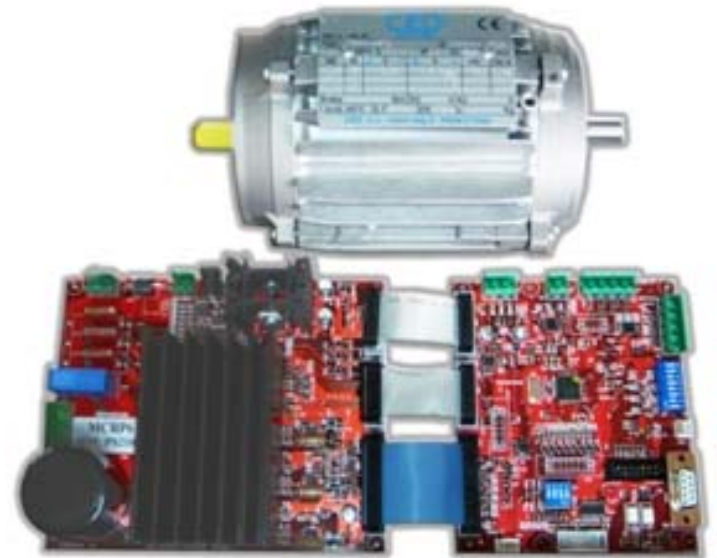


# 一个分路无传感器矢量电机控制方案大公开





产品

应用

技术支持

请输入关键字



请输入产品名



[器件参数搜索](#)

[技术文档搜索](#)

## 新手上路

### 开始

从这里开始查找更多的瑞萨产品和服务。

### 购买信息

点击这里获得如何购买瑞萨产品的信息。

### 加入我的瑞萨

加入我们查看最新的瑞萨产品、公司的信息和活动。 [详细信息](#)



## Renesas Interactive

Your free 24/7 information resource for embedded system solutions.

For your enlightenment, we never turn it off.

[Learn more](#)

[前进](#) | [后退](#)

## 新闻发布

[详细信息](#)

2007年7月10日 --  
[携手中国教育部“2007瑞萨超级MCU模型车大赛”将隆重举行](#)

2007年6月28日 --  
[瑞萨科技发布用于汽车导航系统的R2S25402FT单芯片电源IC](#)

2007年6月18日 --  
[瑞萨科技发布支持Windows Media® Audio 10 Professional M0规格的“WMA Pro LBR解码中间件”SH-Mobile软件](#)

## 寻找产品

[详细信息](#)

- [微控制器和微处理器](#)
- [SuperH RISC引擎](#)
- [M32R](#)

- [USB 设备](#)
- [LCD](#)
- [智能卡](#)

## 查看应用

[详细信息](#)

- [汽车电子](#)
- [数码家电](#)
- [变频器](#)

## 设计支持

[详细信息](#)

- [文档库](#)
- [产品目录/技术手册](#)
- [应用说明](#)

