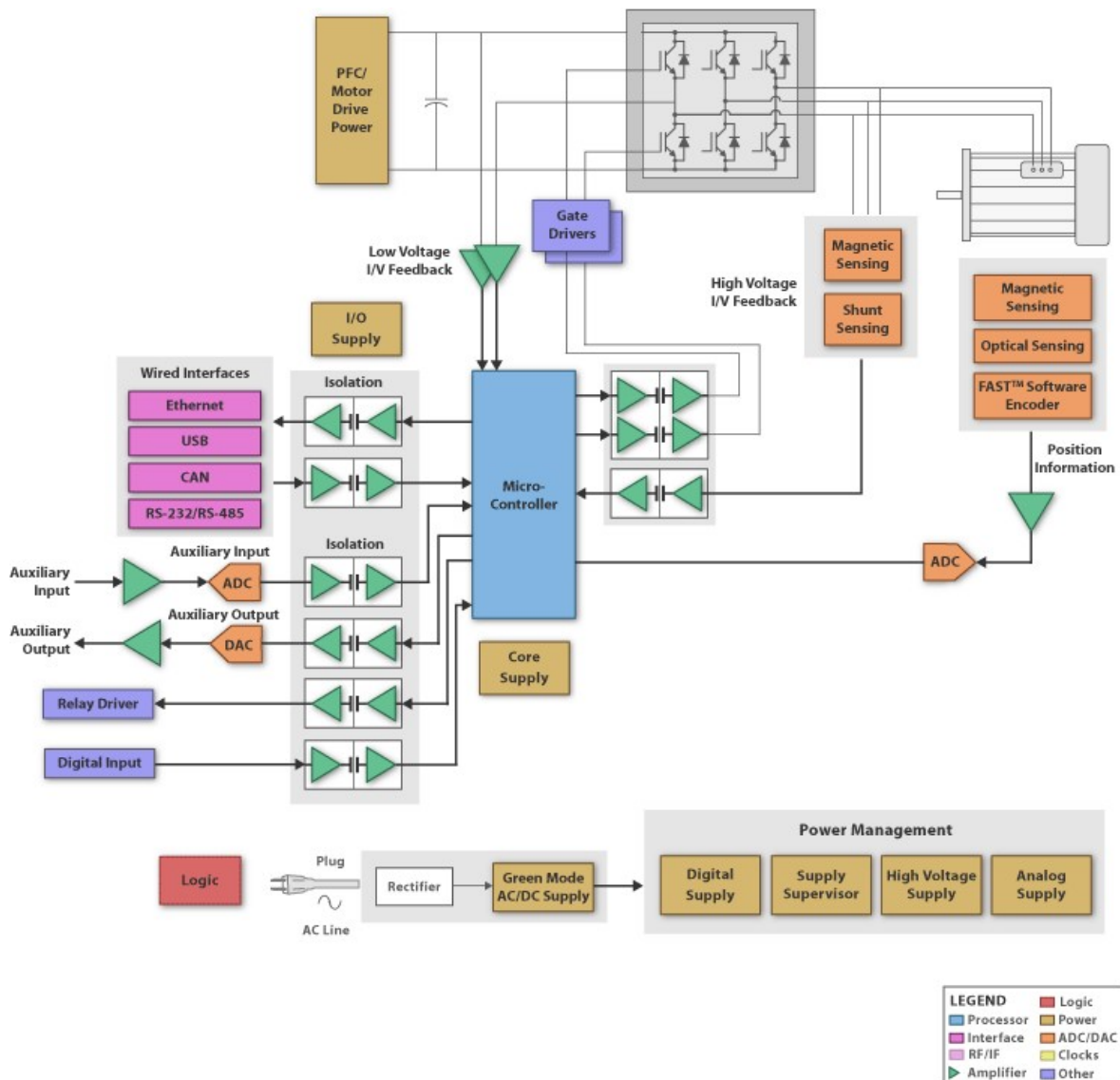
- Position Information: Xác định vị trí đầu trục của động cơ



Hình 6. Mô hình bộ điều khiển động cơ 1 chiều

- High Voltage Motor: Motor hoạt động ở điện áp cao >110V
- Low Voltage Motor: Motor hoạt động ở điện áp thấp <110V
- Analog Feedback: Khối phản hồi tương tự
- Digital Feedback: Khối phản hồi số.
- I/V feedback: Tín hiệu phản hồi điện áp và dòng điện

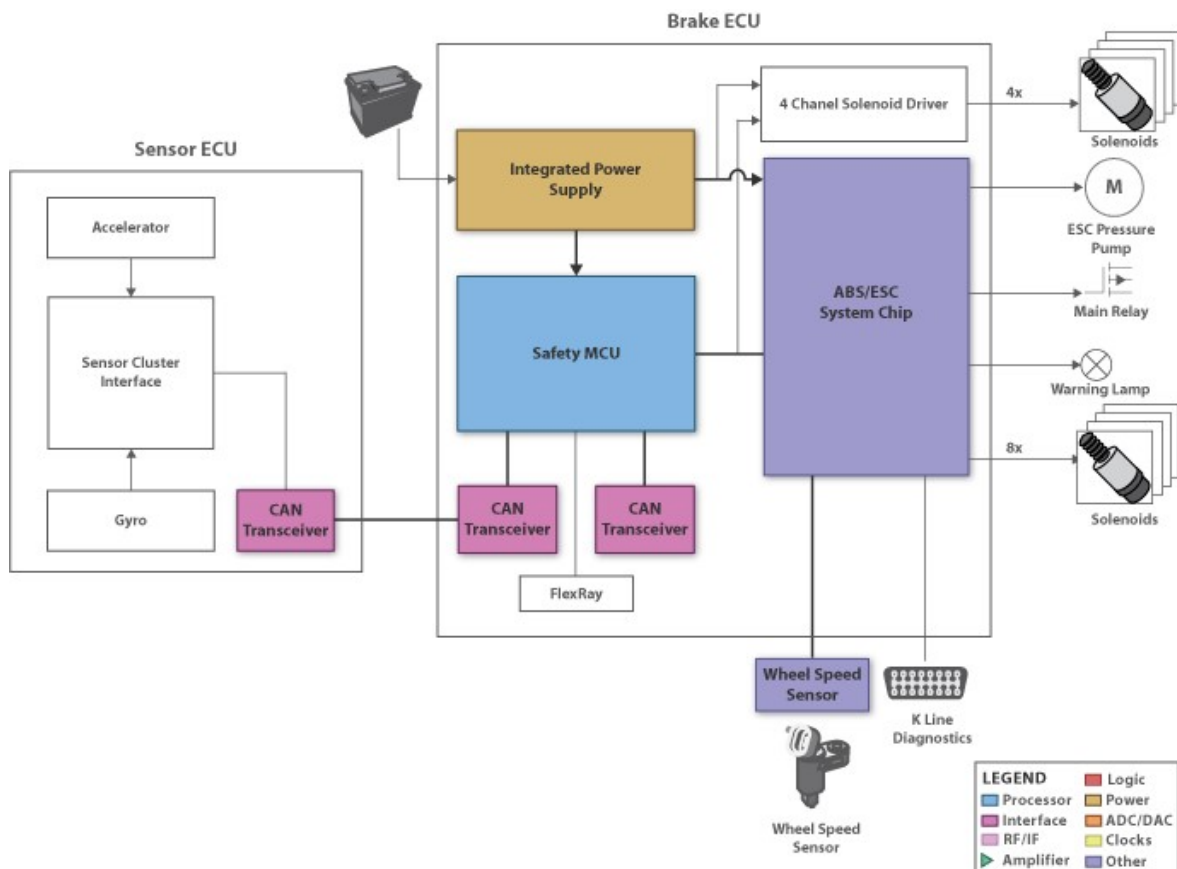
- Encoder, QEP (Quadrature Encoder Pulse), Resolver: Bộ đo tốc độ, vị trí xung.
- Isolation: Bộ phân cách li quang
- Wire Interface: Giao tiếp truyền thông Ethernet, CAN, USB, RS232, RS485
- Auxiliary Input/Output : Các cổng vào ra Analog
- Relay Driver: Khối điều khiển Rơ le ra
- Digital Input: Cổng vào số
- Battery Management: Khối quản lý Pin cấp nguồn



Hình 7. Mô hình bộ điều khiển động cơ không đồng bộ 3 pha

- System Power: Hệ thống nguồn
- Core and I/O Power: Khối cấp nguồn cho mạch chính và khối vào ra
- 9+V Motor Power: Khối cấp nguồn 9V cho động cơ
- Green Mode AC/DC Supply: Khối biến đổi nguồn AC/DC
- Shun Sensing: Khối đo dòng dùng Shun
- Magnetic sensing: khối đo từ thông
- Optical Sensing: Khối đo dùng quang
- Supply Supervisor: Khối giám sát nguồn
- High Voltage Supply: Khối cấp nguồn điện áp cao
- Analog Supply: Khối cấp nguồn Analog
- Motor Driver Power: Khối cấp nguồn công suất 1 chiều

## 2.2 Trong lĩnh vực điện tử ô tô.



Hình 8. Bộ điều khiển phanh ABS (Anti-lock Braking System)

Hệ thống điều khiển phun xăng điện tử, hệ thống cân bằng xe, hệ thống kết nối dữ liệu trên xe CAN, hệ thống Camera quan sát, hệ thống đèn chiếu sáng, khóa điện tử và cơ cấu chấp hành thông minh, thiết bị hộp đen.

Trong mô hình bộ điều khiển phanh ABS có các thiết bị sau:

- Sensor ECU: Khối cảm biến đo độ cân bằng xe gồm cảm biến gia tốc và vận tốc góc. Kết quả phép đo thông quang mạng CAN truyền về bộ điều khiển.
- Brake ECU: Bộ điều khiển phanh gồm các khối cấp nguồn từ ác quy (Integrated Power Supply), Vi xử lý an toàn (Safety MCU), Mạng truyền dữ liệu CAN (CAN Transceiver), Chip điều khiển phanh (ABS System Chip), Bộ điều khiển 4 kênh van thủy lực.
- Solenoid : Van thủy lực điều khiển tác động phanh
- ESC Pressure Pump: Bơm dầu thủy lực
- Main Relay: Rơ le điều khiển chính
- Warning Lamp: Đèn cảnh báo
- Wheel Speed Sensor: Cảm biến đo tốc độ của bánh xe
- K Line Diagnostics: Kết nối với hệ thống chuẩn đoán lỗi trên xe.

### 2.3 Ứng dụng trong ngôi nhà thông minh:

Hệ thống phát hiện tiếp cận, hệ thống điều khiển thiết bị trong tòa nhà và hệ thống liên kết dữ liệu với người dùng.

