

# 如何使用 HT45RM03 配合 HT45B0C 来控制 3 相 DC 直流无刷马达

文件编码: HA0117S

## 简介

本范例主要应用于三相无刷马达(马达内部带位置传感器), DC36V 的额定工作电压, 使用 MCU PWM 输出驱动三相无刷马达运转。

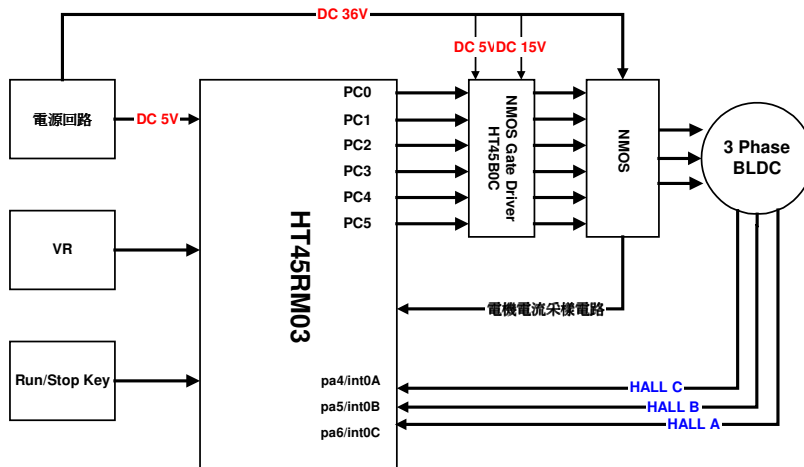
三相无刷马达采用电子换向, 具有高效率, 低噪音, 寿命长等优点, 被广泛应用于电动车。本范例使用 HT45RM03 配合 HT45B0C 驱动三相无刷马达, 其中 HT45RM03 为主控制芯片, HT45B0C 为 NMOS driver。