# 瑞萨MCU产品

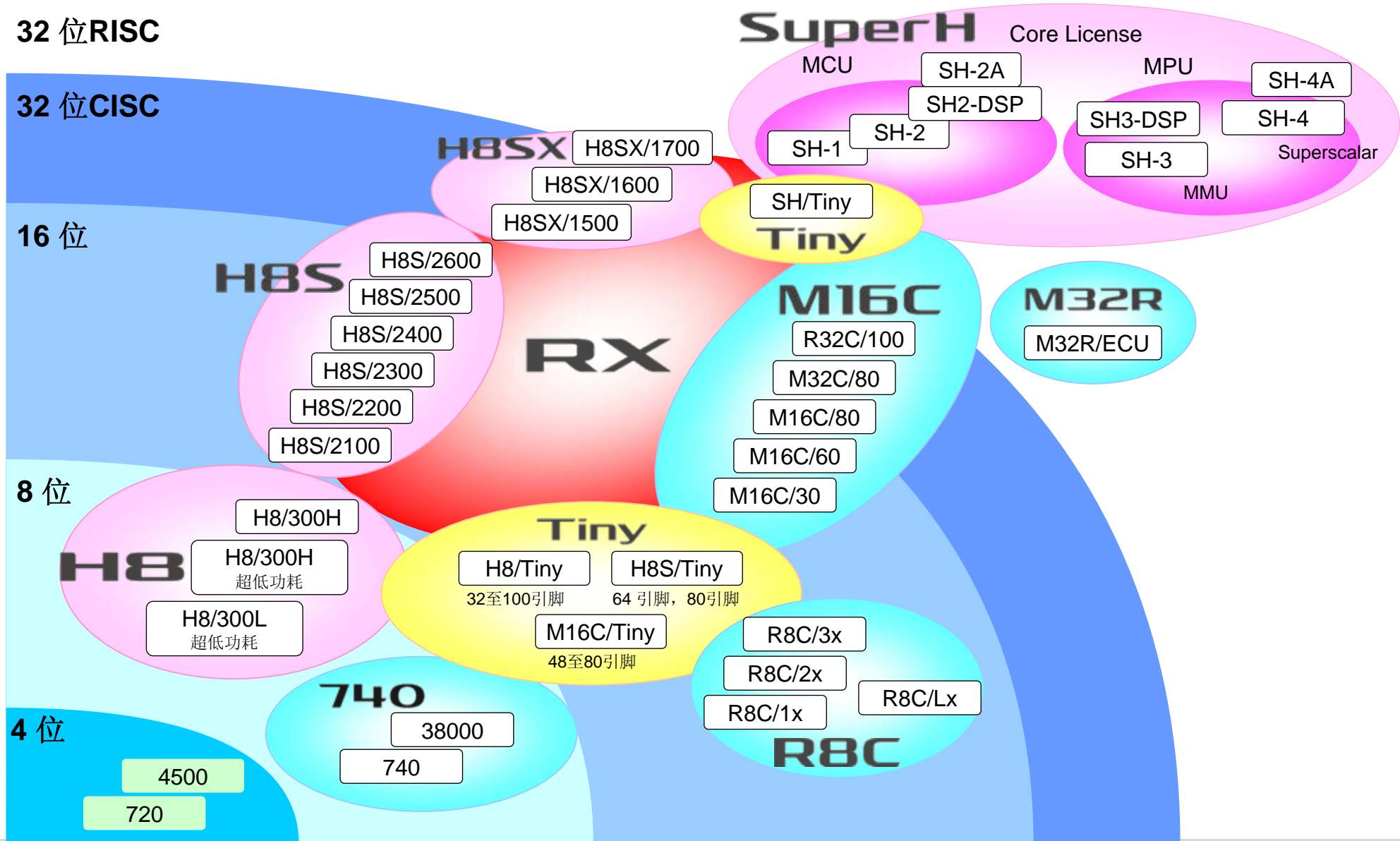
32 位RISC

32 位CISC

16 位

8 位

4 位



# SuperH 控制器发展路线图



开发中



计划中



Flash build-in



ROMless

**SH2-DSP**

SH7065

60 MHz,  
176p, 3V

SH704x

16.7/28.7 MHz, 5V  
112/120/144 pins

SH701x

20/28.7 MHz,  
100/112 pins  
5,3V

SH7030

20/12.5 MHz,  
112/120 p, 5V

SH7020

20/12.5 MHz, 100p, 5V

**SH-1**

SH7606

100 MHz, 176p,  
3+1.2V

SH7206

200 MHz, 176p,  
3+1.2V

FPU  
SH7201

100/120 MHz,  
176 p, 3V

FPU  
SH7203

200 MHz, 240p, 3+1.2V

SH708x

80 MHz, 0,256,512k, 5V  
100/112/144/176 pins

SH7144,5

50 MHz, 3V  
112/144 pins

SH7142,7 CAN

80 /64 MHz, 100p  
256,384,512k, 5V

SH7047,9

50 MHz, 256k  
100p, 5V

SH7146,9

80 MHz, 5V, 256k  
80/100 pins

SH7136,7

80 MHz, 5V  
80/100 pins  
256k

SH7046

50 MHz,  
80 p, 5V  
256K

SH7124,5

50 MHz, 5V  
48/64 pins  
32,64,128k



FPU  
SH7261

120 MHz,  
176 p, 3V

FPU  
SH7263

200 MHz, 240p, 3+1.2V

FPU  
SH7262,4

144MHz, 3+1.2V

SH-2A Dual

FPU  
SH7205,65

200 MHz, 3+1.2V

SH7211

160MHz,144p, 3+1.5V  
384,512k

SH7285,6

100 MHz, 144/176p, 5V  
512,768, 1024K

SH7243

100 MHz, 100p, 5V  
128/256k

RX

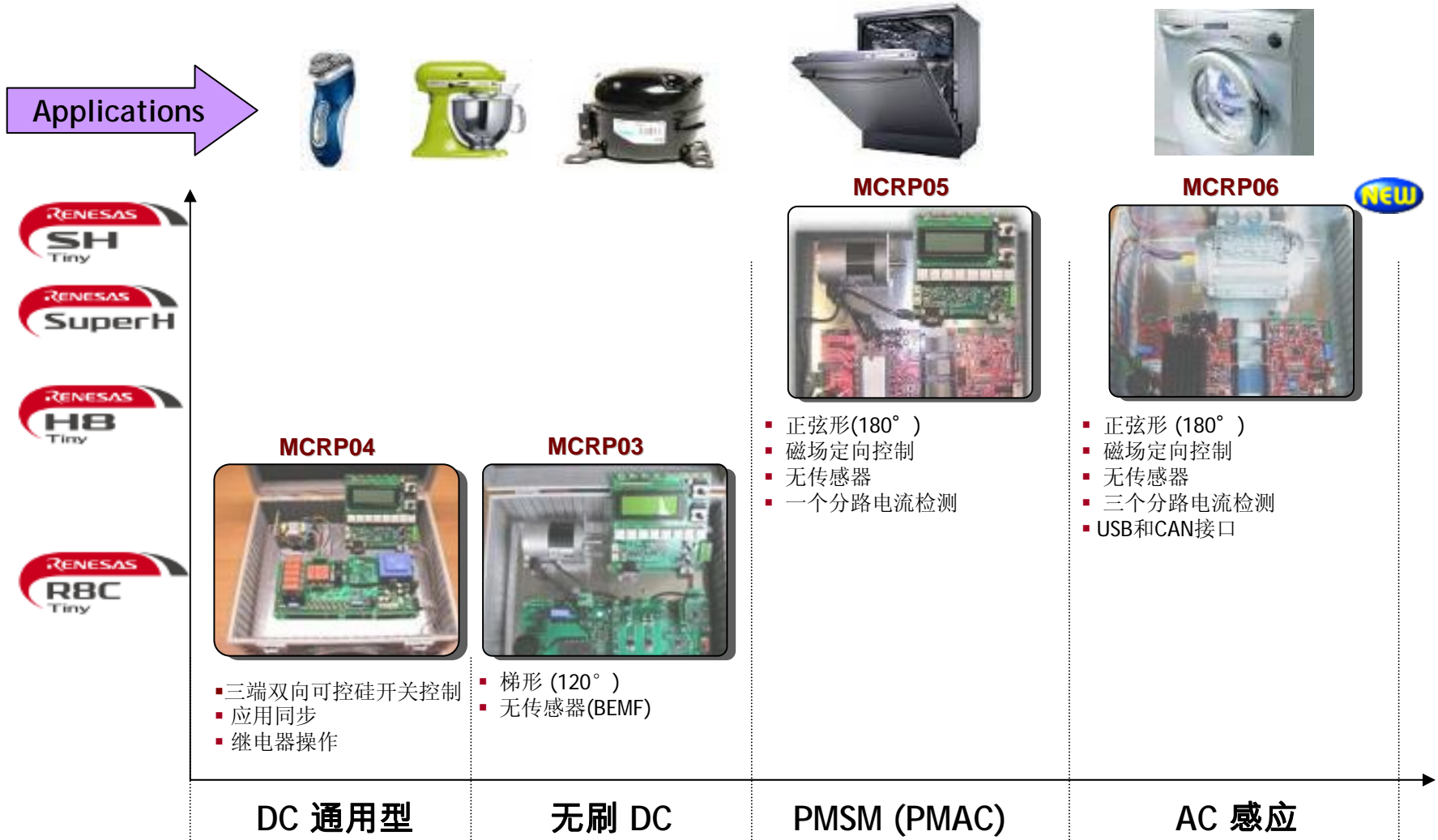