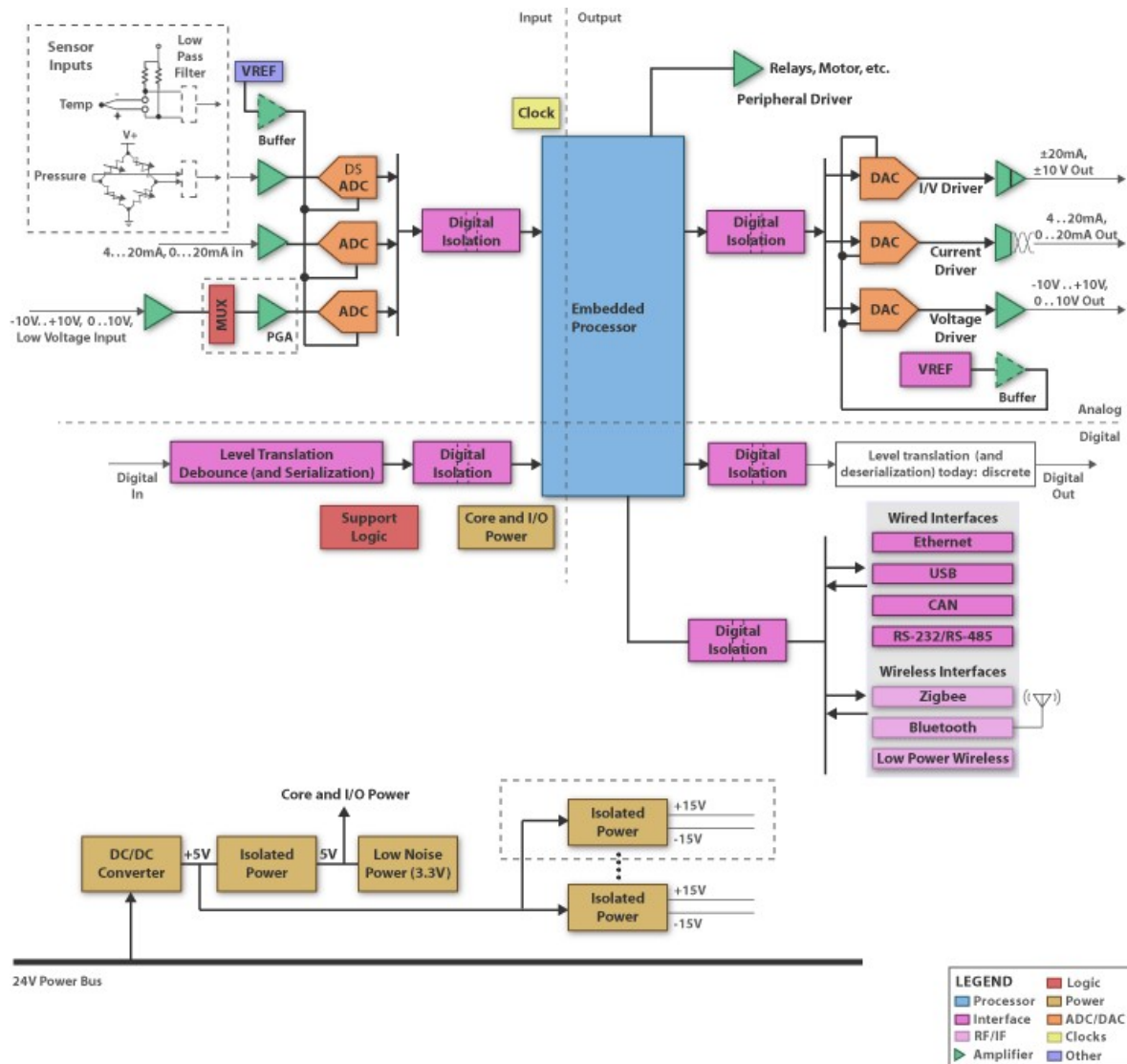
### 2.4 Bộ điều khiển Logic PLC:

Trong mô hình thiết bị gồm:

- Khối các đầu vào Analog: gồm bộ đệm đầu vào (Buffer), khối tạo điện áp chuẩn  $V_{ref}$ , bộ khuếch đại thuật toán lập trình PGA, bộ biến đổi ADC.
- Các tín hiệu đầu vào Analog có thể từ các đầu đo như nhiệt độ (Temp), áp lực (Pressure), tín hiệu dòng điện (0-20mA, 4-20mA), tín hiệu điện áp (-10V đến +10V, 0 đến 10V).
- Digital Isolation: Khối cách ly số
- Khối đầu ra Analog gồm khối DAC, bộ điều khiển dòng/áp (I/V Driver), bộ điều khiển dòng (Current Driver), bộ điều khiển điện áp (Voltage Driver).



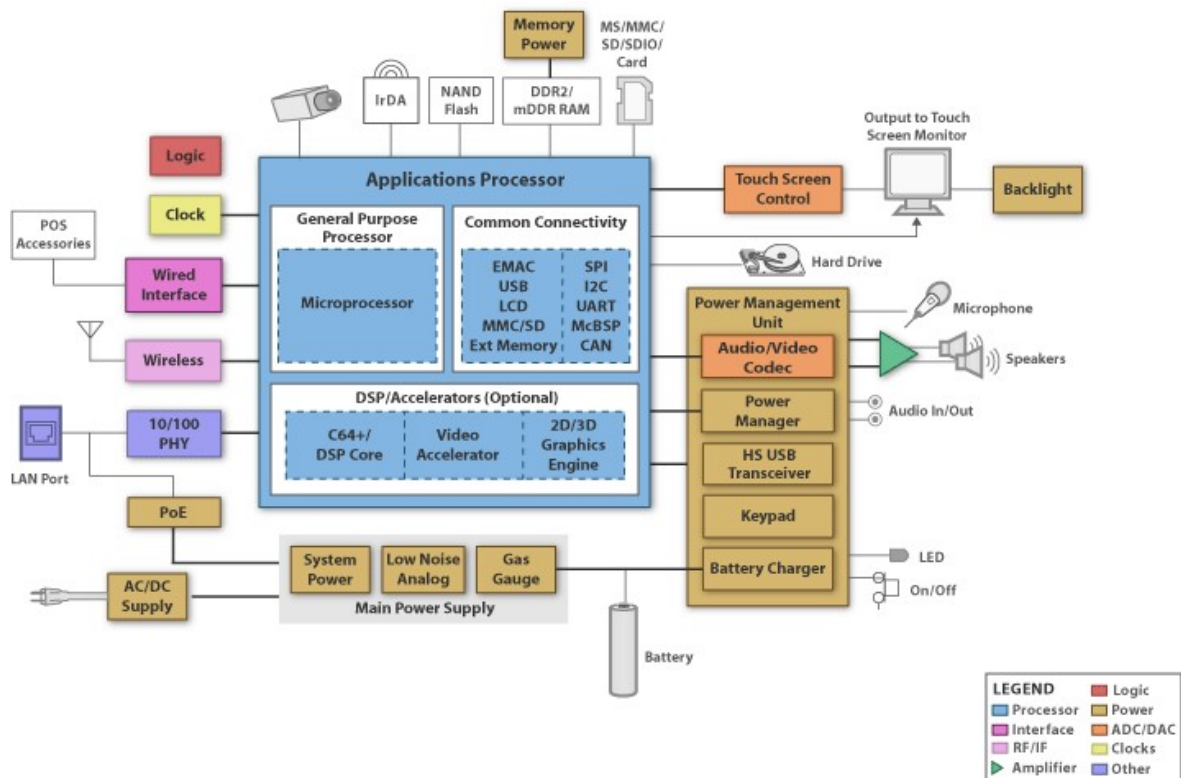
- Digital In: Đầu vào số gồm có khối chuyển mức điện áp và chuyển dữ liệu song song/nối tiếp (Level Translation Debounce (and Serialization)).
- Support Logic: Khối Logic



Hình 9. Mô hình bộ điều khiển Logic PLC

- DC/DC Converter : Bộ chuyển nguồn DC/DC.
- Isolated Power: Khối nguồn cách ly.
- Low Noise Power (3.3V): Khối nguồn nhiễu thấp.

2.5 Điều khiển giao tiếp với người sử dụng thông qua màn hình Graphic, LCD, màn hình chạm (Touch) và hệ thống nhận dạng tiếng nói.



Hình 10. Mô hình hệ thống giao tiếp người sử dụng.

Bao gồm có các hệ thống sau:

- Applications Processor: Khối xử lý ứng dụng gồm các thành phần: Khối xử lý cơ bản (General Purpose Processor) có nhiệm vụ xử lý các bài toán thông dụng, Khối kết nối (Common Connectivity) có nhiệm vụ kết nối với thiết bị ngoại vi thông qua các chuẩn truyền thông như LAN, USB, SPI, I2C, UART, CAN hoặc kết nối với màn hình LCD, bộ nhớ ngoài, thẻ nhớ MMC/SD.
- Khối xử lý tín hiệu số DSP/xử lý đồ họa tốc độ cao. (DSP/Accelerator). Khối này có nhiệm vụ xử lý các bài toán với thuật toán xử lý phức tạp như lọc số, điều khiển thông minh hay xử lý hình ảnh và âm thanh. Khối này có thể có các thành phần như lõi xử lý DSP (DSP Core), Card tăng tốc Video (Video Accelerator), Bộ xử lý ảnh 3D/2D (3D/2D Graphics Engine).
- Các khối kết nối bên ngoài gồm Camera, cổng truyền nhận hồng ngoại (IrDA), bộ nhớ ngoài NAND Flash, RAM tốc độ cao (DDR2/mDDR RAM), thẻ nhớ (MMC SD/SDIO Card), màn hình chạm (Touch Screen Monitor), Ổ đĩa cứng (Hard Driver) và khối mã hóa tín hiệu hình ảnh/ âm thanh (Audio/Video Codec).
- Khối quản lý năng lượng (Power Management Unit) và cấp nguồn (Main Power Supply).

