

# 直流无刷电机（**BLDC**）正弦波 驱动样板说明

<b>1. 前言</b>	<b>3</b>
1.1. 文件目的	3
1.2. 驱动原理	3
<b>2. 使用方法</b>	<b>4</b>
<b>3. 硬件介绍</b>	<b>5</b>
3.1. 控制板	5
3.1.1. 接线	6
3.1.2. 电源	7
3.1.3. 开关/转速控制	7
3.2. 马达	7
<b>4. 韧体介绍</b>	<b>8</b>
4.1. 主要流程	8
4.2. 各中断任务	9
2.1.1. TIMER2 ISR	9
2.1.2. TIMER1 ISR	9
2.1.3. TIMER0 ISR	9
2.1.4. KB ISR	9
4.3. PCA 设定	9
4.4. PLL 设定	10
4.5. 更新占空比周期	10
<b>5. 电路图及物料清单 (BOM)</b>	<b>11</b>
<b>6. 版本历史</b>	<b>13</b>

## 1. 前言

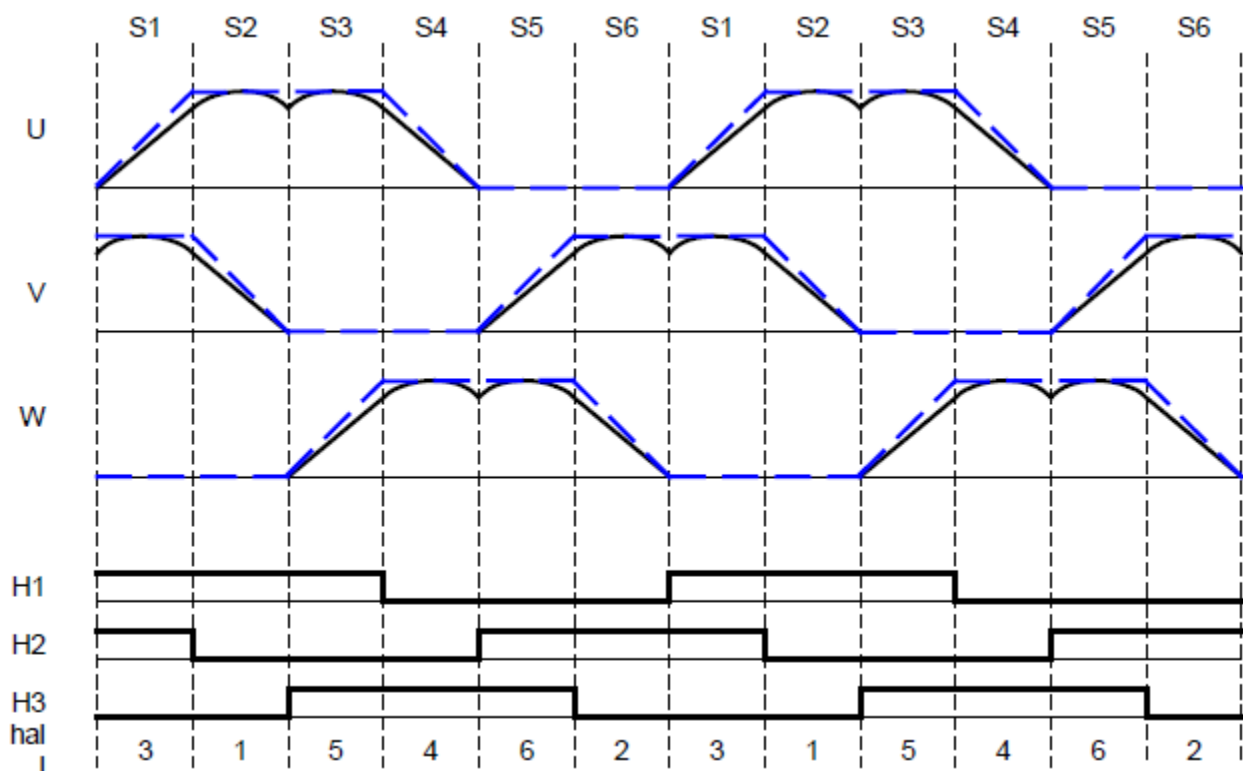