**SH-2**

**SH-2A**

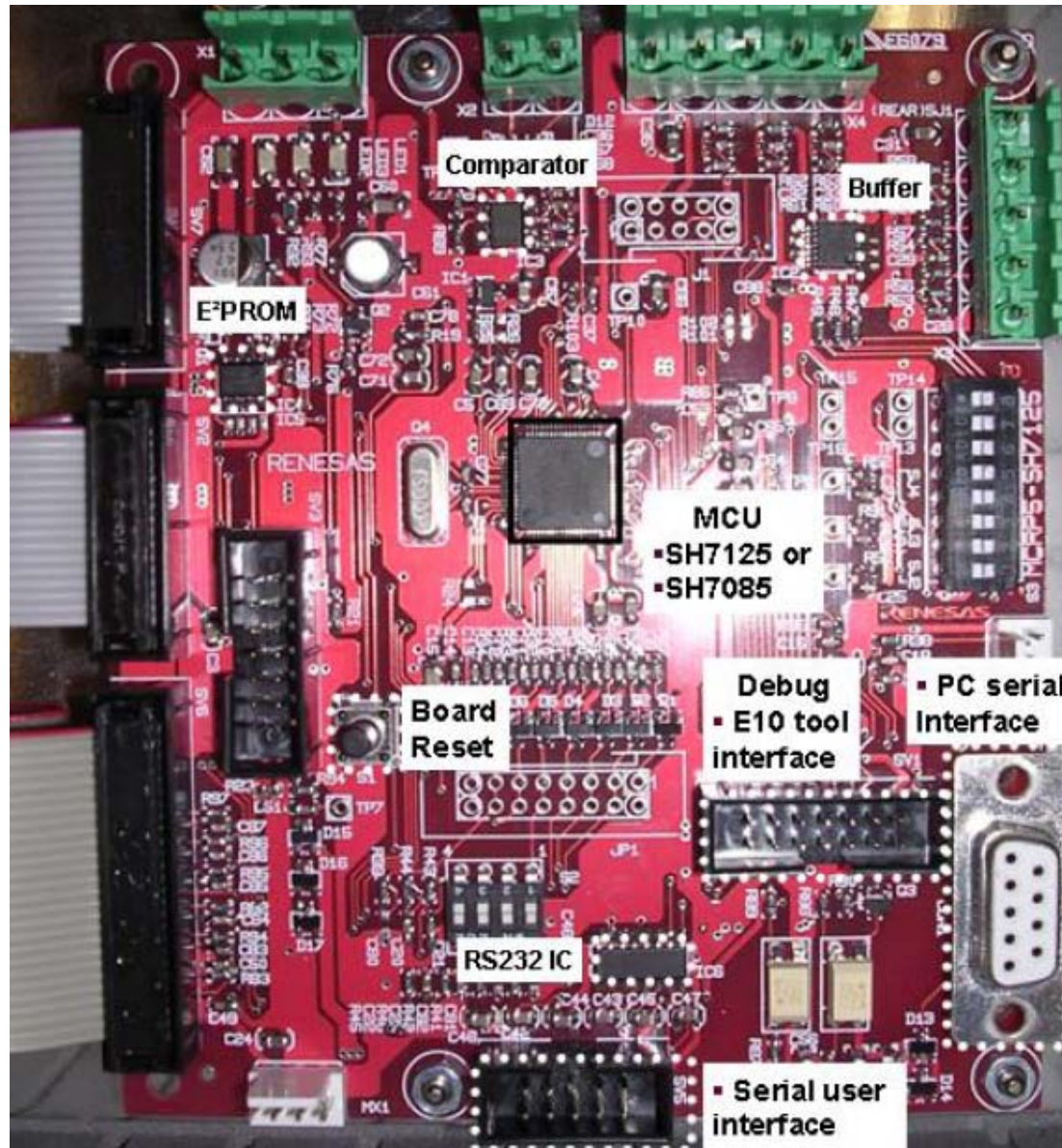
# 方案介紹

# 电机控制参考平台

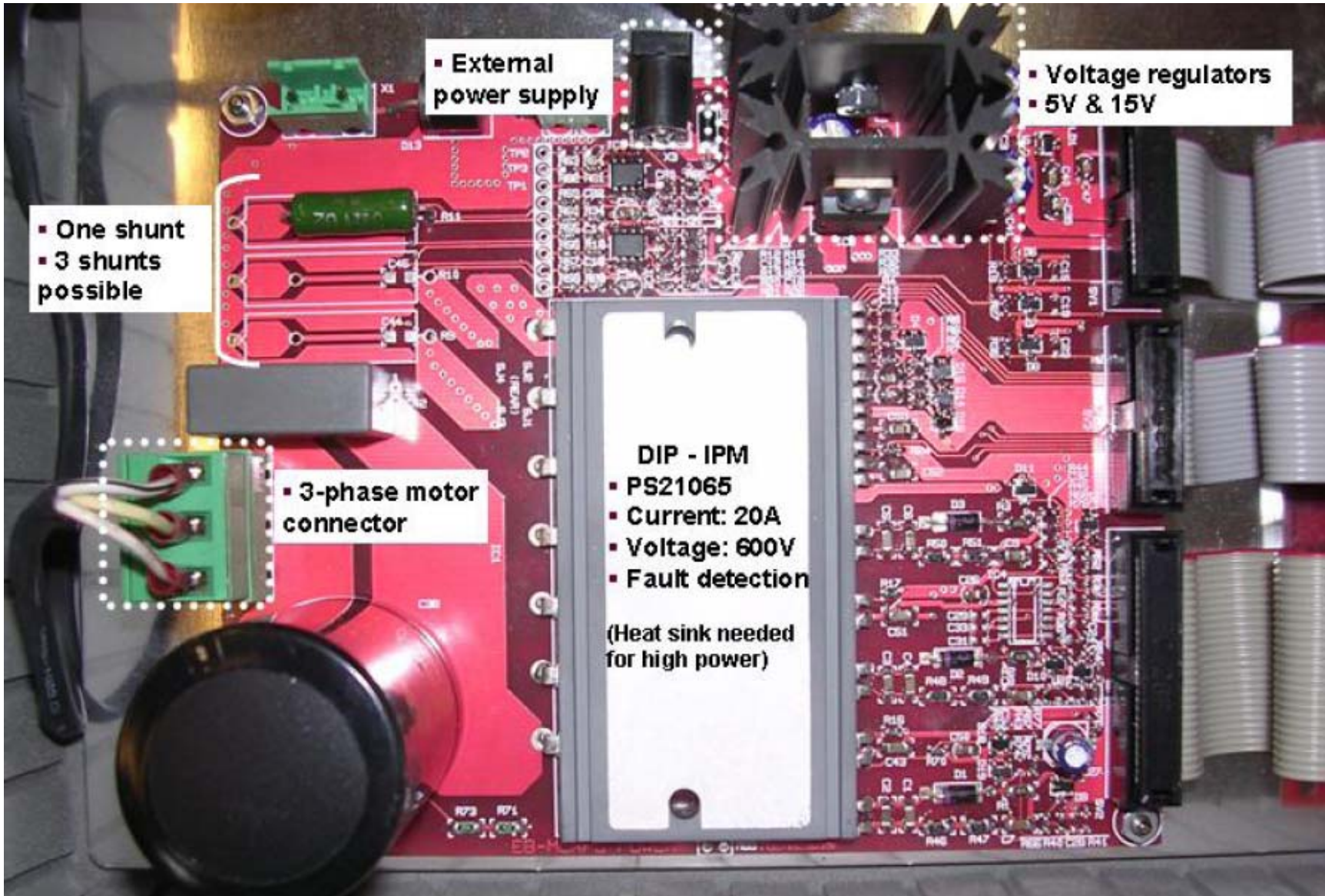




# SH7125 MCU 电路板



# 电源板



# BLAC 电机数学模型

$$v_{\alpha} = R_S i_{\alpha} + \frac{d\lambda_{\alpha}}{dt}$$

$$v_{\beta} = R_S i_{\beta} + \frac{d\lambda_{\beta}}{dt}$$

$$v_d = R_S i_d + L \frac{di_d}{dt} - \omega L i_q$$

位于旋转系统中

导数可以忽略。

$$v_q = R_S i_q + L \frac{di_q}{dt} + \omega L i_d + \omega \Lambda_m$$

磁场仅存在于Vq中，  
其它均无。

# 电流测量

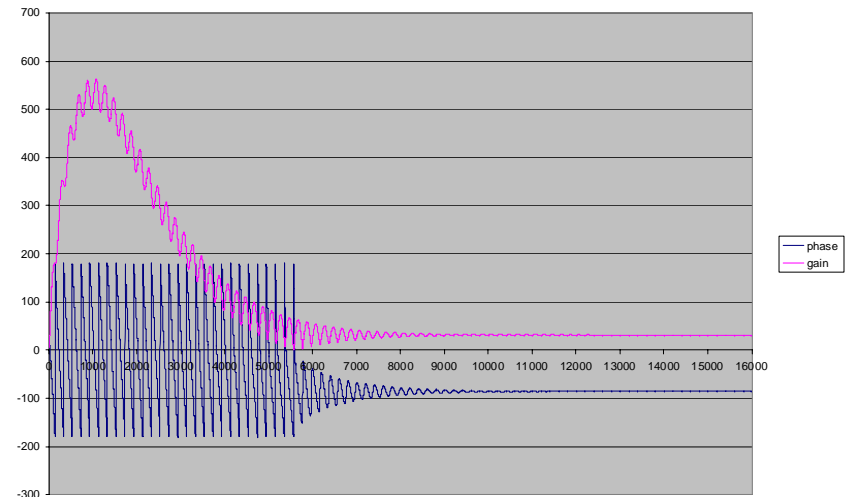


- 我们测量了三相定子电流。每次仅需测量两次，第三相电流利用关系式 $(i_a + i_b + i_c)=0$ 来计算，均假设无中性点连接。
- 在MCPR05中：提供了下列三种测量方法：
  - LEM电流检测：利用霍尔传感器直接从输出相位中检测相位电流。
  - 三个分路电流检测：利用IGBT桥中低桥臂上的两个分路检测相位电流
  - 一个分路电流检测：仅利用IGBT桥接地连接中的分路检测相位电流。



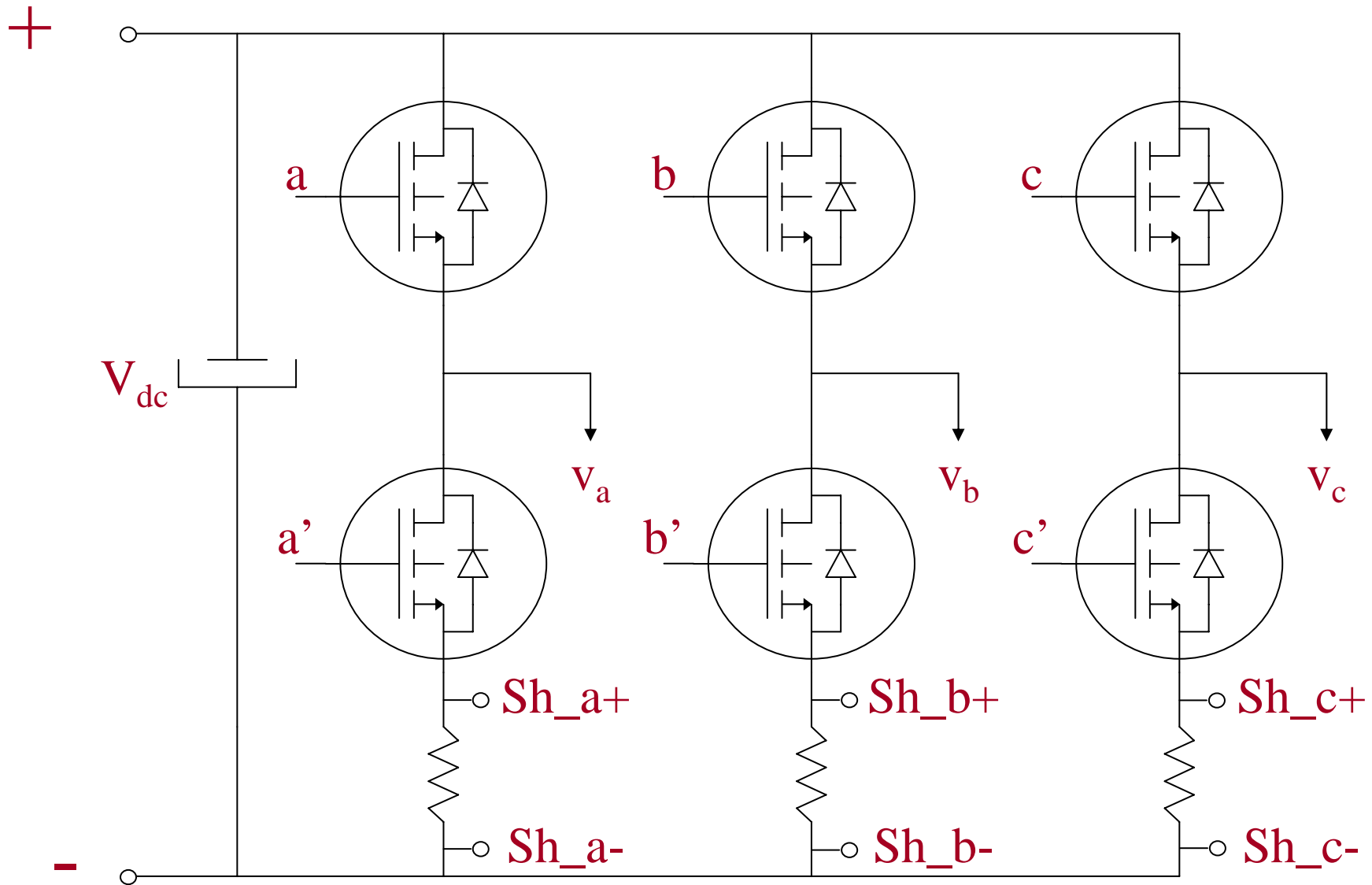
# 转换

- 转换  $(u, v, w) \Rightarrow (\alpha, \beta)$
- 转换  $(\alpha, \beta) \Rightarrow (d, q)$
- 速度和电流控制
  - 利用估算速度和参考值来计算误差信号。
  - 将误差提供给PI控制器，其输出为新的 $i_q$ 参考值并表示出转矩要求。
  - 通过 $(i_d, i_q)$ 和各自的参考值计算误差。 $i_d$ 参考值为零，因为在一个PM电机中，我们不需要转子磁通。
  - 从速度PI给出参考值 $i_q$ 。
  - 误差信号被输入到PI控制器。  
从转子的角度看，控制器的输出提供了 $(v_d, v_q)$ ，将发送电机的电压矢量。
- 转换  $(d, q) \Rightarrow (\alpha, \beta)$
- 转换  $(\alpha, \beta) \Rightarrow (u, v, w)$
- 位置和速度估算