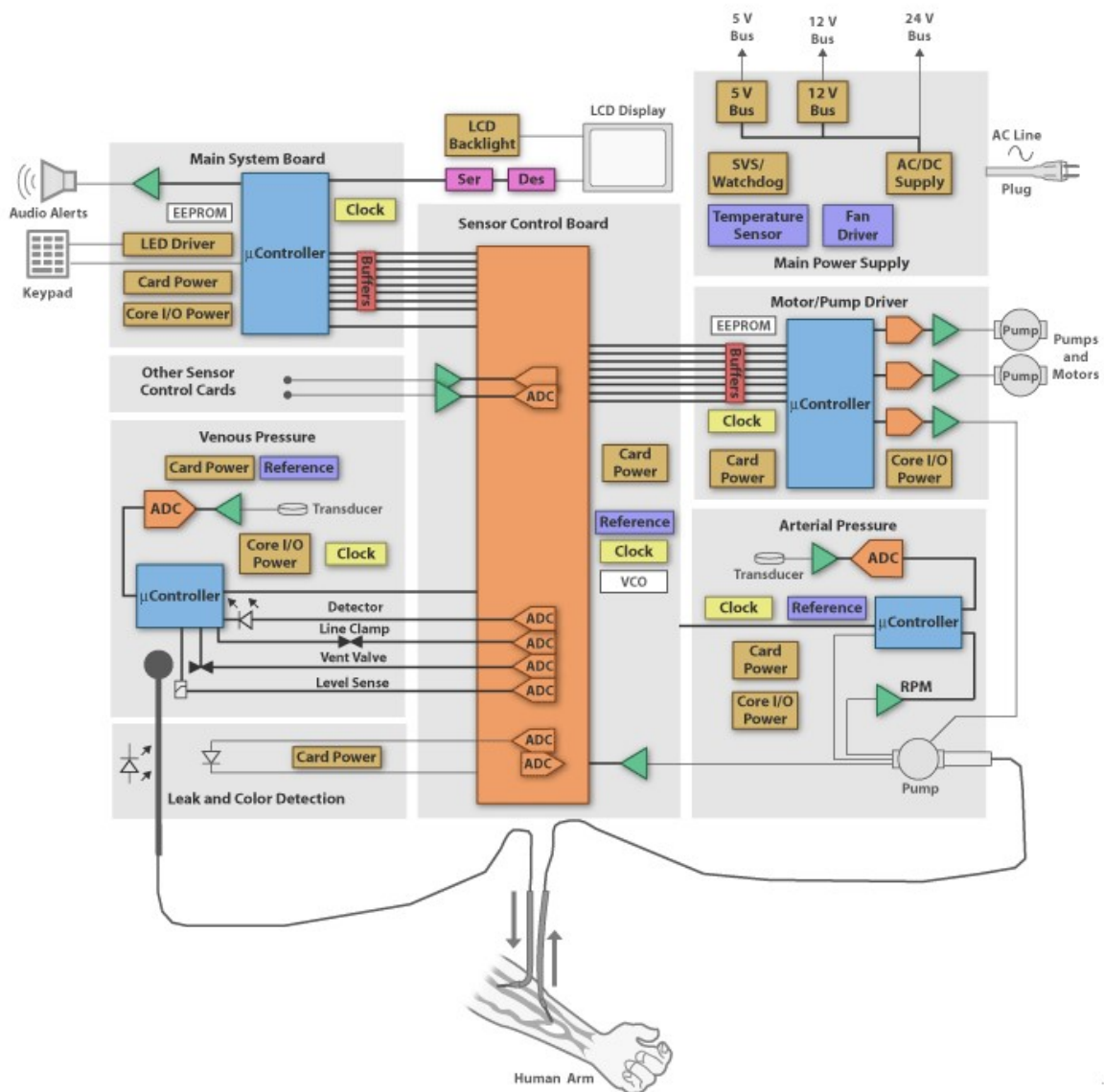
2.6 Hệ thống truyền thông: Wireless, USB, Ethernet, CAN, RFID ...

2.7 Các hệ thống đòi hỏi mức độ tiêu thụ năng lượng thấp như các thiết bị di động

2.8 Điện tử y tế



Hình 11. Thiết bị theo dõi sức khỏe



Hình 12 Mô hình thiết bị lọc máu

Thiết bị được sử dụng như 1 quả thận nhân tạo có nhiệm vụ lọc máu cho những bệnh nhân bị suy giảm chức năng thận. Thiết bị lọc máu sử dụng các bộ phận cơ điện tử để kiểm soát và lọc các chất độc trong máu trên cơ sở dùng hệ thống màng lọc. Để đảm bảo an toàn cho bệnh nhân thiết bị cần đáp ứng các tiêu chuẩn cao về an toàn dịch tễ, và không cho phép xảy ra lỗi trong quá trình vận hành. Trong trường hợp này việc sử dụng cơ chế khởi động lại (Reset) khi phát hiện lỗi không được phép sử dụng. Hệ thống sẽ sử dụng chế độ an toàn để kiểm soát để dừng việc lấy máu từ động mạch và khóa đường tĩnh mạch cho bệnh nhân.

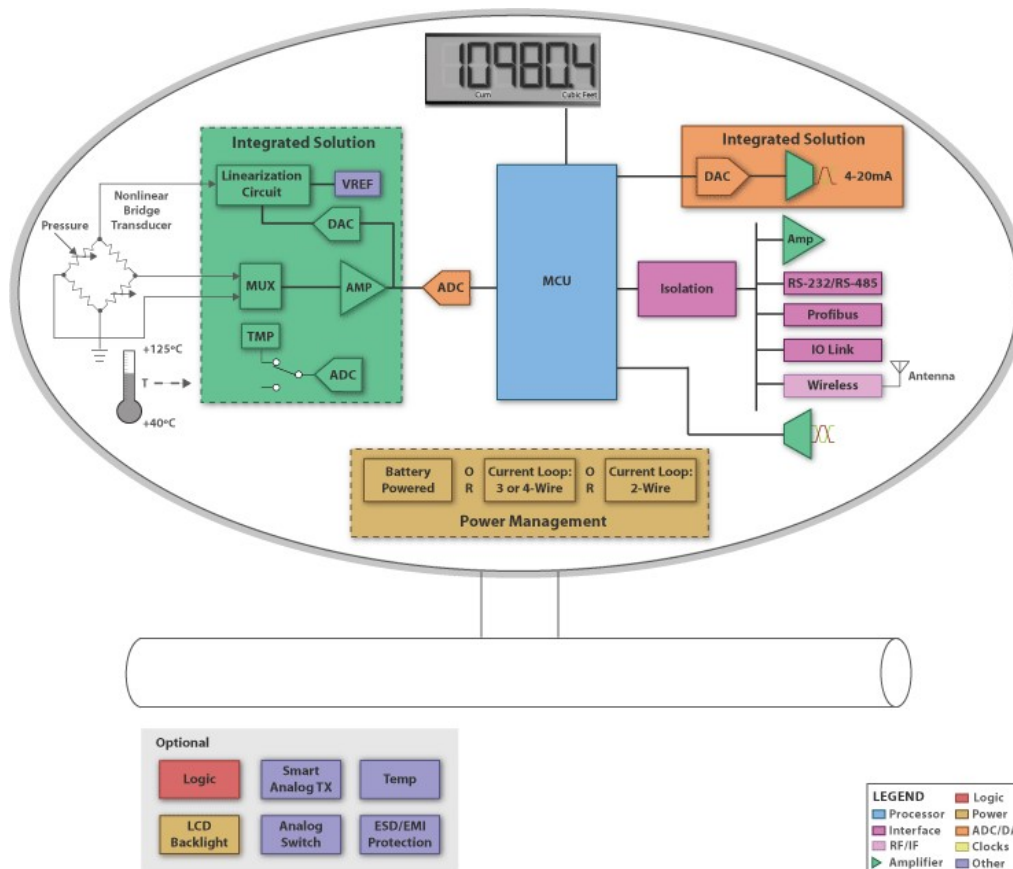
Các thành phần trong máy lọc máu gồm:

- Card xử lý tín hiệu cảm biến (Sensor Control Board): bao gồm bộ biến đổi ADC, mạch tạo điện áp chính xác (Reference), bộ khuếch đại. Các thiết bị cần có khả năng tác động nhanh, độ chính xác và độ nhạy cao, mức độ nhiễu thấp.
- Card điều khiển lấy máu từ động mạch và cấp máu tĩnh mạch: Các cảm biến đo áp suất động mạch và tĩnh mạch, thiết bị bơm máu (Pump), đường kẹp (Line Clamp), Cảm biến đo mức (Level Sensor), cảm biến phát hiện máu (Blood detection sensor) và các thiết bị theo dõi kiểm soát khác.
- Bộ điều khiển động cơ / Bơm (Motor Pump Driver): Bao gồm các động cơ, bơm, van điều khiển và bộ phận gia nhiệt trong máy lọc máu. Các thiết bị được sử dụng trong chu trình lọc, trong đó việc lựa chọn các bộ biến đổi DAC, bộ khuếch đại công suất cho các động cơ và bơm đóng vai trò quan trọng với chất lượng của máy lọc.

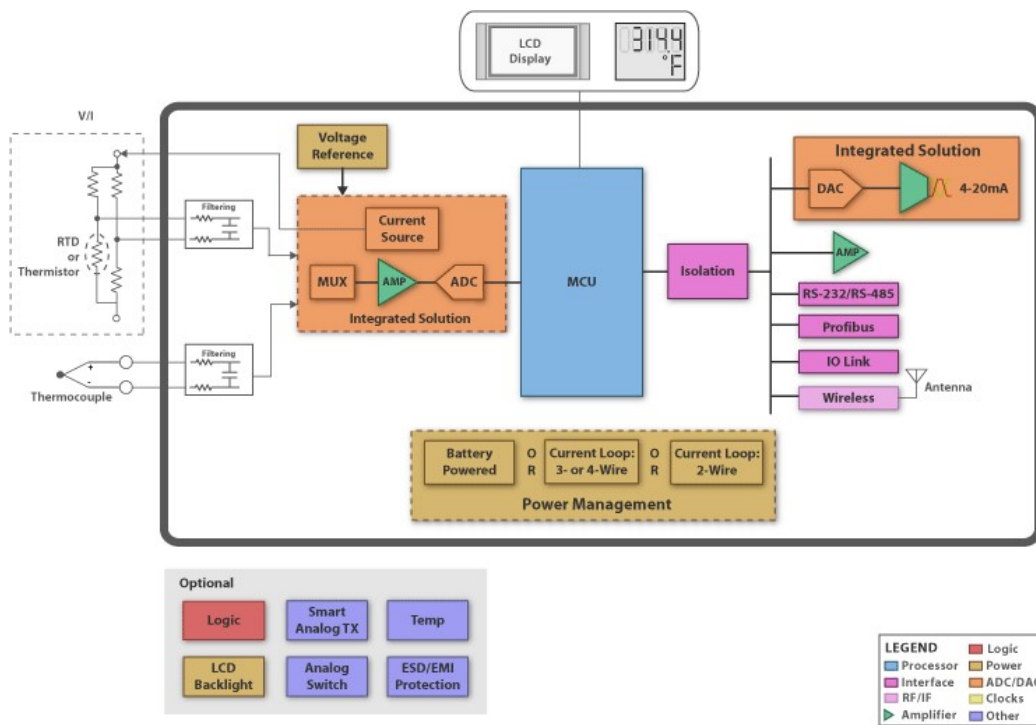
## 2.9 Thiết bị đo lường trong công nghiệp.

Các thành phần chính gồm:

- Đầu đo áp lực: Thông thường đầu đo có đặc tính phi tuyến, cấp điện áp ra từ 0 đến 20mV tương ứng với áp lực đè vào cảm biến.
- Mạch giao tiếp với cảm biến (Integrated Solution): Gồm có phần cấp nguồn (Excitation) cho mạch cầu đầu đo, bộ chọn kênh MUX và bộ khuếch đại tín hiệu nhỏ (AMP), mạch tuyến tính hóa tín hiệu để bù tính phi tuyến cảm biến.



Hình 13. Mô hình thiết bị đo áp lực



Hình 14. Mô hình thiết bị đo nhiệt độ.



### III. Cấu trúc bên trong của một vài vi xử lý thông dụng:

#### 3.1 Vi xử lý 16 bit của Texas Instruments:

+ Bộ nhớ : Bộ nhớ chương trình đến 60KB, bộ nhớ dữ liệu đến 10KB, bộ điều khiển truy nhập bộ nhớ trực tiếp DMA.