### 1.1. 文件目的

主要为介绍如何利用 MG82F6D17 完成正弦波驱动主流无刷电机(BLDC)。

### 1.2. 驱动原理

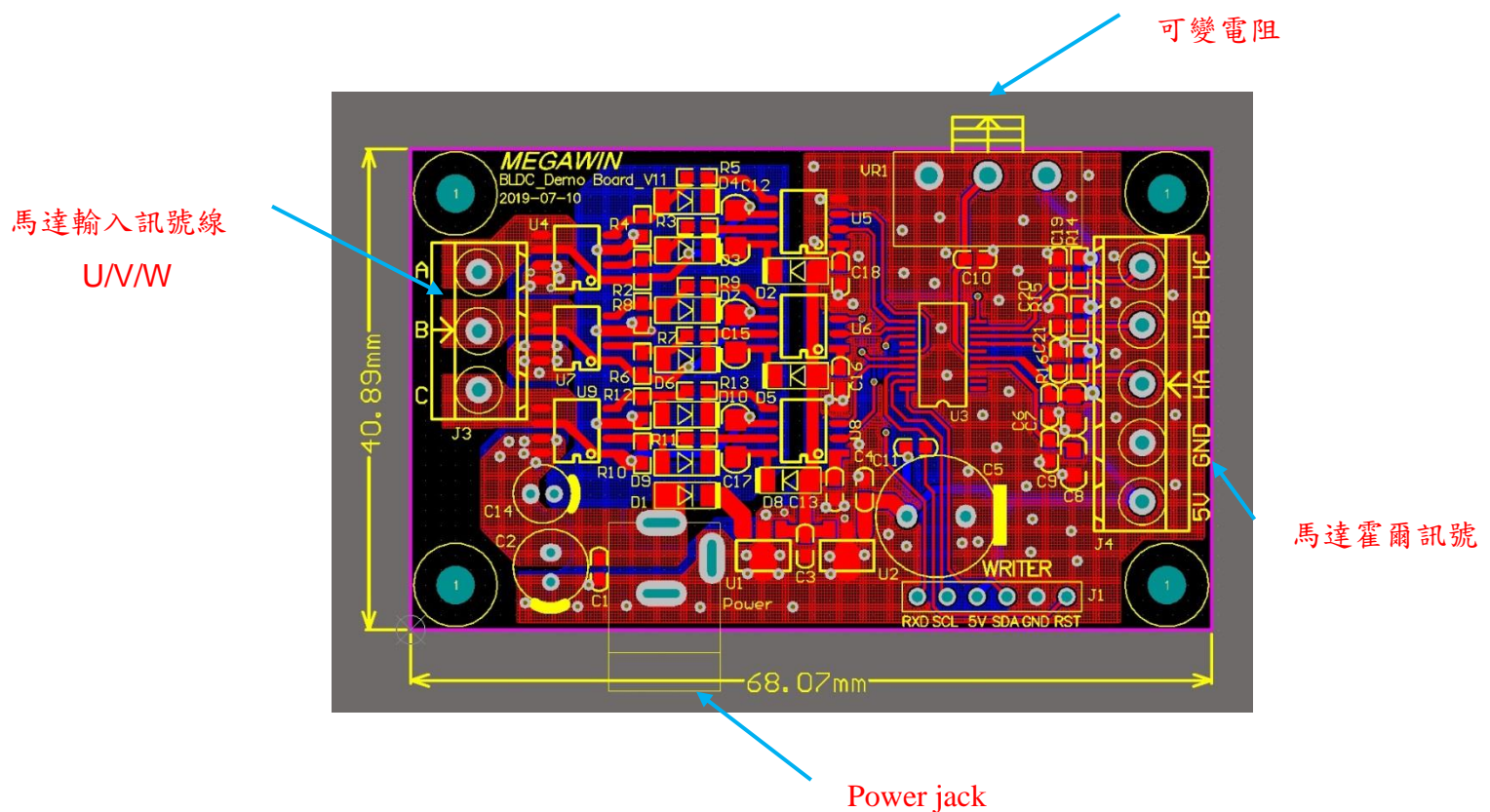
如下图，由霍尔(Hall)输出的讯号，决定 U/V/W 输出的波形。

在每 60 度里，便有 32 阶的分辨率，所以 S1~S6 就有 192 阶的 PWM 工作周期的变化。



## 2. 使用方法

1. 将可变电阻顺时针转到底。
  2. 马达输入讯号线 U/V/W 接到 J3-A/B/C。
  3. 马达霍尔讯号接至 J4-HA/HB/HC、J4-5V & J4-GND。
  4. 选用电源适配器(AC adapter)输出为 DC 24V/1A 左右，插入电源接口(Power Jack)中。
  5. 可变电阻顺时针转到底可停止马达；逆时针转可变电阻，可启动马达，并且调整转速。
- 如附图：