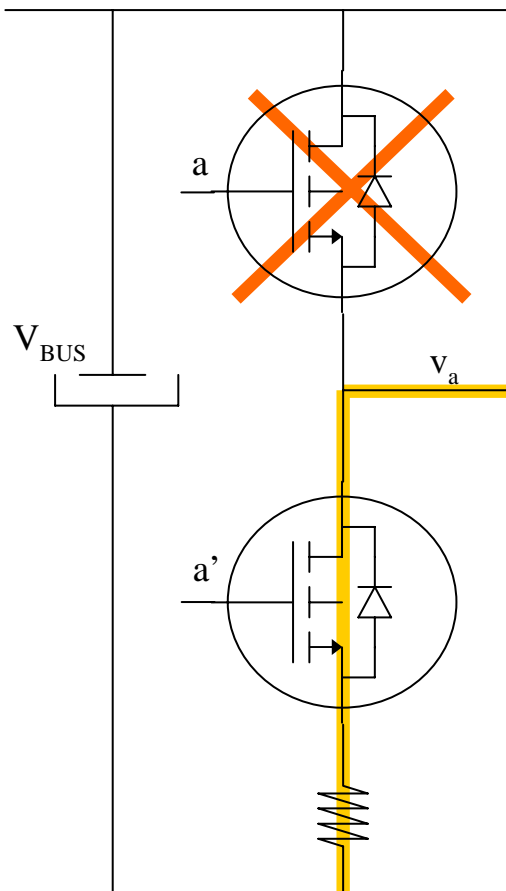




# 三个分路 --- 硬件配置



# 三个分路 --- 电流读数



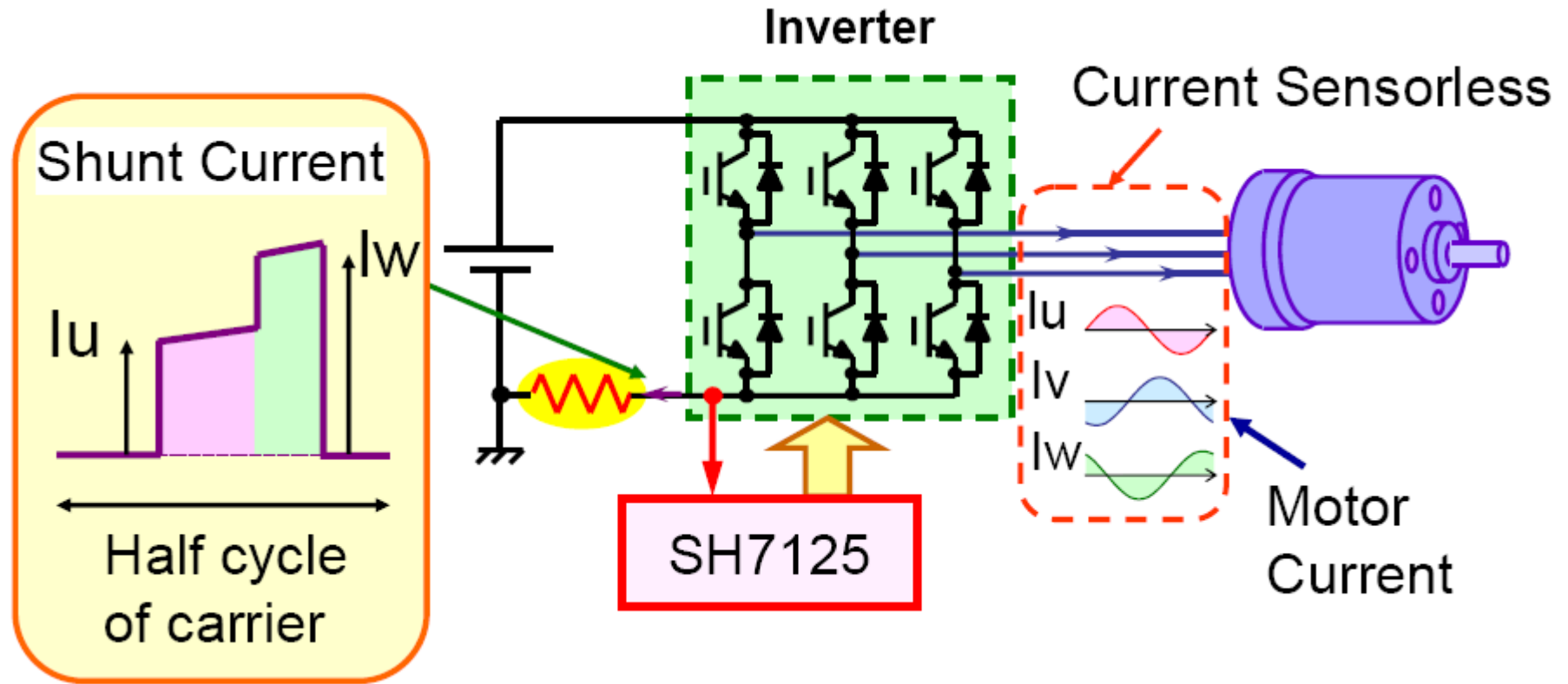
如果较高的开关为“开”（门指令a为高）那么：

- 门指令a为低
- 由于较高的开关为“关”，将不会有电流通过
- 输出电压为低
- 由于高的二极管两极对调，因此为“关”，没有电流通过。

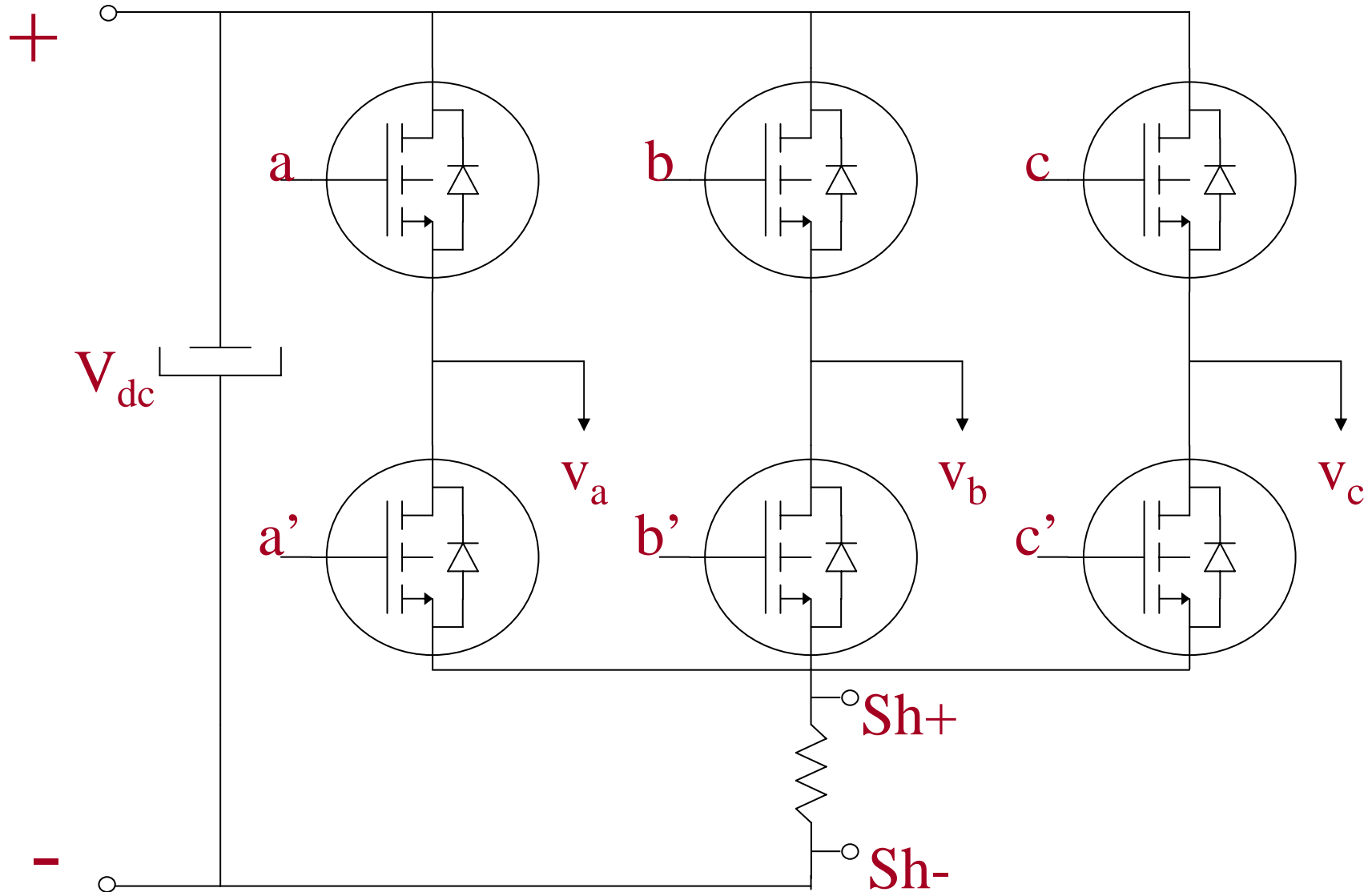
所以如何较高的开关为“开”，那么相位电流通过分路。

当相应的低开关为“开”时，为了读取相位电流，我们必须读取相应的分路电流。

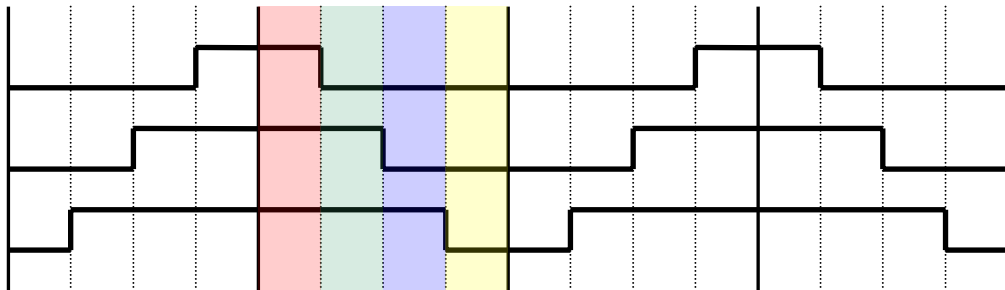
# 单分路 ---- 系统框图



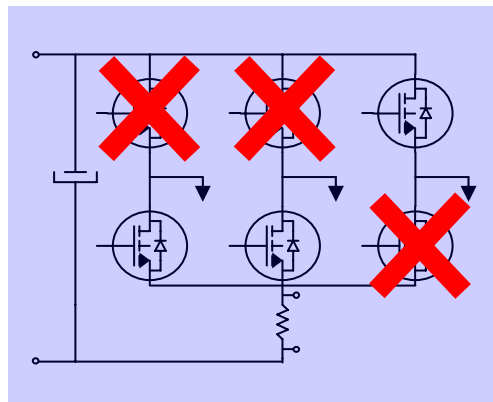
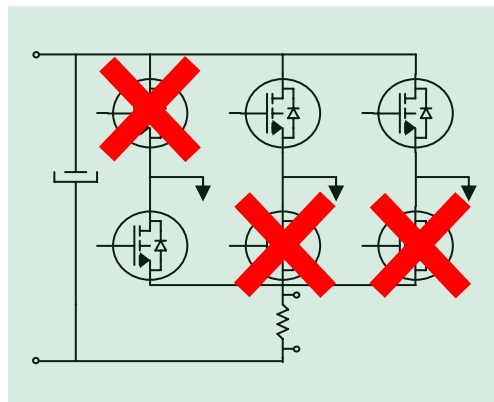
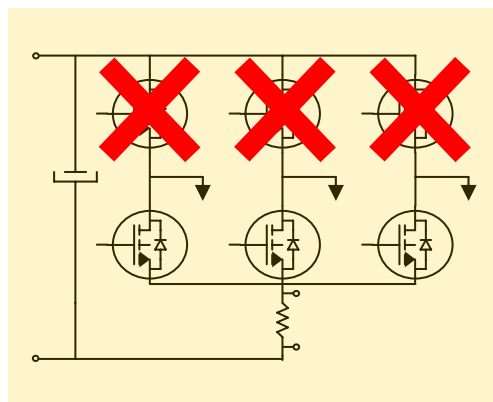
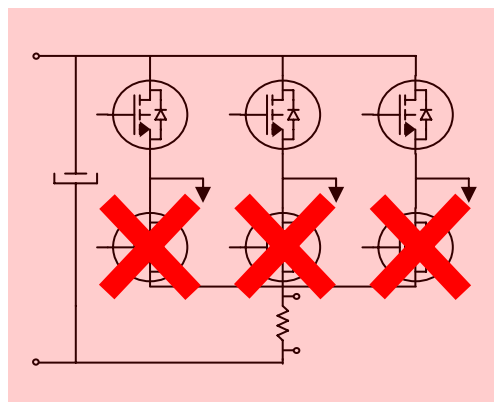
# 单一分路 ----- 硬件配置