+ Bộ định thời: 2 bộ Timer 16 bit, 7 thanh ghi lưu trữ và so sánh Timer, hỗ trợ Watchdog Timer.

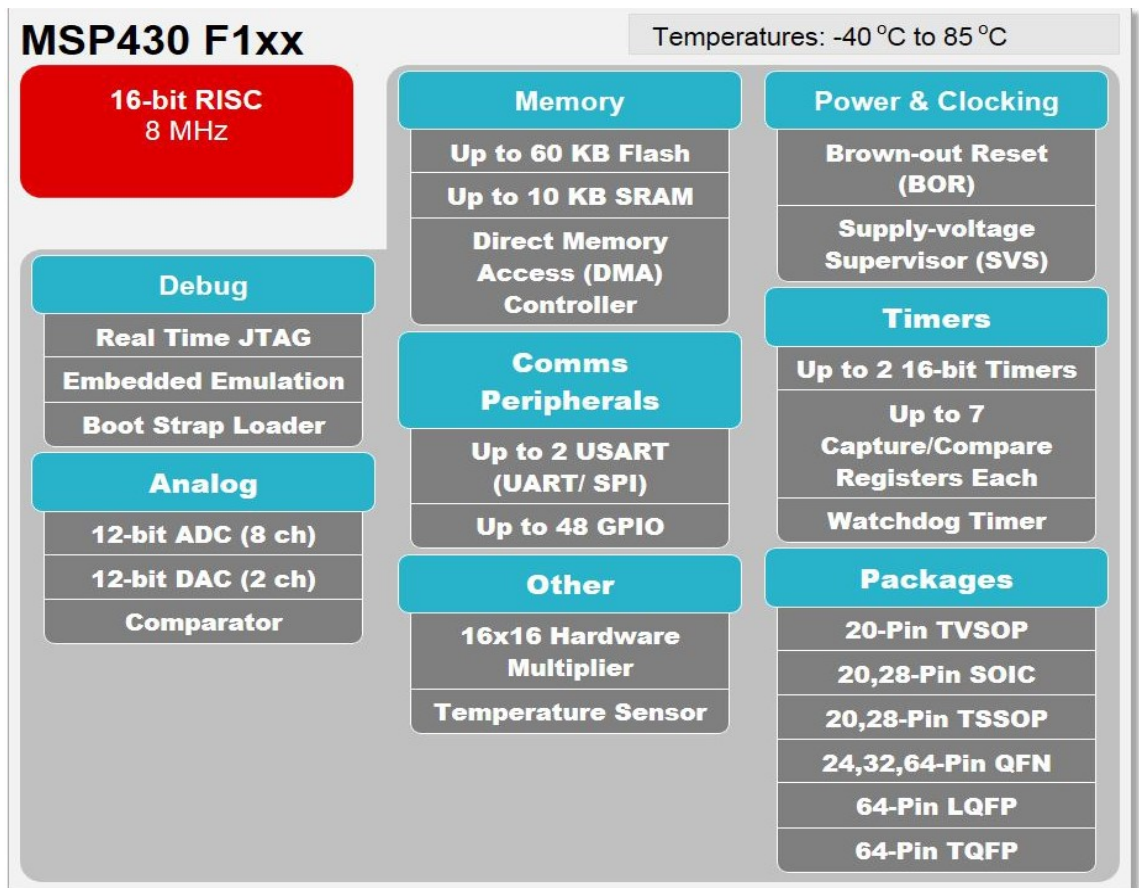
+ Giao tiếp truyền thông: 2 kênh UART/SPI, 40 cổng điều khiển vào ra

+Phần Analog: 8 kênh ADC 12 bit, 2 kênh DAC 12 bit, hỗ trợ so sánh analog.

+ Phần nguồn cấp vfa tạo dao động: Hỗ trợ Reset khi nguồn không ổn định (BOR), có tính năng kiểm soát điện áp nguồn cấp

+ Các tính năng khác: Bộ nhân cứng 16x16, cảm biến nhiệt độ bên trong Chip.

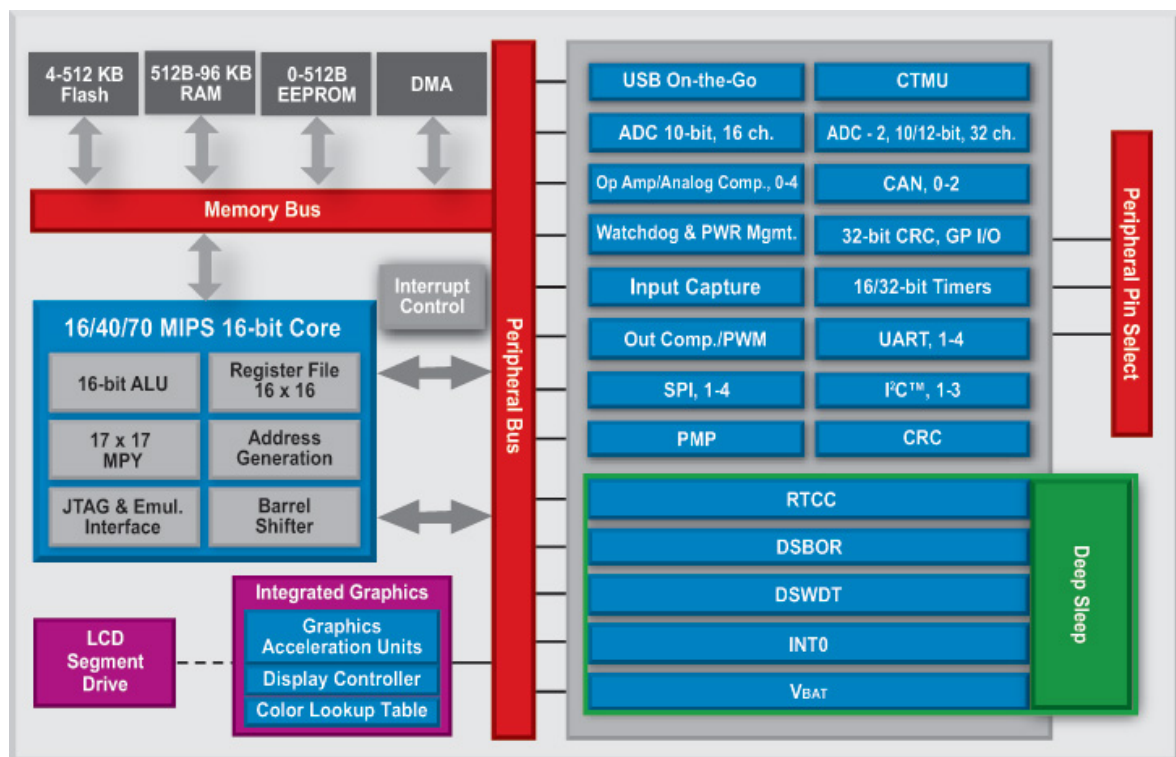
+ Hỗ trợ gỡ rối Debug: Theo dõi thời gian thực Real Time JTAG, nhúng mạch gỡ rối Emulation, cho phép nạp Code từ xa.



Hình 15. Cấu trúc vi xử lý 16 bit của Texas Instruments

### 3.2 Vi xử lý 16 bit của Microchip:

- + Bộ nhớ: Bộ nhớ chương trình 4-512KB, bộ nhớ dữ liệu RAM từ 512B đến 96KB. EEPROM 0 đến 512B, hệ trợ truy nhập bộ nhớ trực tiếp DMA.
- + Lõi vi xử lý gồm khối tính toán logic 16 bit ALU, khối nhân cứng 17x17, các thanh ghi 16x16
- + Hỗ trợ gỡ rối Debug: Theo dõi thời gian thực Real Time JTAG, nhúng mạch gỡ rối Emulation, cho phép nạp Code từ xa.
- + Hỗ trợ điều khiển LCD và các màn hình Graphic chất lượng cao (Integrated Graphics)
- + Hỗ trợ các công truyền thông: USB OTG, 4 kênh SPI, 4 kênh UART, 3 kênh I2C, CAN, Ethernet, truy nhập công song song PMP.
- + 4 Timer 16/32 bit, điều khiển PWM, Watchdog Timer
- + Hỗ trợ các chế độ kiểm soát nguồn cấp.
- + Bộ khuếch đại thuật toán cad so sánh Analog
- + Bộ biến đổi ADC 10 đến 12 bit
- + Hỗ trợ kiểm tra lỗi truyền thông CRC.



Hình 16. Cấu trúc vi xử lý 16 bit của Microchip

## IV . VI XỬ LÝ.

Đây là thiết bị trung tâm và là bộ não của toàn bộ hệ thống.

ta xem xét các thông số cơ bản để lựa chọn 1 vi xử lý.

### 4.1 Tốc độ

Được thể hiện bằng thời gian thực hiện lệnh. Lưu ý rằng ở đây tốc độ vi xử lý có quan hệ với chiều dài của 1 từ lệnh và tính đầy đủ của câu lệnh.

Công suất của 1 vi xử lý được tính bằng

$$P \cong SWI$$

P (Power)- Công suất của vi xử lý

S (Speed) – Tốc độ thực hiện lệnh

W (Word Length) – Chiều dài của 1 từ lệnh

I (Instruction Power)- Tính đầy đủ của 1 lệnh

Như vậy phép đo trung bình công suất vi xử lý không chỉ bao gồm tốc độ thực hiện lệnh, mà còn phải tính đến tính đầy đủ và kích thước chiều dài từ mà nó thực hiện. Đơn vị đo tốc độ vi xử lý là MIPS (số triệu lệnh thực hiện trong 1 giây). Khi so sánh khả năng của các vi xử lý cùng một cấu trúc thì có thể sử dụng đơn vị MIPS, tuy nhiên với các dòng vi xử lý khác nhau trong nhiều trường hợp không đánh giá được khả năng của chúng.

### 4.2 Khối tính toán Logic số học (ALU)

Khối ALU là một khối cứng cho phép thực hiện số học trong vi xử lý bao gồm cộng, trừ và các phép toán logic như OR, AND, NOT, XOR.

### 4.3 Khối MAC

Phần cứng cho phép nhân 2 số và đưa ra vào thanh ghi dùng chung. Trong các quá trình điều khiển và xử lý tín hiệu, tốc độ của khối MAC đóng vai trò quan trọng đặc biệt

### 4.4 Tập lệnh

Các lệnh cơ bản mà vi xử lý sử dụng, tập lệnh rất đa dạng từ phép toán xử lý Bit đến phép toán thực hiện trên biến dấu phẩy động, tĩnh.

### 4.5 Chiều dài của 1 từ lệnh



Là độ lớn của dữ liệu thực hiện lệnh, được đo bằng bit. Công suất xử lý càng lớn khi tăng chiều dài 1 từ. với tính toán dấu phẩy tính chiều dài của từ khoảng 24 đến 32 bit. Độ dài 128 bit được sử dụng ở rất nhiều ứng dụng.