## 功能与特性说明

- 工作电压: 36V
- MCU 直接 PWM 输出驱动
- 过电流保护
- Adjustable Speed

## H/W 方块图

本范例使用 HT45RM03 MCU 为控制核心。整个线路主要分为：电源回路，驱动转换接口，功率驱动回路，保护回路及控制回路等。



## 硬件方块功能说明

### 电源回路

36V 电源提供给三相无刷马达供电，另外经 LM317、7815、7805 后给 HT45RM03 及其外围回路，HT45B0C 供电。

### 驱动转换接口

驱动转换接口为 MCU 控制回路与功率驱动回路之间的接口，提供电压接口的转换。本线路使用 HT45B0C 做为驱动转换接口。

### 功率驱动电路

6 个 NMOS 管组成功率驱动回路，为驱动三相无刷马达的主要组件。本范例线路使用六个 nmosfet 组成三相半桥驱动电路，用于驱动三相无刷马达。

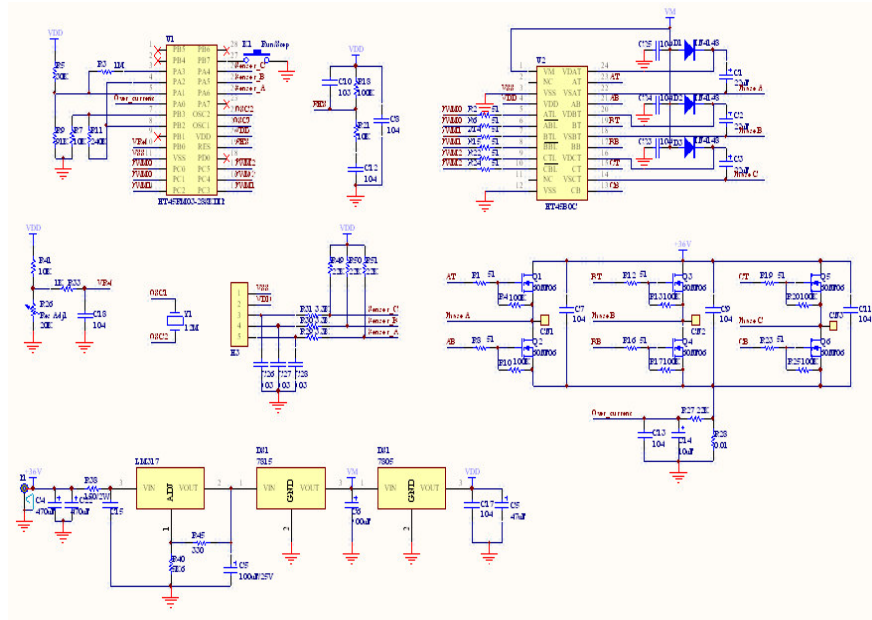
### 保护回路

范例线路中规划的保护回路为过电流保护回路，作为当三相无刷马达过载时的保护功能。此回路使用 HT45RM03 内建的 op，cmp 来实现的。

控制回路

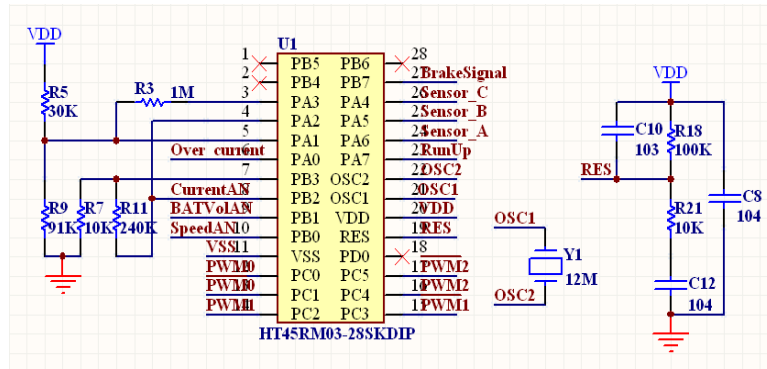
- 通过改变 VR 的电阻值来调整三相无刷马达的转速。
- 当 VR 的电压值在 0.4V ~ 3.4V 之间时, 按下 Run / Stop key 起动手三相无刷马达, 再按下 Run / Stop key 则三相无刷马达停止运行。
- HT45RM03 通过侦测 hall sensor 的反馈信号, 来决定哪两个 nmos 管导通。

应用电路图



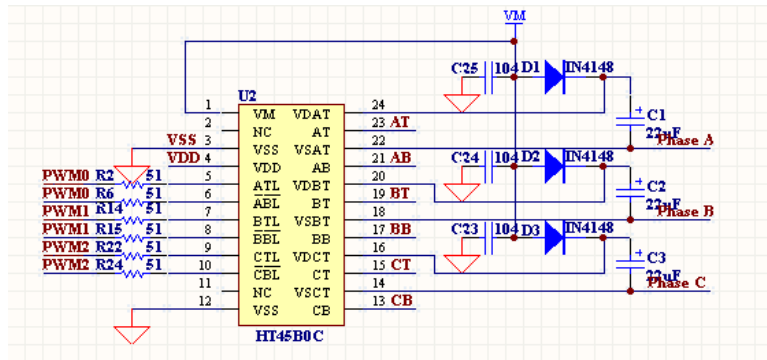
## H/W Operating Principle

### 过电流保护电路



本线路的过电流保护电路使用 HT45RM03 内建的 OP, CMP。BLDC 电流经 OP (PA0/OPVinp, PB3/OPVINn, PB2/OPOut) 放大后, 一路经 MCU AD 转换, 一路经 CMP (PA1/CVinp, PA2/CVINn, PA3/COUt) 限流, 从而实现过电流保护的功能。

### HT45B0C 应用电路



HT45B0C 做为 MCU 控制回路与功率驱动回路之间的接口, 不仅提供电压转换的接口, 还可以保护同一桥上, 下两个 NMOS 管, 避免因为两个 NMOS 管直通而被烧坏。

HT45B0C 特性:

- 提供 3 个上臂, 3 个下臂的 mosfet 驱动
- 下臂驱动电源范围 9V ~ 20V
- 上臂驱动输出最大电压为 80V
- 低电压保护

HT45B0C 输入输出真值表如下所示:

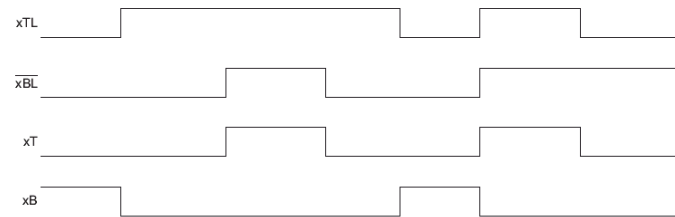
**Input/Output Truth Table**

The output of the device is according the input pin. The true table is as follow:

ATL, BTL, CTL	ABL, BBL, CBL	Low Voltage Protection	AT, BT, CT	AB, BB, CB
0	1	N	VSAT, VSBT, VSCT	VSS, VSS, VSS
0	0	N	VSAT, VSBT, VSCT	VM, VM, VM
1	1	N	VDAT, VDBT, VDCT	VSS, VSS, VSS
1	0	N	VSAT, VSBT, VSCT	VSS, VSS, VSS
—	—	Y	VSAT, VSBT, VSCT	VSS, VSS, VSS