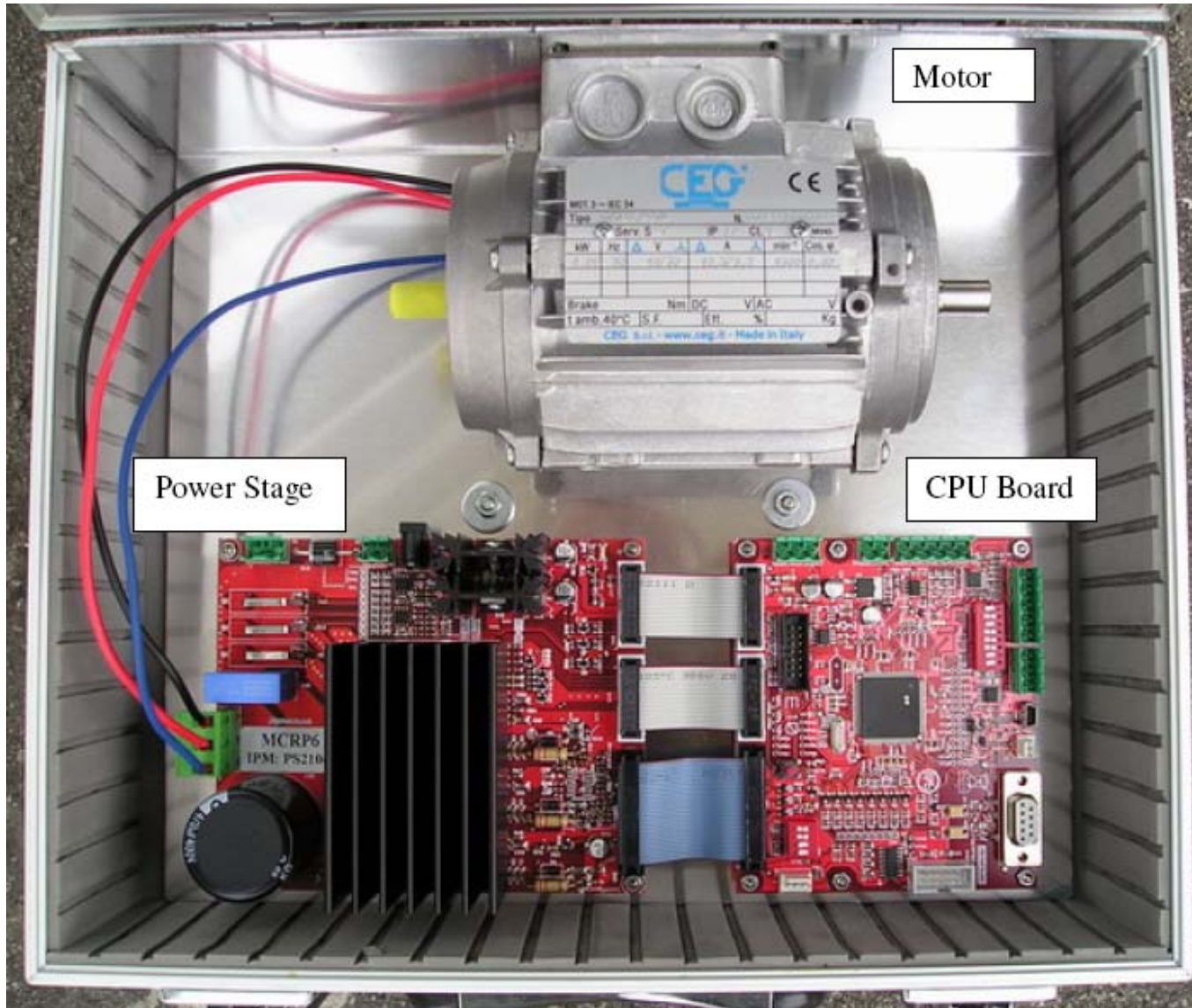
# 单分路 ---- 电流读取



- 仅当一个或两个较低开关为“开”时，分路中的电流才与相位电流相关。
- 仅应一个较低的开关为“开”时，分路电路才是相应的相位电流。
- 当两个较低的开关为“开”时，分路电流是相应相位电流的总和，所以它等于减掉第三相电流后的差。



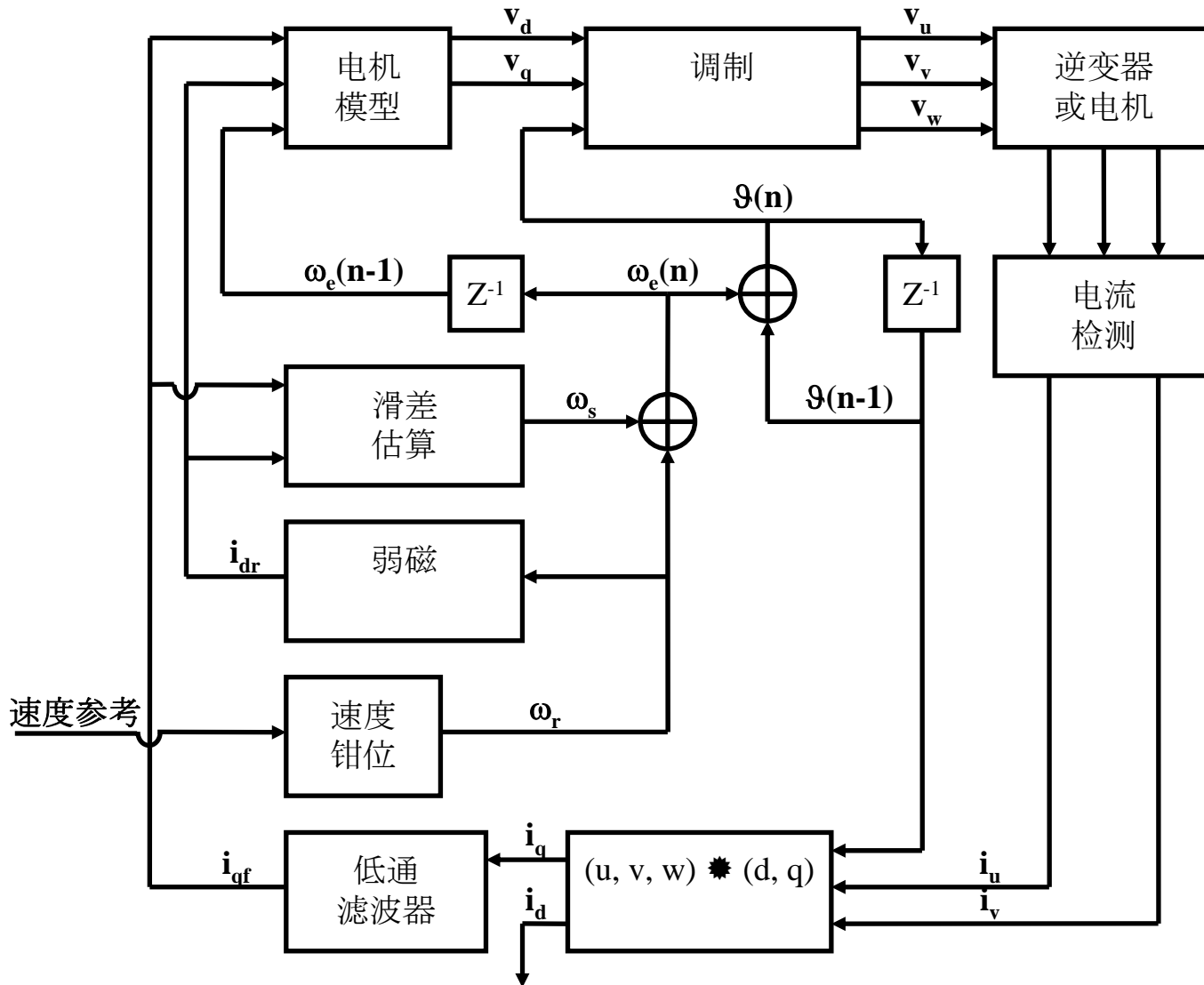
# 重点推介 (2) : 面向ACIM的MCRP06 SH7125



# 算法说明

- 算法是一种基于“自然磁场定向”的“开环磁场定向控制”算法。
- 其矢量控制是基于电压而非电流的。
- 利用电机模型方程式将d轴电流加到前馈电流中。
- 采用一种适当的磁场减弱特性，以避免饱和并允许电机达到比正常情况下更快的速度。
- 测量了q轴电流，进而对d和q电压进行补偿。
- 为了保证系统稳定性，需要一个低通滤波器
- 利用电机模型方程式，通过d参考电流和q测量电流计算出滑差。
- 正确的滑差关系保证了正确的磁场定向，因此必须对其进行调谐。
- 所有算法都基于电机数学模型参数：这些必须是已知的。

# 控制算法框架图



# 电流测量



- 我们测量了三相定子电流。每次仅需测量两次，第三相电流利用关系式 $(i_u + i_v + i_w) = 0$ 来计算，均假设无中性点连接
- 在MCPR06中：提供了下列三种测量方法：



– LEM电流检测：利用霍尔传感器直接从输出相位中检测相位电流。



– 三个分路电流检测：利用IGBT桥中低桥臂上的两个分路检测相位电流

– 一个分路电流检测：仅利用IGBT桥接地连接中的分路检测相位电流。

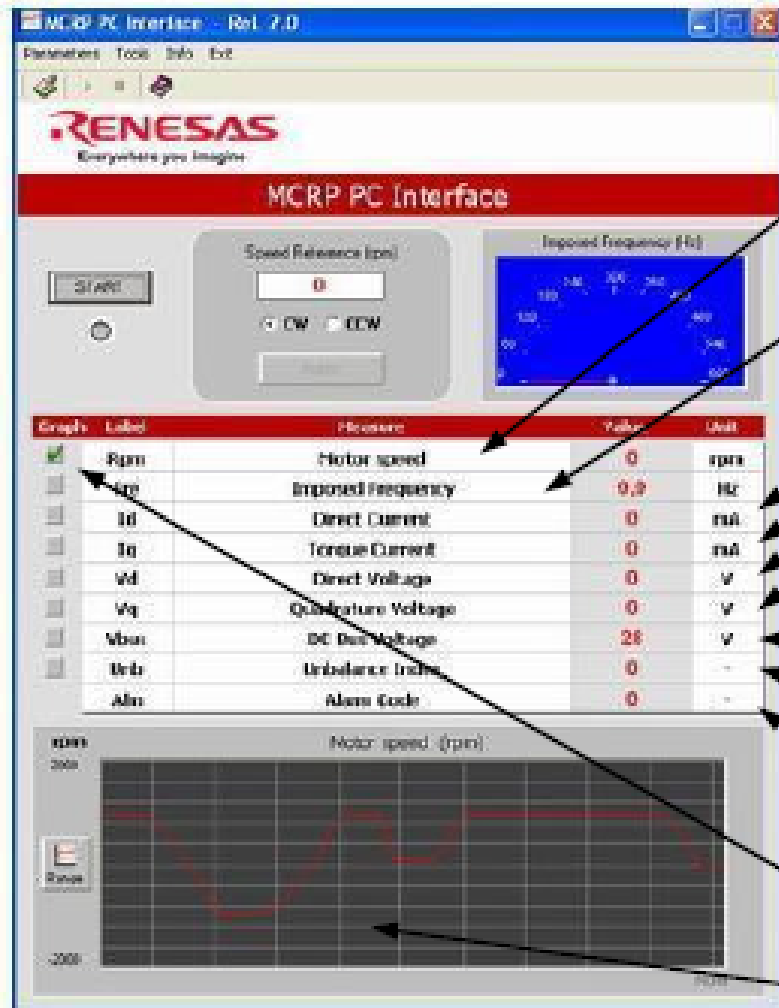


# 转换

- 转换  $(u, v, w) \Leftrightarrow (d, q)$
- 低通滤波器
- 磁场减弱
- 滑差估算
- 电机方程式中计算所需的电压
- 调制
  - 我们仅能采用软件中两种类型中的一种：
    - 空间矢量调制：
      - 要求从转动系统 $(d, q)$ 向固定系统 $(\alpha, \beta)$ 转换。
      - 直接给出将添加到MTU2寄存器的开关次数。
      - 允许“硬件”的空载时间损耗（采用MTU2的特性）
    - 自定义调制：
      - 要求从转动系统 $(d, q)$ 向固定系统 $(u, v, w)$ 转换。
      - 从  $(u, v, w)$  电压参考中计算出开关次数。
      - 允许“硬件”的空载时间损耗，以及交替的软件空载时间损耗（不采用MTU2特性）

# 附带PC上的软件

# 包括不平衡指数的PC接口



Motor Speed Measured

Frequency applied

$I_d$ ,  $I_q$ ,  $V_d$ ,  $V_q$ : are the values of the equivalent phase current & voltages, referred to a rotating reference system aligned with the rotor.