#### 4.6 Kích thước bộ nhớ

Là dung lượng nhớ hoặc không gian địa chỉ mà vi xử lý có thể sử dụng. tùy vào từng ứng dụng mà cần đòi hỏi bộ nhớ phù hợp, thông thường các ứng dụng xử lý tín hiệu cần nhiều bộ nhớ hơn ứng dụng điều khiển.

#### 4.7 Địa chỉ.

Là số lượng các chế độ địa chỉ hóa cho phép. Bao gồm địa chỉ hóa trực tiếp, gián tiếp, độc lập, phụ thuộc ...

Ngôn ngữ biên dịch bậc cao có thể làm việc hiệu quả với nhiều chế độ địa chỉ hóa.

#### 4.8. Vào ra số.

Cổng logic để đưa ra hoặc nhận các tín hiệu logic dạng như nút ấn hoặc LED hiển thị

#### 4.9 EDC Kiểm tra và khắc phục lỗi

Có thể có ứng dụng không đòi hỏi khả năng kiểm tra và khắc phục lỗi.

Có ứng dụng đòi hỏi khả năng này, trong đó kiểm tra chẵn lẻ là một kỹ thuật để kiểm tra lỗi.

#### 4.10 Ngắt

Tính năng ngắt của vi xử lý được hiểu là chuyển chương trình đang thực hiện 1 yêu cầu sang 1 yêu cầu khác khi có 1 đòi hỏi từ một khối bên ngoài CPU.

Một vài loại ngắt có thể bị cấm (bỏ qua) khi cài đặt các thanh ghi bên trong vi xử lý. Có những loại ngắt quan trọng không thể cấm. Thông thường thời gian đáp ứng ngắt là cố cố định.

#### 4.11 ROM, RAM, PROM, EPROM, EEPROM.

Đây là các dạng khác nhau của bộ nhớ. Bộ nhớ chỉ đọc ROM thường được lưu chương trình chạy, RAM có thể lưu chương trình chạy hoặc biến dữ liệu.

PROM là dạng PROM có thể xóa dữ liệu

EEPROM có thể ghi và đọc dữ liệu bằng tín hiệu điện.

Về cơ bản vi xử lý có thể chia thành 3 dạng chính: vi xử lý tiêu chuẩn, vi xử lý tín hiệu số và vi xử lý phục vụ bài toán điều khiển.

Vi xử lý tiêu chuẩn thường được dùng trong máy tính, máy chủ ...

Vi xử lý tín hiệu số ứng dụng trong bài toán xử lý tín hiệu với bài toán này thông thường đòi hỏi khối lượng tính toán lớn

Tùy vào dạng mang cấu trúc bên trong, năng lực tính toán có thể khác nhau. Bảng dưới đây thể hiện tính năng của các dạng vi xử lý khác nhau.

Thông số	Dạng vi xử lý		
	Tiêu chuẩn	Xử lý tín hiệu	Điều khiển
Tốc độ	Thấp đến cao	Cao	Cao
MAC	Có	Có	Có
Tập lệnh	Hệ lệnh rút gọn hoặc hệ lệnh đầy đủ	Đơn giản, có phép tính toán học	Đơn giản, có phép tính toán học
Kích thước 1 từ	Từ nhỏ đến lớn	Trung bình đến lớn	Trung bình đến lớn
Kích thước bộ nhớ	Từ nhỏ đến lớn	Từ nhỏ đến trung bình	Từ nhỏ đến trung bình
Chế độ địa chỉ hóa	Đa dạng	Đơn giản	Đơn giản
Cổng vào ra	Đa dạng/ lớn	Nhỏ	Nhỏ
Khả năng kiểm soát lỗi	Parity	Parity, ECC (mã khắc phục lỗi)	Parity, ECC

Các vi xử lý tiêu chuẩn có thể ứng dụng cho máy tính đến thiết bị gia dụng như lò vi sóng.

Các vi xử lý xử lý tín hiệu ứng dụng trong lĩnh vực xử lý tiếng nói, hình ảnh, truyền dữ liệu, lọc tín hiệu, xử lý nhiễu ...

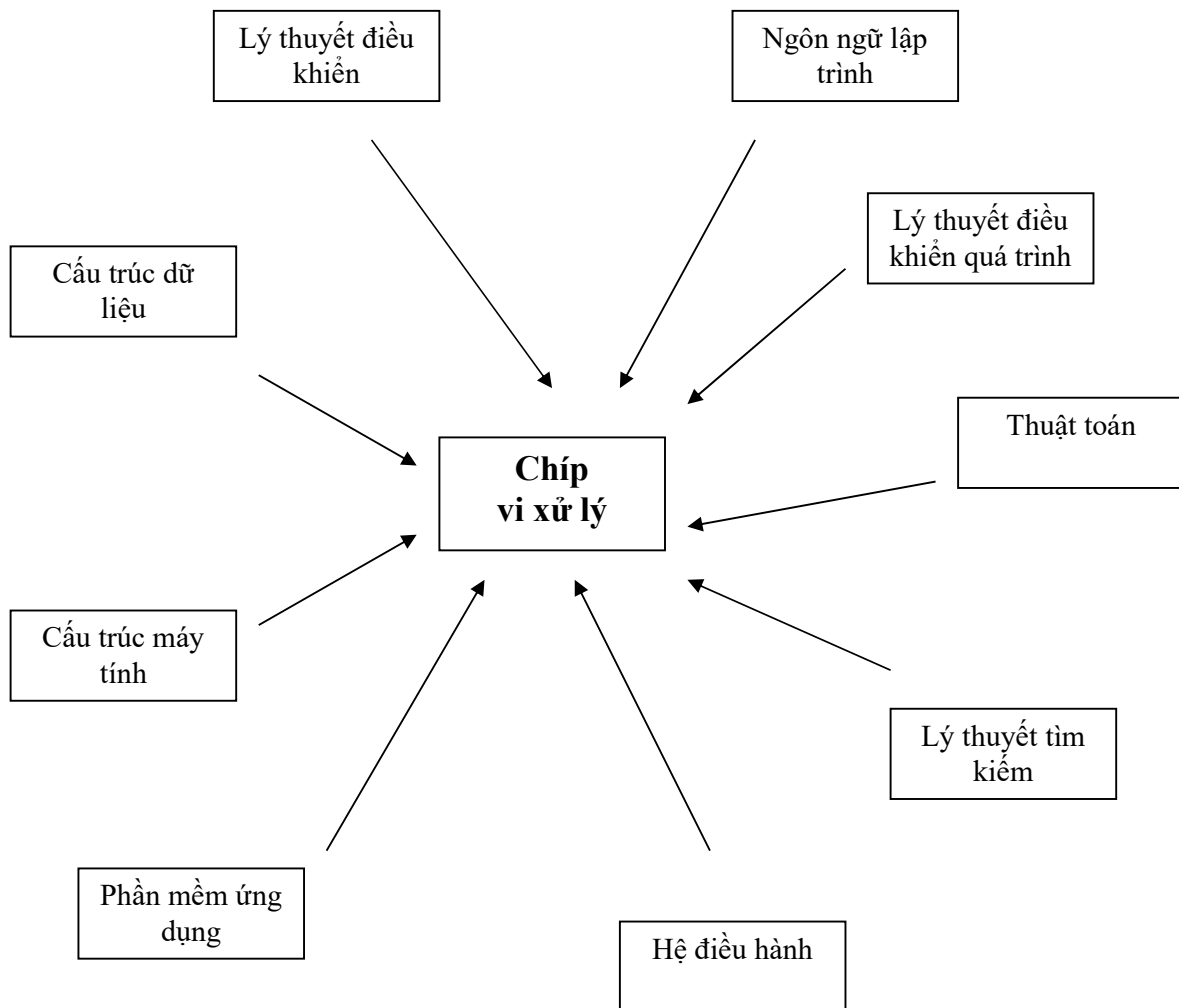
Các vi xử lý điều khiển quá trình ứng dụng các bài toán điều khiển như điều khiển nhiệt độ, động cơ, các quá trình công nghệ trong công nghiệp ...

Trong thực tế có nhiều ứng dụng ngoài Chip vi xử lý không đòi hỏi thêm nhiều linh kiện phần cứng phụ trợ như RAM ngoài, truyền dữ liệu, nhưng cũng có những bài

toán đòi hỏi những phần cứng hỗ trợ các chức năng như dung lượng RAM ngoài lớn, truyền dữ liệu qua UART, USB, đồng hồ thời gian thực, điều chế độ rộng xung ...

Do đó tùy vào từng bài toán cụ thể ta có thể lựa chọn các Chip vi xử lý có các hỗ trợ phần cứng (tài nguyên) phù hợp.

Việc thực hiện thiết kế hệ điều khiển số ứng dụng công nghệ vi xử lý



Cũng như bất kỳ với công nghệ nào khi chế tạo 1 thiết bị dùng trong ngành đo lường và điều khiển cần có các kiến thức về các vấn đề như “Lý thuyết điều khiển”, “thuật toán điều khiển”, “lý thuyết điều khiển quá trình”, điều này giúp cho việc xây dựng được thuật toán của chương trình phần mềm.

Ngoài ra đối với các thiết bị dùng công nghệ vi xử lý cần tìm hiểu thêm về các vấn đề sau: “cấu trúc máy tính”, “hệ điều hành”, và “ngôn ngữ lập trình”

Trong quá trình thiết kế dùng chip vi xử lý cần tiến hành các công việc chính sau:

- Lựa chọn phần cứng và hệ phát triển phần mềm cần đáp ứng đến khả năng đáp ứng của bài toán yêu cầu và giá thành của chúng. Khi thiết kế lưu ý đến khả năng sử dụng công nghệ xử lý song song hoặc làm việc đồng bộ của hệ đa vi xử lý.
- Thiết kế và xây dựng hệ thống cần đánh giá khả năng làm việc đáp ứng bài toán đề ra trên thời gian thực trên cơ sở tính toán năng lực của Chip và các nhiệm vụ cụ thể của nó trên toàn bộ giảm đồ thời gian trong quá trình làm việc của thiết bị. Cần hiểu rõ ngôn ngữ lập trình của chương trình biên dịch và mức độ tối ưu mã lệnh của nó.
- Đánh giá được các nguồn giới hạn làm việc của hệ thống, khi vượt qua các giới hạn này hệ thống sẽ ngừng hoặc làm việc không ổn định. Thiết lập và quản lý chế độ kiểm tra sự làm việc của hệ thống.
- Đo và dự báo thời gian đáp ứng của các module (phần cứng và phần mềm) bên trong hệ thống, phân tích quá trình hoạt động của toàn bộ hệ thống theo thời gian, tính toán các yếu tố dự phòng (về tốc độ, bộ nhớ ...)

Để tính toán thời gian làm việc của CPU ta sử dụng phương pháp như sau:

Thời gian làm việc của CPU được đặc trưng bởi hệ số làm việc có tải. Thời gian làm việc có tải  $U$  là tỷ lệ giữa thời gian làm việc với các sự kiện xuất hiện trong quá trình điều khiển và thời gian nghỉ.