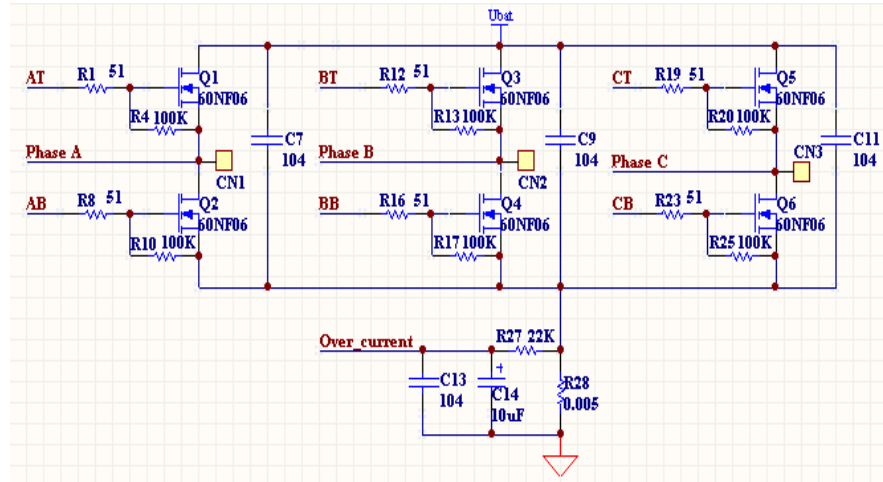
(ATL, ABL), (BTL, BBL) and (CTL, CBL) Truth Table

**Timing Diagrams**



Note: x is A, B or C

功率驱动电路



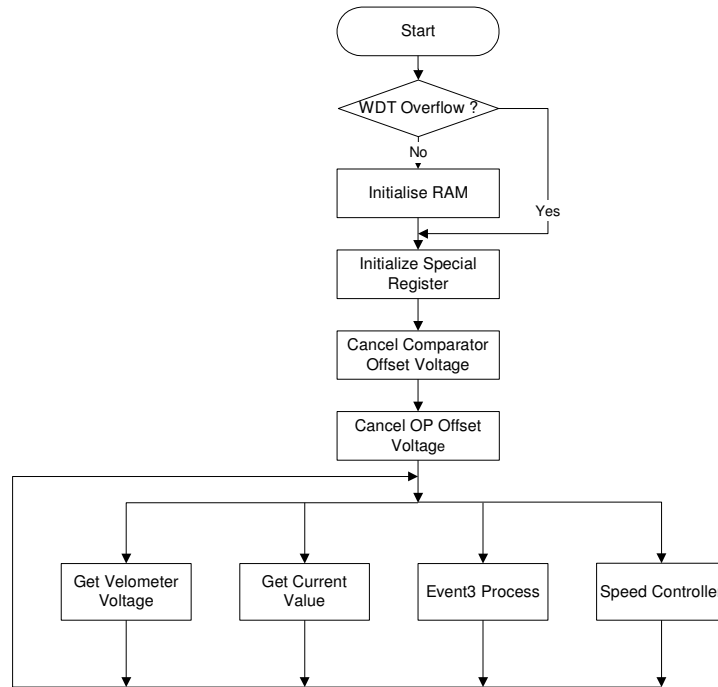
功率驱动回路为 BLDC 的主要驱动电路，由 6 个 NMOS (60nf06) 组成。BLDC 逆时针旋转时 hall sensor 对应的输出顺序为 000 → 001 → 011 → 111 → 110 → 100。BLDC 逆时针旋转时 NMOS 状态与 hall sensor 对应关系如下表所示：

Hall sensor(SA,SB,SC)	NMOS 管状态
000	Q5, Q4 on
001	Q1, Q4 on
011	Q1, Q6 on
111	Q3, Q6 on
110	Q3, Q2 on
100	Q5, Q2 on