$I_q$  component represents the mechanical torque

$V_{BUS}$  DC voltage of the platform

Unbalance index: gives a number proportional to the load unbalance

Automatic Alarm Detection

Real-time graph for the selected value

Configuration panel

**RENESAS**  
Everywhere you imagine

DESCRIPTION	UNIT	MIN	MAX	VALUE	STATUS
Default Parameters Setting	-	0	32767	0	
Minimum Speed	rpm	0	999	400	
Maximum Speed	rpm	1000	20000	4000	
Acceleration	rpm/s	100	10000	1000	
Deceleration	rpm/s	100	10000	500	
Nominal Frequency	Hz	10	300	50	
Polar couples	-	1	24	2	
Nominal "d" Current	Amp(rms)/10	0	200	45	
Nominal "q" Current	Amp(rms)/10	0	200	45	
Stator Resistance	Ohm/10	0	5000	38	
Stator Inductance	Henry/1000	0	1000	32	
Transient Inductance	Henry/1000	0	1000	3	
Rotor Time Constant	sec/1000	0	500	30	
Current Limit Coefficient	-	0	500	30	
Voltage Limit Coefficient	-	0	500	100	
Current filters time constant	sec/1000	1	1000	50	
16 *Motor_ripples/Drum_ripples	-	0	800	160	
Tachometer Pulses/Revolution	-	0	16	8	
Free	-	0	32767	0	
Free	-	0	32767	0	
Free	-	0	32767	0	
Free	-	0	32767	0	
Free	-	0	32767	0	
Free	-	0	32767	0	
Free	-	0	32767	0	
Free	-	0	32767	0	

Read from board    Apply    Close

Used to reload the default parameters

Max & Min Speed

Acceleration/Deceleration

Motor Parameters

Washing Machine Parameters

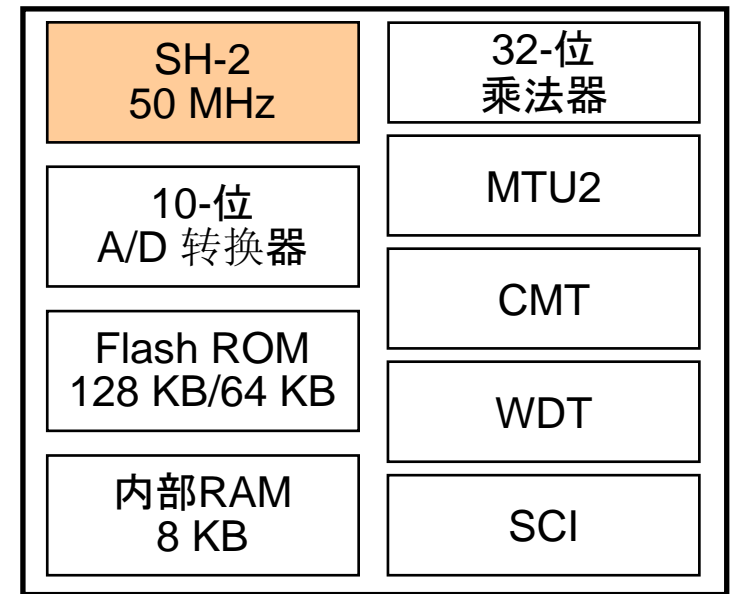
Load values from the board

# 32位 SH7125 MCU

# 成本最低 -- SH7124, SH7125

- CPU 内核
  - SH-2 (SuperH RISC引擎)
  - 32位乘法器  
(32 位 × 32 位 → 64 位)
- 工作频率
  - CPU时钟和外设I/O时钟:  
50 MHz、25 MHz或40 MHz、40 MHz
- 电源电压
  - 4.0- to 5.5-V 单电源电压
- 内部存储器 (flash 存储器, RAM)
  - Flash存储器: 128 KB/64 KB
  - RAM: 8 KB
- 内部功能
  - 多功能16-bit PWM计时器: 6 (MTU2)
  - 端口输出启动 (POE)
  - 看门狗计时器 1
  - 高速10位 A/D转换器: 4通道 4 ch × 2 (共8 ch)
  - SCI: 3
  - I/O 端口: 33 (SH7125), 26 (SH7124)
  - 外部中断引脚 (NMI + IRQ):  
4 (SH7124), 5 (SH7125)
  - 片上调试功能 (H-UDI)

- 封装
  - SH7125 (64引脚):  
LQFP-64 (10 mm<sup>2</sup> /0.5-mm引脚间距),  
QFP-64A (14 mm<sup>2</sup>/0.8-mm引脚间距),  
VQFN-64 (8 mm<sup>2</sup>引脚间距)
  - SH7124 (48-pin):  
LQFP-48 (10 mm<sup>2</sup>/0.65-mm引脚间距)  
VQFN-52 (7 mm<sup>2</sup>/0.4-mm引脚间距)



# 产品编号

Product Type		Product Code		Package (Package Code)
SH7125	Flash memory version (on-chip 128-kbyte)	Consumer product	R5F71253N50FP	LQFP-64 (FP-64K)
		Industrial product	R5F71253D50FP	
		Consumer product	R5F71253N50FA	QFP-64 (FP-64H)
		Industrial product	R5F71253D50FA	
	Flash memory version (on-chip 64-kbyte)	Consumer product	R5F71252N50FP	LQFP-64 (FP-64K)
		Industrial product	R5F71252D50FP	
		Consumer product	R5F71252N50FA	QFP-64 (FP-64H)
		Industrial product	R5F71252D50FA	
SH7124	Flash memory version (on-chip 128-kbyte)	Consumer product	R5F71243N50FP	LQFP-48 (FP-48F)
		Industrial product	R5F71243D50FP	
	Flash memory version (on-chip 64-kbyte)	Consumer product	R5F71242N50FP	
		Industrial product	R5F71242D50FP	