Hệ số thời gian làm việc có tải  $U$  là tổng của hệ số thời gian có tải của từng sự kiện nhỏ (sự kiện có chu kỳ và sự kiện không có chu kỳ).

Giả sử hệ thống có  $n \geq 1$  sự kiện có chu kỳ với chu kỳ xuất hiện là  $P_i$  tức là với tần số  $f_i = 1/P_i$ .

Nếu với sự kiện  $i$  ta biết được thời gian làm việc lớn nhất  $e_i$  thì hệ số thời gian làm việc có tải của sự kiện thứ  $i$  sẽ là  $u_i = \frac{e_i}{P_i}$

Và hệ số thời gian  $U$  sẽ là  $U = \sum_{i=1}^n u_i = \sum_{i=1}^n \frac{e_i}{P_i}$

Với các sự kiện không mang tính chu kỳ, ta coi như là sự kiện có chu kỳ với tần số lặp lại giữa 2 lần gần nhất. Như vậy ta cũng tính được  $U$

Để hệ thống làm việc ổn định hệ số tối ưu của  $U$  sẽ nằm trong khoảng từ 51 đến 68%.

Phần lớn các tài nguyên này do các nhà sản xuất Chip “cứng hóa” bên trong và không thể thay đổi được. Để tạo ra sự mềm dẻo khi sử dụng Chip vì xử lý ta có thể dùng công nghệ hệ thống trên Chip (SoC) mà họ vì xử lý PSoC là một ví dụ. Với hệ thống này người sử dụng có thể tự thiết kế và cấu hình các module phần cứng sẵn có bên trong thư viện.

## V. BỘ BIẾN ĐỔI ADC, DAC

Một bộ biến đổi ADC là thiết bị để chuyển đổi tín hiệu điện áp hoặc dòng điện dạng tương tự sang dạng số nhị phân.

Ngược lại bộ chuyển đổi số tương tự sẽ biến đổi các con số từ vi xử lý sang dạng tín hiệu liên tục dòng điện hoặc điện áp.

Giả sử điện áp vào bộ chuyển đổi từ -1 đến 0.75V và bộ biến đổi có độ phân dải là 3 bit thì tương quan giữa số nhị phân và giá trị điện áp sẽ là

TT	Giá trị liên tục	Giá trị số
1	-1	100
2	-0.75	101
3	-0.50	110
4	-0.25	111
5	0	000
6	0.25	001
7	0.5	010
8	0.75	011

### 5.1. Các đặc tính của bộ biến đổi ADC thể hiện bằng các thông số sau:

- Độ phân dải

Đặc trưng cho giá trị điện áp chênh lệch nhỏ nhất có thể phân biệt được.

Mức điện áp nhỏ nhất được tính như sau:

$$R_e = \frac{V_s}{(2^N - 1)} \quad V_s = |V_{\max} - V_{\min}|$$

N – Độ phân dải của bộ biến đổi ADC. Đơn vị là bit.

Thông thường bộ biến đổi ADC có độ phân dải từ 8 đến 24 bit tương ứng với số lượng các giá trị phân biệt được từ 256 đến 16777216.

- Dải giá trị tương tự vào

Thường là giá trị điện áp đưa vào bộ biến đổi, giá trị này có thể là đơn cực hoặc lưỡng cực.

- Dạng mã đầu ra:

Là các con số thể hiện giá trị tương ứng với điện áp vào.

Có thể ở các dạng như sau: nhị phân có dấu, nhị phân không dấu hoặc bù cơ số 2.

- Sai số tuyến tính : Thể hiện độ sai lệch của giá trị ra khi thay đổi giá trị tín hiệu đầu vào trong toàn dải.
- Bắt đầu chuyển đổi Tín hiệu logic đầu vào để khởi tạo cho bộ ADC làm việc.
- Chuyển đổi xong. Tín hiệu logic đầu ra thông báo quá trình biến đổi xong.
- Thời gian chuyển đổi  $T_c$ . Đây là thời gian cần thiết để bộ biến đổi thực hiện một lần chuyển đổi.

### 5.2. Các đặc tính của bộ biến đổi DAC:

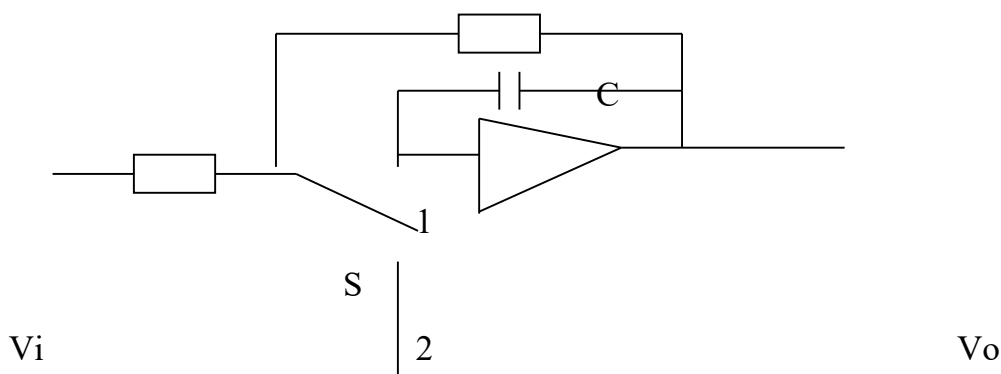
Về cơ bản các đặc tính của bộ biến đổi DAC tương tự như bộ biến đổi ADC chỉ khác một số điểm sau:

- Thay cho thời gian biến đổi, bộ DAC có thời gian đáp ứng là thời gian lớn nhất tính từ thời điểm điện áp ra thay đổi từ giá trị cũ sang giá trị mới phù hợp với giá trị mới của đầu vào số.
- Ngoài ra với bộ biến đổi DAC cần xem xét đặc tính tuyến tính và khả năng lặp lại

### 5.3. Bộ lấy mẫu và giữ tín hiệu.

Để đảm bảo giá trị đầu vào bộ biến đổi ADC không thay đổi trong quá trình biến đổi thông thường cần bổ sung thêm bộ lấy mẫu và giữ tín hiệu

Nguyên tắc hoạt động như sau:



Khi S ở trạng thái 1 giá trị đầu ra sẽ bám theo giá trị đầu vào với hàm truyền

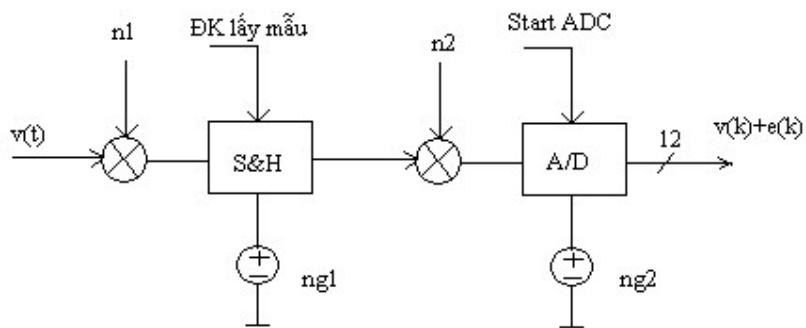
$$\frac{1}{RCS + 1}$$

Lúc này bộ biến đổi ADC ở trạng thái dừng và bỏ qua giá trị  $V_0$

Khi S ở vị trí 2, tụ C sẽ giữ giá trị  $V_0$  không thay đổi bộ biến đổi ADC bắt đầu hoạt động và giá trị số đầu ra sẽ tương ứng với giá trị đầu vào lúc lấy mẫu (S bắt đầu ở vị trí 2)

Dải thông làm việc sẽ phụ thuộc vào giá trị RC:  $f = \frac{1}{2\pi RC}$

Nhiều tác động



Nhiều tác động vào bộ biến đổi ADC sẽ gồm 2 phân  $n_1$  và  $n_2$  tác động trực tiếp vào đường tín hiệu. Nhiều  $ng_1$ ,  $ng_2$  nhiễu tác động qua đường đất.

Nhiều tác động vào cáo phân bố dạng nhiễu trắng Gaussian.

Giả sử loại bỏ nhiễu  $ng_1$ ,  $ng_2$  ta có phân bố xác suất của tín hiệu nhiễu đầu ra là:

$$\sigma_e(k) = \frac{\sqrt{\sigma_{ng1}^2 + \sigma_{ng2}^2}}{V_S / 2^N}$$

Trong đó:  $\sigma_{ng1}^2$  - phân bố tiêu chuẩn của tín hiệu  $ng_1$

$\sigma_{ng2}^2$  - phân bố tiêu chuẩn của tín hiệu  $ng_2$

$V_S$  –dải giá trị vào

$N$  –số bit đầu ra của bộ biến đổi ADC

Ví dụ sử dụng bộ biến đổi ADC 12 bit với dải điện áp đầu vào  $\pm 3V$  và phân bố xác suất tiêu chuẩn của nhiễu là  $3mV$  ta có

$$\delta e(k) = \frac{0.001\sqrt{3^2 + 3^2}}{6/2^{12}} = 2,896LSB$$

Nếu  $n1$  và  $n2$  không loại bỏ và có phân bố tiêu chuẩn  $4.25mV$  lúc này

$$\delta e(k) = \frac{0.001\sqrt{3^2 + 3^2 + 4.25^2 + 4.25^2}}{6/2^{12}} = 4.579LSB$$

## VI. CÁC KHỐI PHẦN CỨNG CƠ BẢN

Khi thiết kế hệ điều khiển số ngoài vi xử lý trong nhiều trường hợp cần các khối chức năng khác ghép nối vào bên trong Chip. các khối chức năng cơ bản bao nhất bao gồm: Khối Timer/Counter, khối truyền dữ liệu UART, SPI, CAN hoặc USB, khối điều chế độ rộng xung PWM, bộ nhớ EEPROM, khối điều khiển màn hình LCD.

Về phần tín hiệu liên tục bao gồm các khối khuyếch đại thuật toán, bộ lọc tín hiệu, các bộ chuyển đổi ADC và DAC.

Dưới đây phân tích một vài đặc tính và phương pháp sử dụng của các khối chức năng này:

### 6.1 Khối Timer/Counter.

Nguyên tắc làm việc của khối Timer và Counter là giống nhau, chúng được phân biệt phụ thuộc vào nơi cấp xung nhịp đầu vào từ đó chúng có mục đích sử dụng khác nhau.

Khối Timer được dùng để tạo ra các khoảng thời gian được xác định trước bởi người sử dụng. Trong hệ thống điều khiển số khối Timer thường được dùng để tạo các đáp ứng đầu ra mang tính chất có chu kỳ. Ví dụ như chu kỳ làm tươi màn hình hiển thị LED, LCD, chu kỳ đọc dữ liệu từ bàn phím, chu kỳ đọc tín hiệu từ ADC. Một chức năng khác của Timer là để xác định chính xác các khoảng thời gian cần đo trong chu trình của quá trình ví dụ xác định khoảng thời gian giữa 2 xung của 1 Encoder trong bài toán đo tốc độ, thời gian đóng cắt của một thiết bị điện ...

Trong khi đó khối Counter có nhiệm vụ đếm xung hoặc chia tần số của một dao động đầu vào.