### 3. 硬件介绍

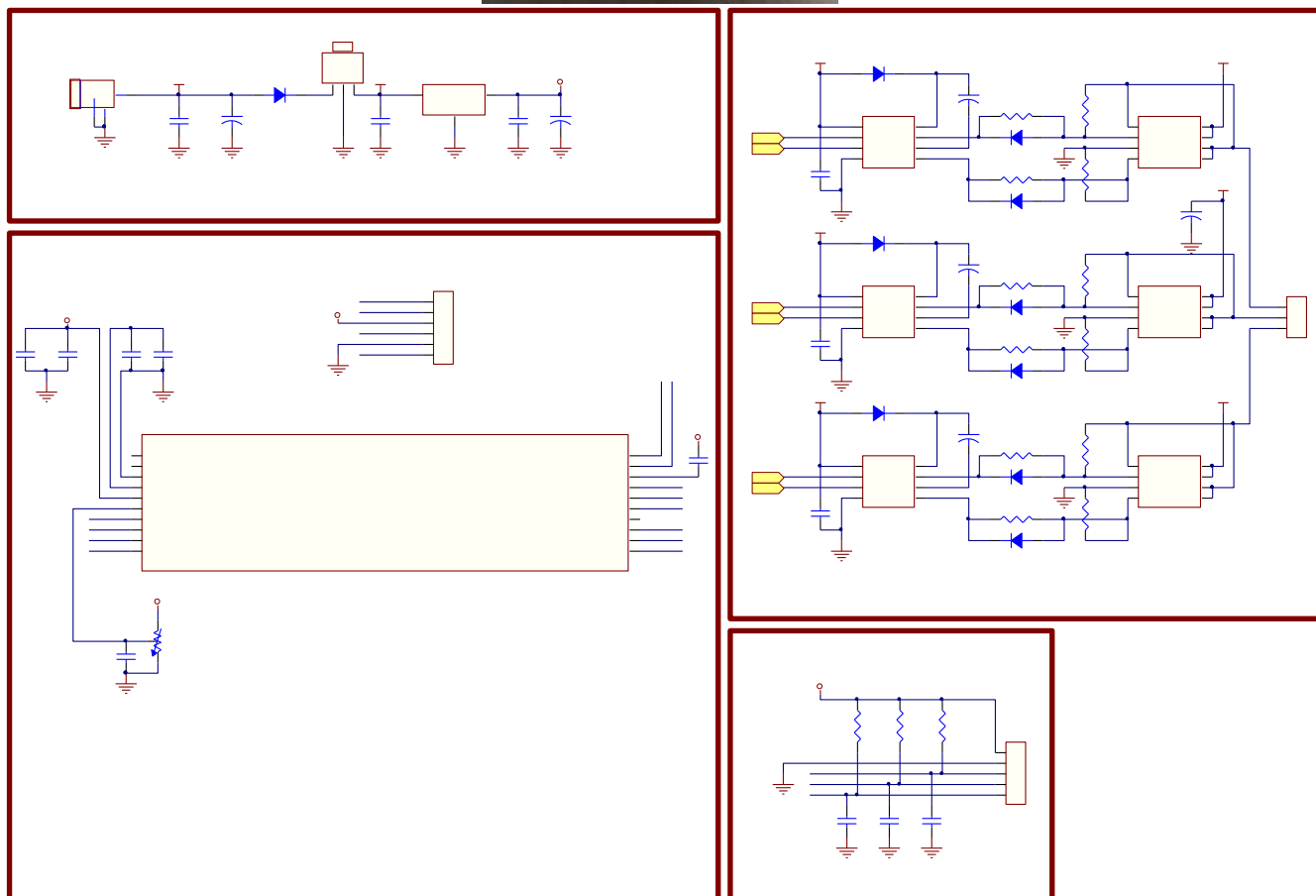
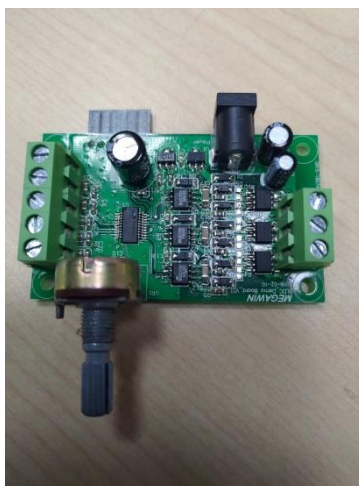
#### 3.1. 控制板