LQFP-64 : 10x10mm

QFP-64 : 14x14mm

LQFP-48 : 10x10mm

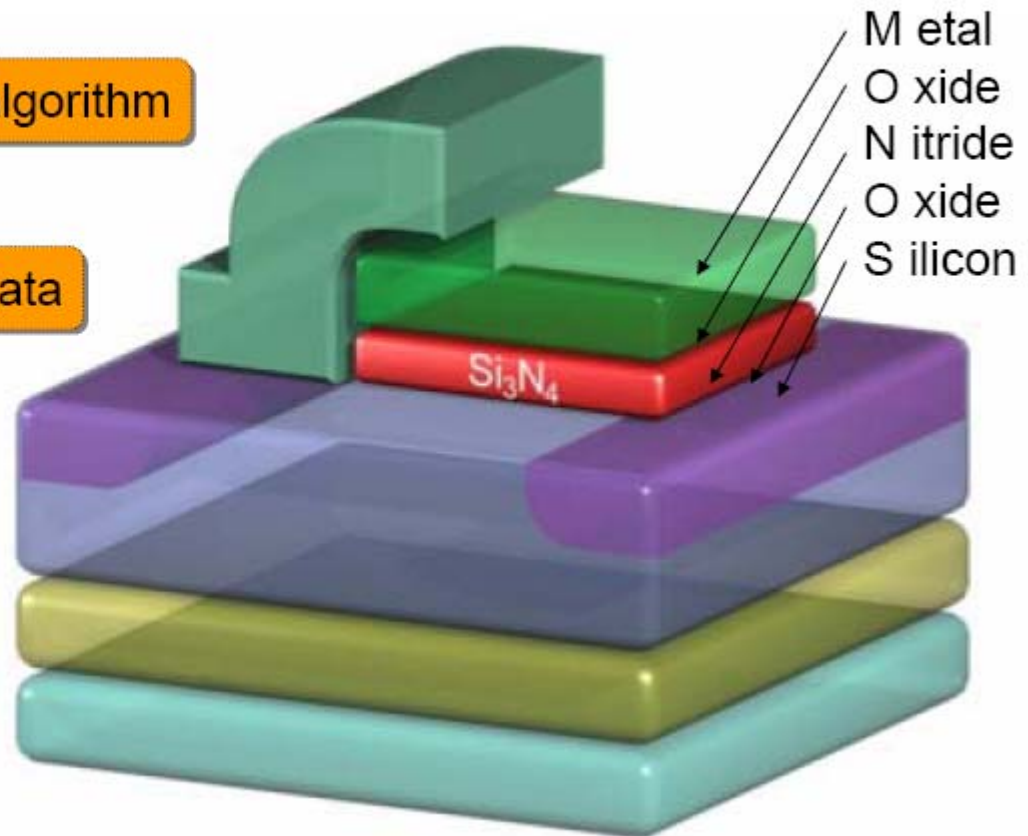
# 产品优势

# SuperH中的快速内部闪存

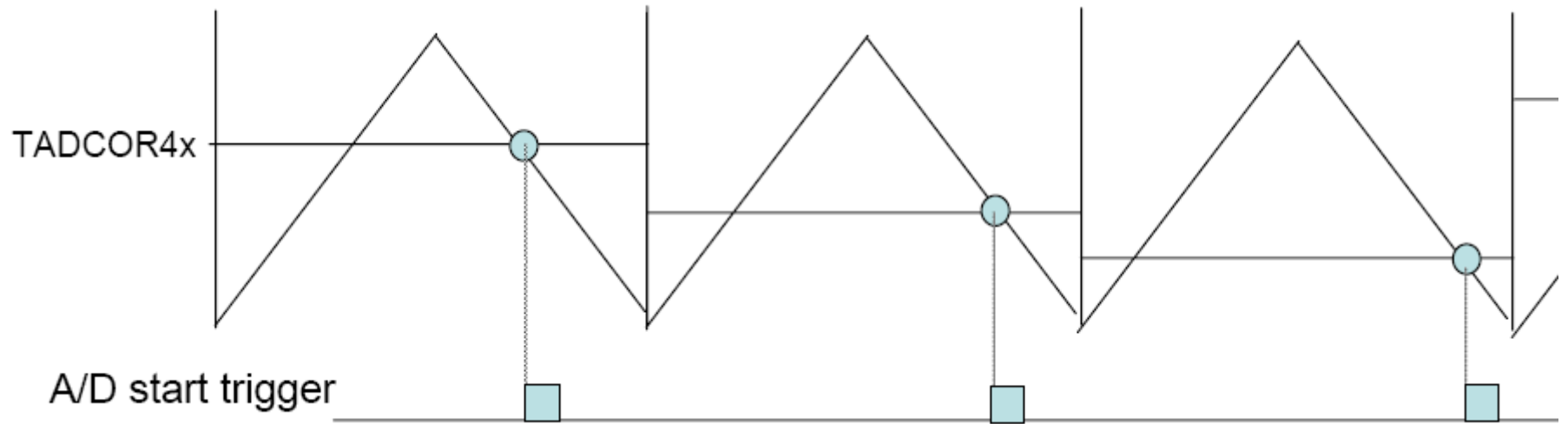
MONOS Flash techn. : fastest flash with 12.5ns access time

Speed-up complex algorithm

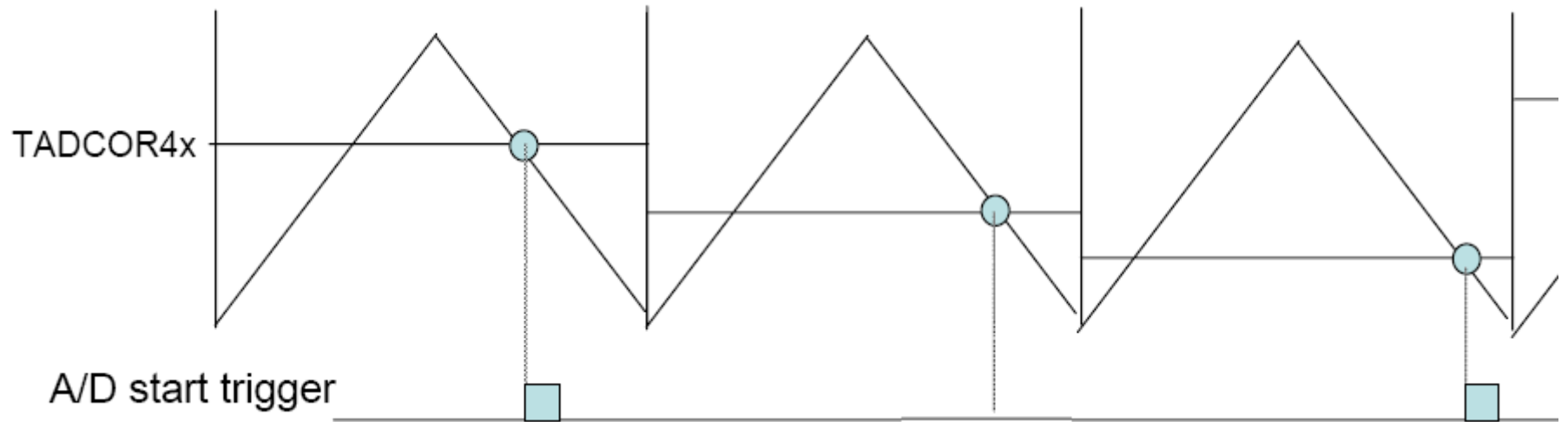
Fast access to program & data



# 由MTU2 中断进行的A/D 触发



# MTU2 的中断跳跃



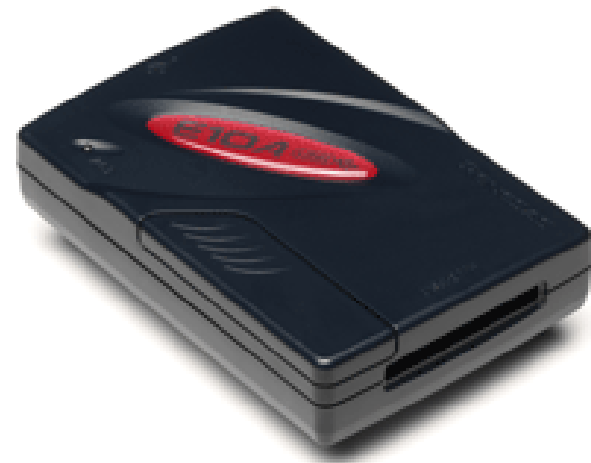
# 重点功能

- MTU2S的PWM计数器，在80Mhz频率下操作
- 快速内部闪存允许单循环存取
- 两个A/D硬件装置同时进行电流采样。
- 支持MTU的中断触发A/D采样。
- 支持中断跳跃功能

# 开发所需要的硬件

# E10A-USB: 低成本片上调试器

- E10A-USB 器件组新增产品（器件组新增产品的许可工具）
  - 如果用户想为现有的 E10A-USB 产品增加第二个、第三个甚至更多器件组，来让该单元除了支持首次安装时选定的原始器件组，还支持那些新增加的器件组，那么用户就可以购买这些器件组新增产品。
- \* E10A-USB 仿真器并不支持全部带有专用调试接口（H-UDI 和 AUD）的微型计算机。请参照目标器件列表。
- \* H-UDI（用户调试接口）是一种符合联合测试行动小组（JTAG）规范要求的接口。
- \* AUD（高级用户调试器）是调试器功能中的一种。AUD 具有分支跟踪功能和 RAM 监控功能。由于仿真器的功能取决于仿真器，所以请参照仿真器手册来弄清楚仿真器是否具有 AUD 功能。



P/N	元件		
	硬件		软件
HS0005KCU01H	E10A-USB (无 AUD)	14路电缆	E10A-USB 软件 (包含1份器件组新增产品许可证)
HS0005KCU02H	E10A-USB (带 AUD)	14路电缆 36路电缆	E10A-USB 软件 (包含1份器件组新增产品许可证)

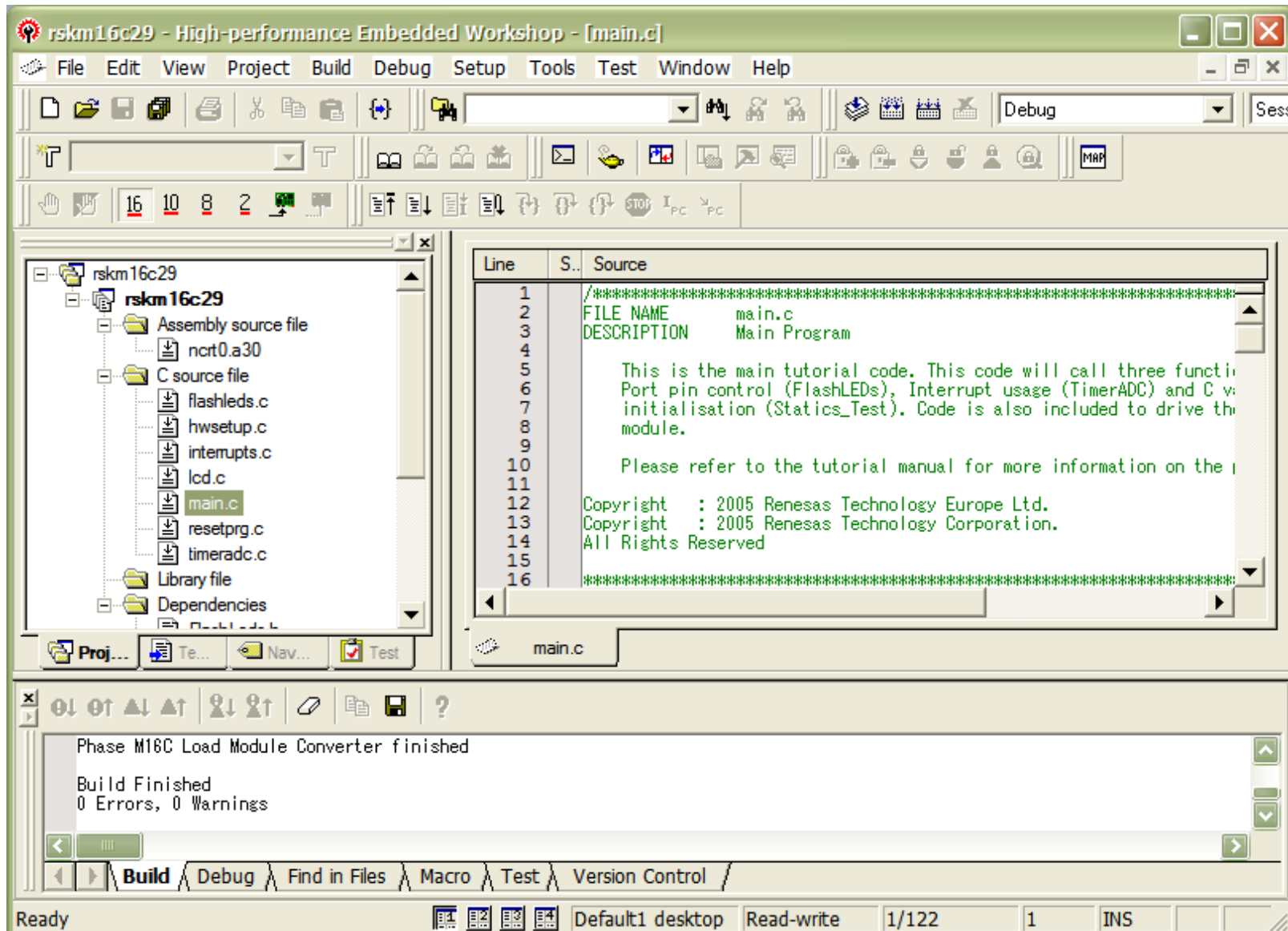
# E10A-USB

- 支持器件：

器件组	产品型号	内容
H8S	HS2339KCU01SR	H8S 器件组
H8SX	HS1527KCU01SR	H8SX 器件组
SH-2	HS7047KCU01SR	SH-2 器件组
SH-2A	HS7206KCU01SR	SH-2A 器件组
SH-3	HS7729KCU01SR	SH-3 器件组
SH-Mobile	HS7290KCU01SR	SH-Mobile 器件组
新 SH-Mobile	HS7318KCU01SR	新 SH-Mobile 器件组
SH-4	HS7751KCU01SR	SH-4 器件组
SH-4A	HS7780KCU01SR	SH-4A 器件组

# 开发所需要的软件

# HEW 高性能嵌入式专区



- 免费试用  
<H8,M16C,R8  
C的64KB代码

- 免费试用  
<H8S,SuperH  
的 256KB代码

# 调试扩展窗口界面

The screenshot displays the HPEW interface with the following components:

- RTOS トレース統計 (RTOS Trace Statistics) window:** A dialog box with input fields for '開始No.' (1) and '終了No.' (15). It contains a table with columns: プログラム (Program), 実行時間 (Execution Time), 実行比率 (Execution Ratio), カウント (Count), and 実行時間(グラフ) (Execution Time (Graph)).
- Task State window:** A table showing task details such as Symbol, Priority, and State.
- System Call Tracking window:** A table showing system call events with columns for Task ID, PC, and Event.