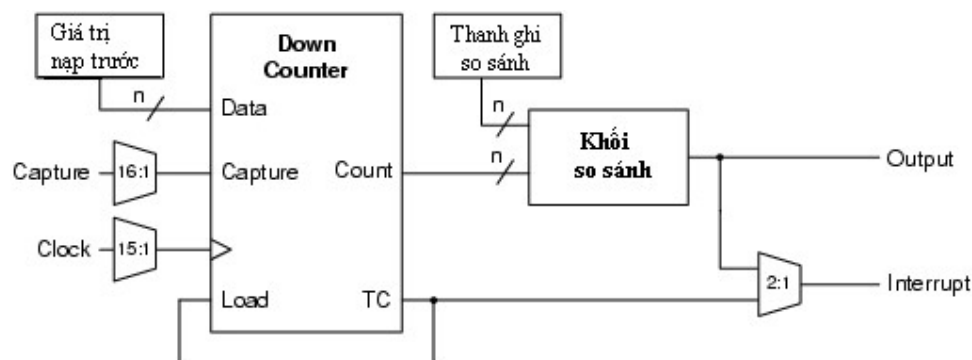
Cấu trúc của khối Timer và Counter bao gồm các phần chính sau:



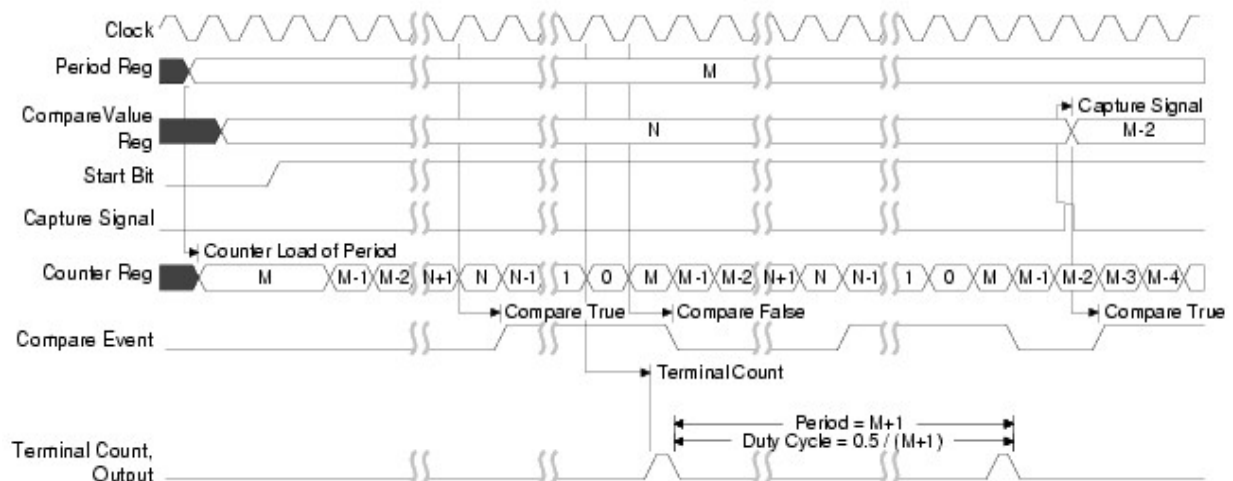
- Bộ đếm: Phụ thuộc vào khối Timer/Counter là 8 bit, 16 bit 24 hay 32 bit mà số thanh ghi của bộ đếm cũng có số bit tương tự. Nhiệm vụ của bộ đếm là xác định giá trị hiện tại của số lượng cung đầu vào, phụ thuộc vào thiết bị cụ thể bộ đếm có thể là đếm tiến hoặc đếm lùi. Bộ đếm có thể nạp 1 giá trị ngay từ đầu. Giá trị của bộ đếm nằm trong thanh ghi đếm.
- Khối so sánh: Có nhiệm vụ so sánh giá trị hiện tại của bộ đếm (trong thanh ghi đếm) với 1 giá trị định trước nằm trong thanh ghi so sánh, nếu 2 giá trị này bằng nhau sẽ đưa 1 tác động đầu ra. tín hiệu này có thể đưa thẳng ra 1 cổng ra hoặc đưa đến khối điều khiển ngắt.
- Khối điều khiển ngắt: Một đòi hỏi ngắt có thể được tạo ra trong các trường hợp sau:

+ Bộ đếm tràn: Với bộ đếm tiến xảy ra khi giá trị đếm từ giá trị lớn nhất chuyển sang giá trị 0. Với bộ đếm lùi là khi từ giá trị 0 sang giá trị với nhất ( ví dụ với bộ đếm 8 bit – giá trị với nhất là 255)

+ Khi khối so sánh đưa ra một tác động đầu ra.

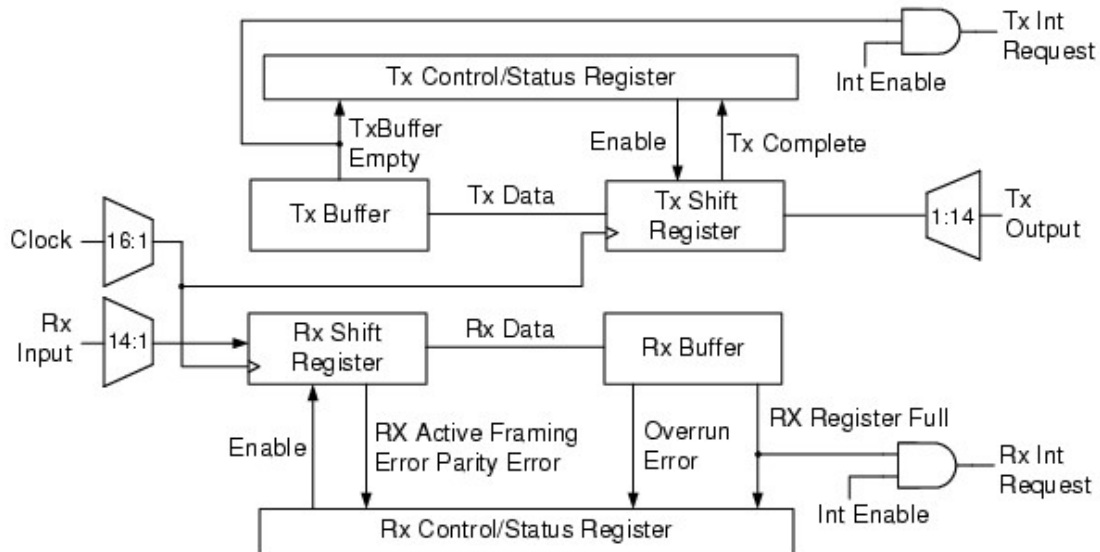


Sơ đồ cấu trúc của khối Timer/Counter



Giản đồ thời gian hoạt động của bộ Timer/Counter đếm lùi  
 Chu kỳ xung đầu ra của bộ đếm lùi được tính theo công thức sau:  
 Chu kỳ ra =(chu kỳ xung vào)\*(giá trị nạp trước+1).

## 6.2 Khối truyền thông UART.

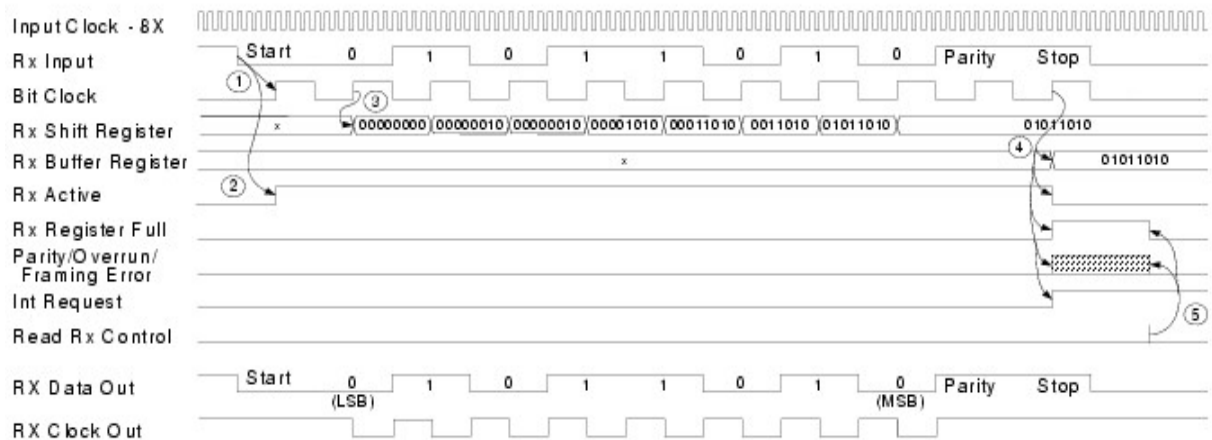


Sơ đồ cấu trúc khối truyền thông UART

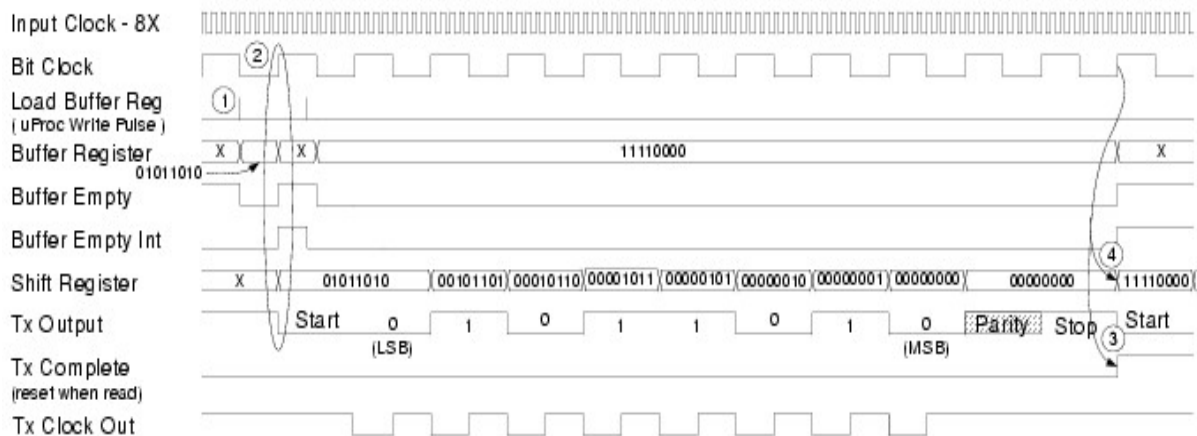
Hiện tại khối UART được tích hợp bên trong Chip thường ở chế độ song công (Full-Duplex) gồm 2 khối thu và phát hoạt động độc lập.