电路图如下：

供电: 78L15 产生 15V -> LM78L05 产生 5V

门驱动器(Gate Driver): IR2101S

功率 MOS : Si4946 (双 N-沟道 MOS)



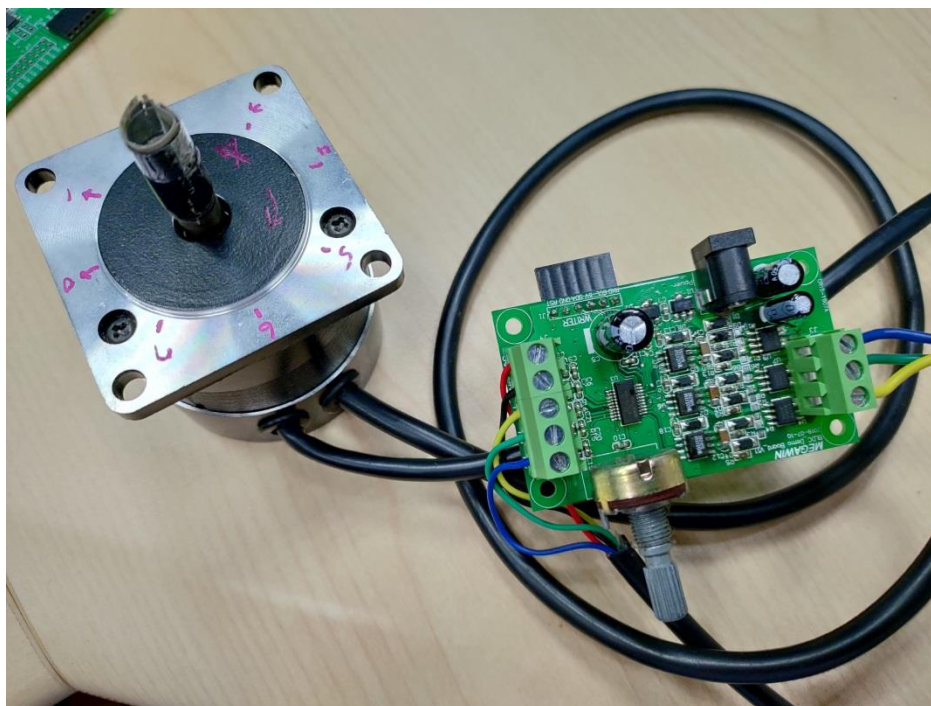
### 3.1.1.接线

马达控制 U/V/W 接到 J3-A/B/C。马达霍尔讯号接至 J4-HA/HB/HC、J4-5V & J4-GND

Line	description	Board
Bold Yellow	Motor U	J3-A
Bold Green	Motor V	J3-B
Bold Blue	Motor W	J3-C

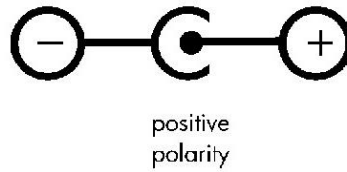
Line	description	Board
Fine Red	Hall Vdd	J4-5V
Fine Black	Hall ground	J4-GND
Fine Yellow	Hall-A	J4-HA
Fine Green	Hall-B	J4-HB
Fine Blue	Hall-C	J4-HC