\* hall sensor 对应的输出顺序随 BLDC 规格而定。

S/W 流程图

MAIN 流程图



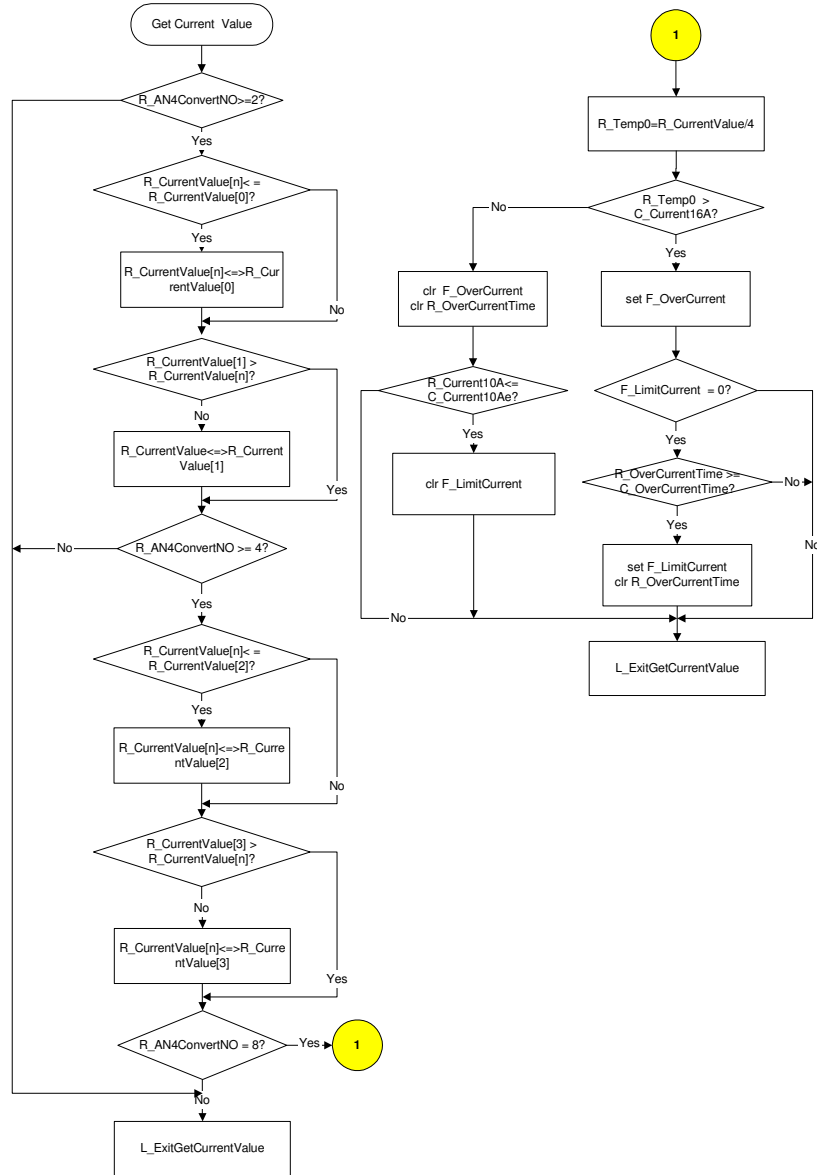
主流程程序说明:

- 对 RAM、I/O 等特速功能缓存器的初始化。
- 对 op, cmp offset voltage 校验
- GetVelometerVoltage: VR 电压侦测程序
- GetCurrentValue: 无刷马达电流侦测程序
- Event3Process: 包含 run/stop 按键检测和计算当前 VR 对应的 pwm 值两个任务
- SpeedControler: 无刷马达电压调整程序

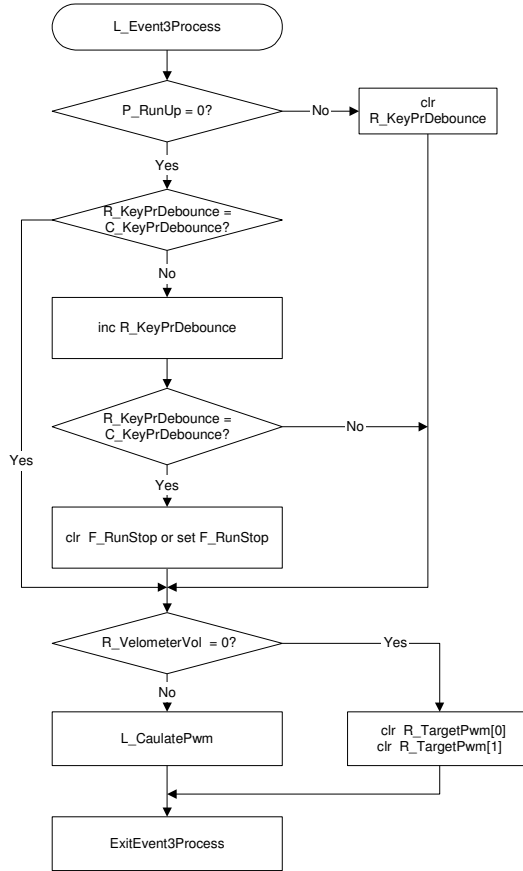
VR 电压侦测流程图



GetCurrentValue 流程图



Event3 Process 流程图



SpeedControler 流程图