プログラム	実行時間	実行比率	カウント	実行時間(グラフ)
KNL_IDLE	0 (*100Cycle)	0 %	0	
KERNEL	34 (*100Cycle)	59 %	7	
OTHERS	5 (*100Cycle)	8 %	1	
TSK D'0006	15 (*100Cycle)	26 %	5	
TSK D'0007	3 (*100Cycle)	5 %	1	

T. A.	Symbol	Pri...	State
0001			NOEXCS
0002			NOEXCS
0003			NOEXCS
0004			NOEXCS
0005			NOEXCS
0006	_MainTask	D'0006	DORMANT
0007	_task?	D'0007	RUN
0008			NOEXCS

v	Task...	PC	Event
00007	D'0006	H'8000cfe6	K_OK
00008	D'0006	H'8000d000	vai_flg
00009	D'0007	H'8000d026	Task st
00010	D'0007	H'8000d038	set_flg
00011	D'0006	H'8000d000	K_OK
00012	D'0006	H'8000d00e	del_flg
00013	D'0006	H'8000d00e	K_OK
00014	D'0006	H'8000d018	ext_tsk
00015	D'0007	H'8000d038	K_OK

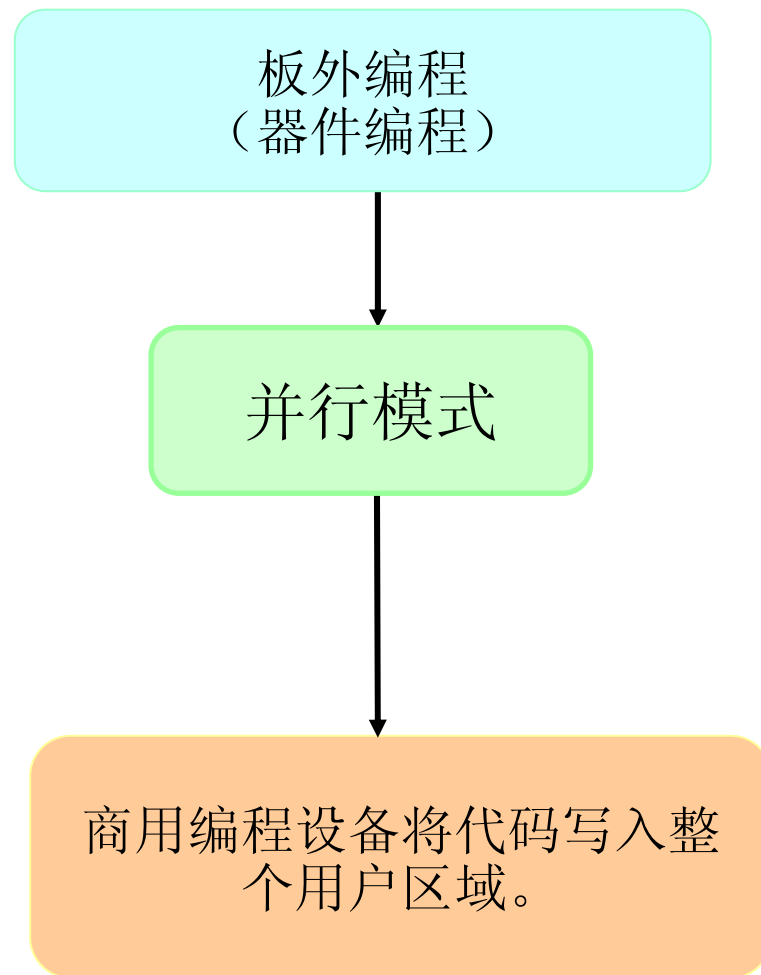
使用効率

系统调用跟踪

任务状态

# 板外编程模式

并行编程模式最适于在它们被安装到电路板上之前将代码写入大批量MCU 中。



# 板上编程模式

板上（在系统）编程

串行模式  
（使用启动代码）

CPU 重写模式

异步

同步

CPU按照用户代码的指示（外部信源可以通过各种I/O端口发出指令）将代码重新写入部分用户flash区域。

CPU重写模式让您能够使用部分flash来存储数据。它还能用来从外部信源对应用代码进行更新。

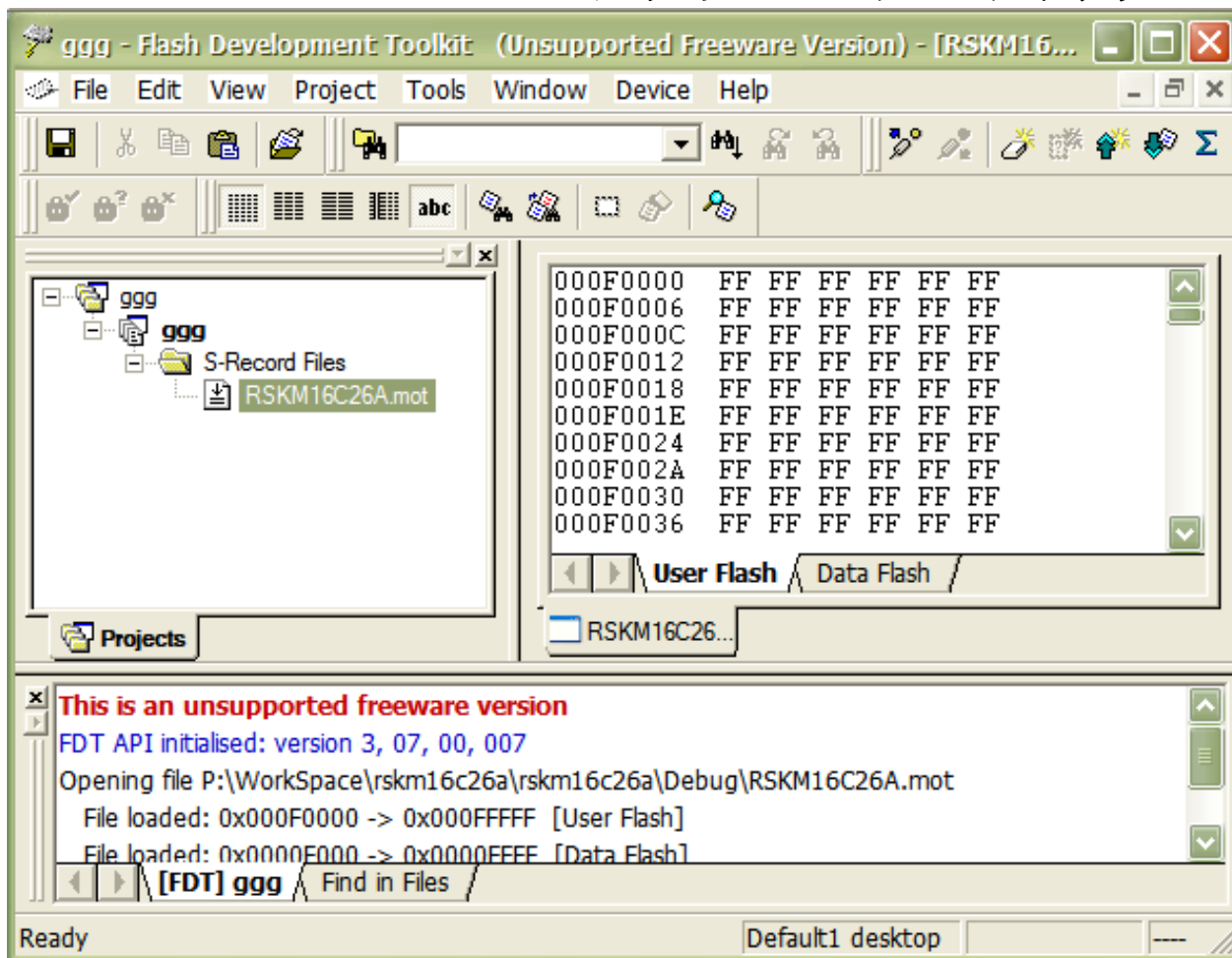
通过RS-232电缆与目标相连的PC上的FlashStart SW将代码写入整个用户区域或部分区域。

ICD通过USB与PC相连，通过带状电缆与目标器件相连；PC上的FoUSB SW将代码写入整个用户区域或部分区域。

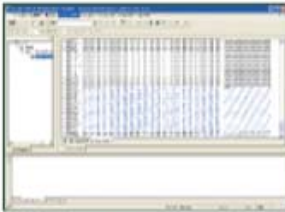
异步串行模式是在电路板上对MCU进行编程的基本方法。

同步串行模式提供了比异步串行模式快得多的编程速度。

# Flash 开发工具套件 (FDT)



E8a with  
**Flash Development Toolkit**  
Programming as Programmer



740	R8C/ Tiny	H8S
Super Low Power	M16C	H8SX
H8	M32C	SuperH

**Flash Development Toolkit**

E8a emulator offers two ways of flash memory programming. One is by using Flash Development Toolkit, a flash programming software tool for Renesas flash memories, and another is by using the Writing flash memory mode of which the E8a includes.

- 用于板上编程的 GUI 软件
- FDT 是一种软件，用于规定要下载的文件和控制各种微型计算机的通信协议。

# 最新情报

# RX系列的演进

■ 保持电流产品的可用性，同时提升性能并扩展特性。