Trong khối truyền thông UART gồm các phần chính sau:

- Bộ tạo tốc độ truyền:  
 Thông thường tốc độ truyền dữ liệu được tạo ra bởi bộ chia tần số lấy từ tần số dao động của hệ thống.
- Bộ truyền dữ liệu: Dữ liệu được đưa ra nối tiếp từ thanh ghi dịch truyền dữ liệu ( Tx Shift Register). Sau mỗi lần truyền xong 1 byte dữ liệu giá trị trong thanh ghi này sẽ được nạp từ bộ đệm truyền.
- Bộ nhận dữ liệu: Dữ liệu được nhận lần lượt từng bit vào thanh ghi dịch nhận dữ liệu (Rx Shift Register). Khi đã nhận đầy đủ 1 byte, giá trị trong thanh ghi này sẽ được chuyển sang bộ đệm nhận.
- Trong quá trình nhận và truyền có thể bỏ xung chế độ kiểm tra bit chẵn lẻ.
- Bộ điều khiển ngắt:  
 Một đòi hỏi ngắt có thể được tạo ra trong các trường hợp sau:
  - + Quá trình truyền 1 byte dữ liệu kết thúc (Tx Complete)
  - + Quá trình nhận 1 byte dữ liệu kết thúc (Rx Complete).



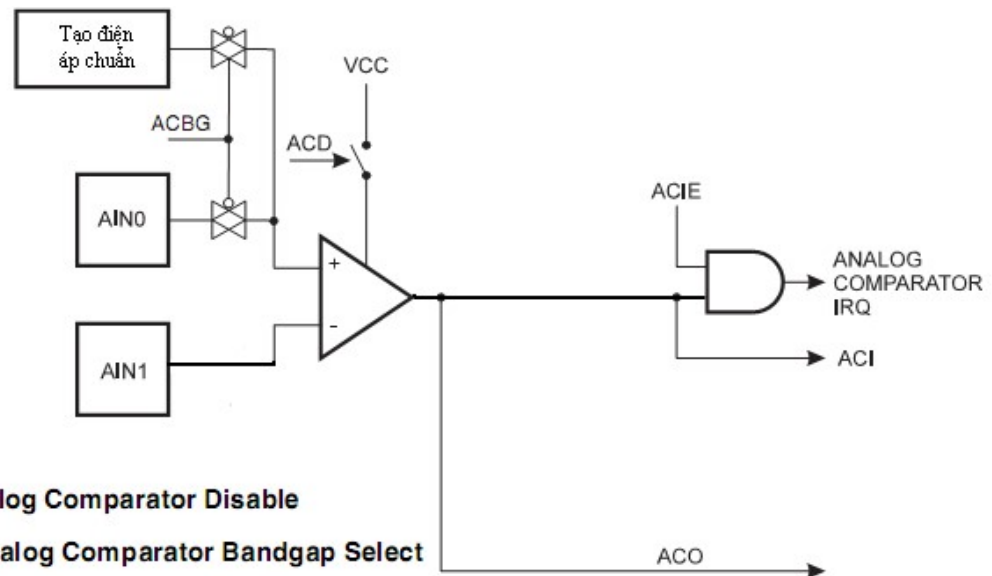
Giản đồ thời gian quá trình nhận 1 byte dữ liệu



Giản đồ thời gian quá trình truyền 1 byte dữ liệu

### 6.3 Khôi so sánh tương tự

So sánh 2 giá trị đầu vào dạng liên tục kết quả có thể đưa ra 1 cổng ra hoặc tạo ra 1 đòi hỏi ngắt.



**ACD: Analog Comparator Disable**

**ACBG: Analog Comparator Bandgap Select**

**ACO: Analog Comparator Output**

**ACI: Analog Comparator Interrupt Flag**

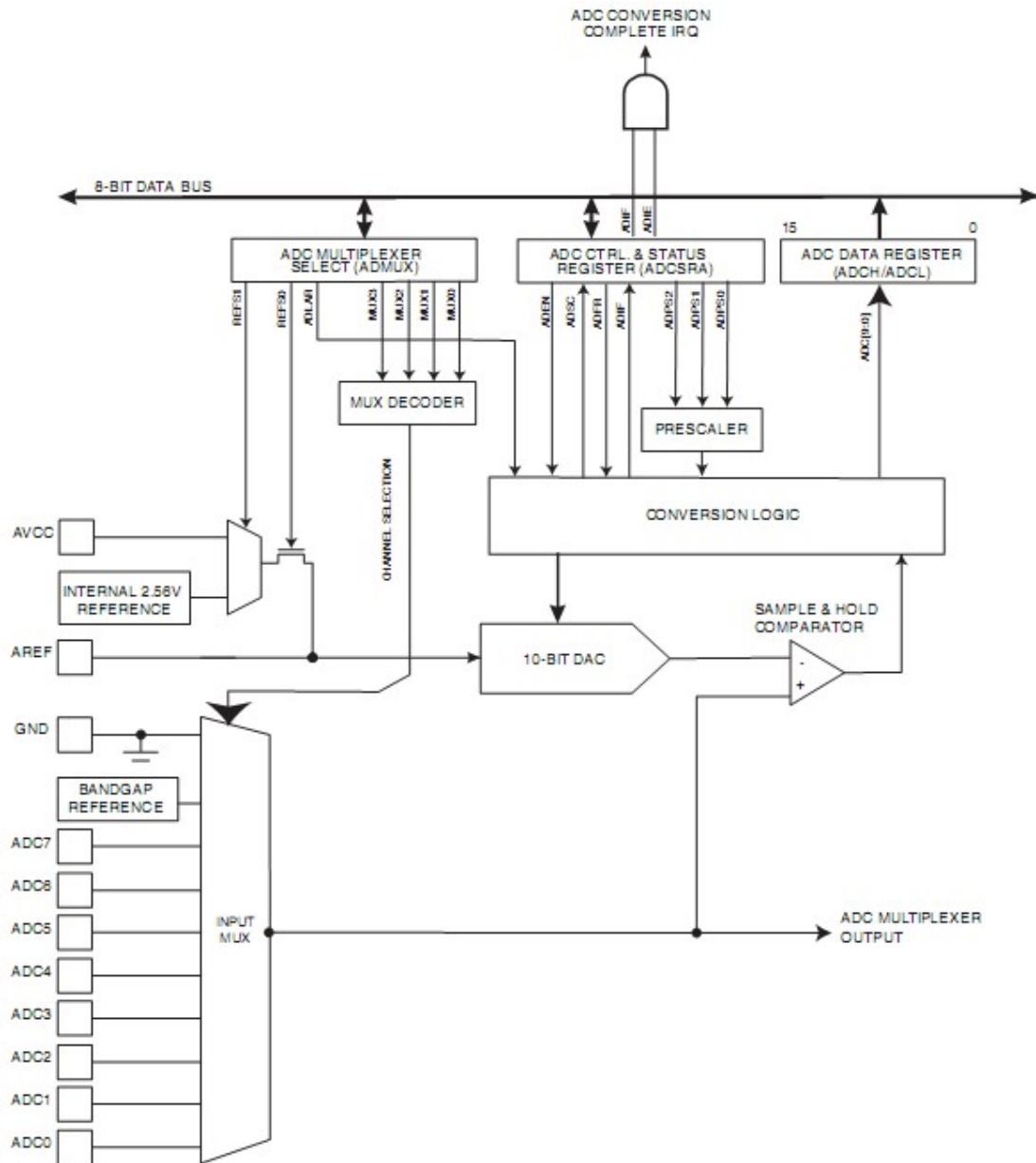
**ACIE: Analog Comparator Interrupt Enable**

## 6.4 Bộ biến đổi ADC

- Khởi chọn kênh đầu vào.

Việc lựa chọn kênh đầu vào được điều khiển bằng thanh ghi lựa chọn kênh

MUX3..0	Kênh đầu vào
0000	ADC0
0001	ADC1
0010	ADC2
0011	ADC3
0100	ADC4
0101	ADC5
0110	ADC6
0111	ADC7
1000	
1001	
1010	
1011	
1100	
1101	
1110	1.30V ( $V_{BG}$ )
1111	0V (GND)



Sơ đồ khối bộ biến đổi ADC

#### - Khối tạo điện áp chuẩn

Có nhiệm vụ tạo điện áp chuẩn để đưa vào đầu vào bộ biến đổi DAC, điện áp này có thể lấy từ một cổng đầu vào hoặc bộ tạo điện áp bên trong 2.56V. Giá trị điện áp chuẩn có thể đưa ra cổng ra tại chân AREF.

#### - Khối chia tần số.

Có thể thay đổi xung nhịp của bộ biến đổi ADC, nó sẽ quyết định tốc độ biến đổi. Việc lựa chọn được thực hiện thông qua thanh ghi ADPS như sau:

ADPS2	ADPS1	ADPS0	Hệ số chia
0	0	0	2
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

Hệ số chia tần số bộ biến đổi ADC

#### - Khởi biến đổi

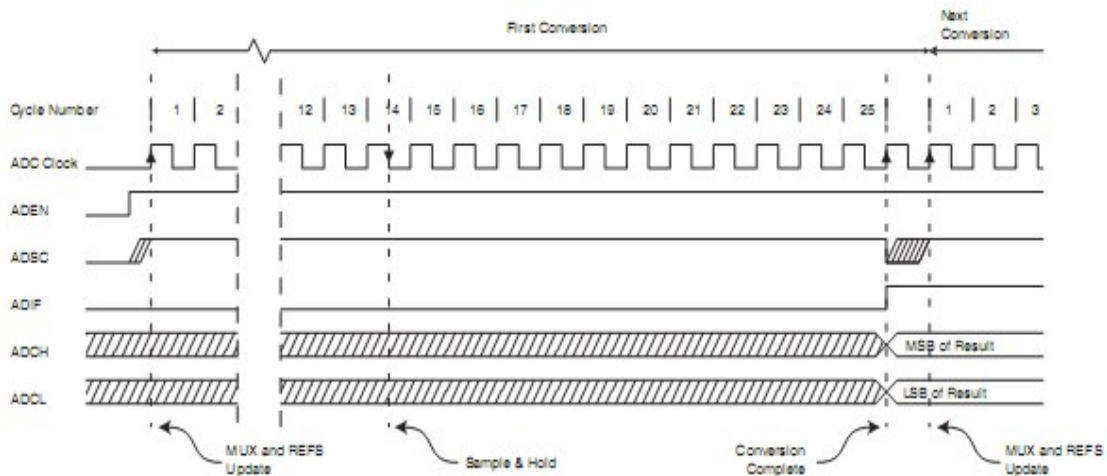
Đầu vào từ khối giữ và trích mẫu (S&H), các tín hiệu điều khiển như:

- ✓ ADEN (ADC Enable) cho phép biến đổi
- ✓ ADFR (ADC Free Running Select) chế độ biến đổi liên tục
- ✓ ADSC (AD Start Conversion) Lệnh chuyển đổi.
- ✓ ADIF (AD Interrupt Flag) Cờ báo ngắt ADC
- ✓ ADIE (AD Interrupt Enable) Cho phép ngắt ADC

Đầu ra là thanh ghi chứa giá trị đã chuyển đổi xong (ADCH/ADCL)

$$ADC = \frac{V_{IN} \cdot 1024}{V_{REF}}$$

Lưu đồ quá trình chuyển đổi 1 lần như sau:



## Lưu đồ quá trình biến đổi liên tục