如附图：



### 3.1.2. 电源

须准备电源适配器(AC adapter)，输入为 AC: 110~220V，输出为 DC: 24V/1A 插入电源接口(Power Jack)端。



### 3.1.3. 开关/转速控制

利用可变电阻控制马达起转或转速。

- 右转到底，马达将断电
- 左转依序为 900、1000、1100、1200、1300、1400、1500、1600、1650 rpm

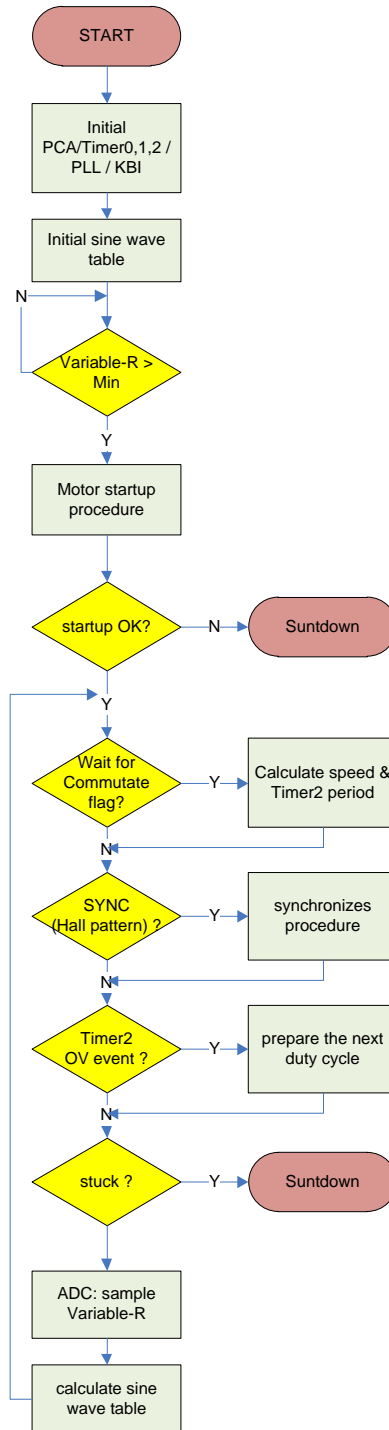
### 3.2. 马达

- 此次选用的马达为 57BL55S06-230 / 60W / 3000 rpm / 24V 直流无刷电机。
- 霍尔传感器电压为 5V，且为开漏极(open drain)输出形式。

## 4. 韧体介绍

### 4.1. 主要流程

在主程序中，依靠各中断所产生的标志位(flag)进行相对应的对动作，包含错误处置。





## 4.2. 各中断任务

### 2.1.1. Timer2 ISR

在触发时间点，将新的 U/V/W 工作周期填入

### 2.1.2. Timer1 ISR

Timer1 为 1ms 触发一次，每次都会累积 StuckCNT，若马达有换相，则会清除该值；若 StuckCNT 持续累积，表示该马达一直收不到换相讯号，有可能马达已卡死，须进行特别动作，以保护控制板。

### 2.1.3. Timer0 ISR

单纯为累积换相的时间，供计算 BLDC 六步换相中，每步须分成 32 阶，每阶所需的时间。

### 2.1.4. KB ISR

主要为接收霍尔讯号，并设定下一次霍尔讯号的触发条件，若条件符合，纪录 Timer0 的值，并发出同步讯号。

## 4.3. PCA 设定

在 PCA 设定中：

- 我们使用了缓冲模式，减少了毛刺的产生。
- 10 位 PWM 分辨率
- 死区时间控制
- 中心对齐的 PWM 输出

```
CMOD = CPS2 | CPS1 | CPS0 | BME4 | BME2 | BME0;           // MCDKO 是时钟源及缓冲模式
CCON = 0x00;                                                //清标志及禁止 PCA 计数器
CH = CHRL = 0xFC; CL = CLRL = 0x00;                        // 设置 CH:CL 及重载值
//
CCAPM0 = CCAPM2 = CCAPM4 = DTE0 | ECOM0 | PWM0;           // 使能带死区时间功能的 PWM
CCAPM1 = CCAPM3 = CCAPM5 = DTE0 | ECOM0 | PWM0;
PCAPWM0 = PCAPWM2 = PCAPWM4 = PORS0 | EPC1L;              // 10 位分辨率
PCAPWM1 = PCAPWM3 = PCAPWM5 = PORS0 | EPC1L;

CCAP0H = CCAP0L = 0xFF;                                     // UH = VH = WH (最小值)
CCAP1H = CCAP1L = 0xFF;
```

```
CCAP2H = CCAP2L = 0xFF;
```

```
CCAP3H = CCAP3L = 0xFF;
```

```
CCAP4H = CCAP4L = 0xFF;
```

```
CCAP5H = CCAP5L = 0xFF;
```

```
//
```

```
PDTCRA = 0x4C;
```

```
//设置死区时间为~480ns (PLL to 24MHz)
```

```
PWMCR = PCAE;
```

```
// 中心对齐
```

## 4.4. PLL 设定

藉由 IHRCO 除频，送入 PLL，使其产生：

- 24M Hz SYSCLK
- 48M Hz MCKDO

## 4.5. 更新占空比周期

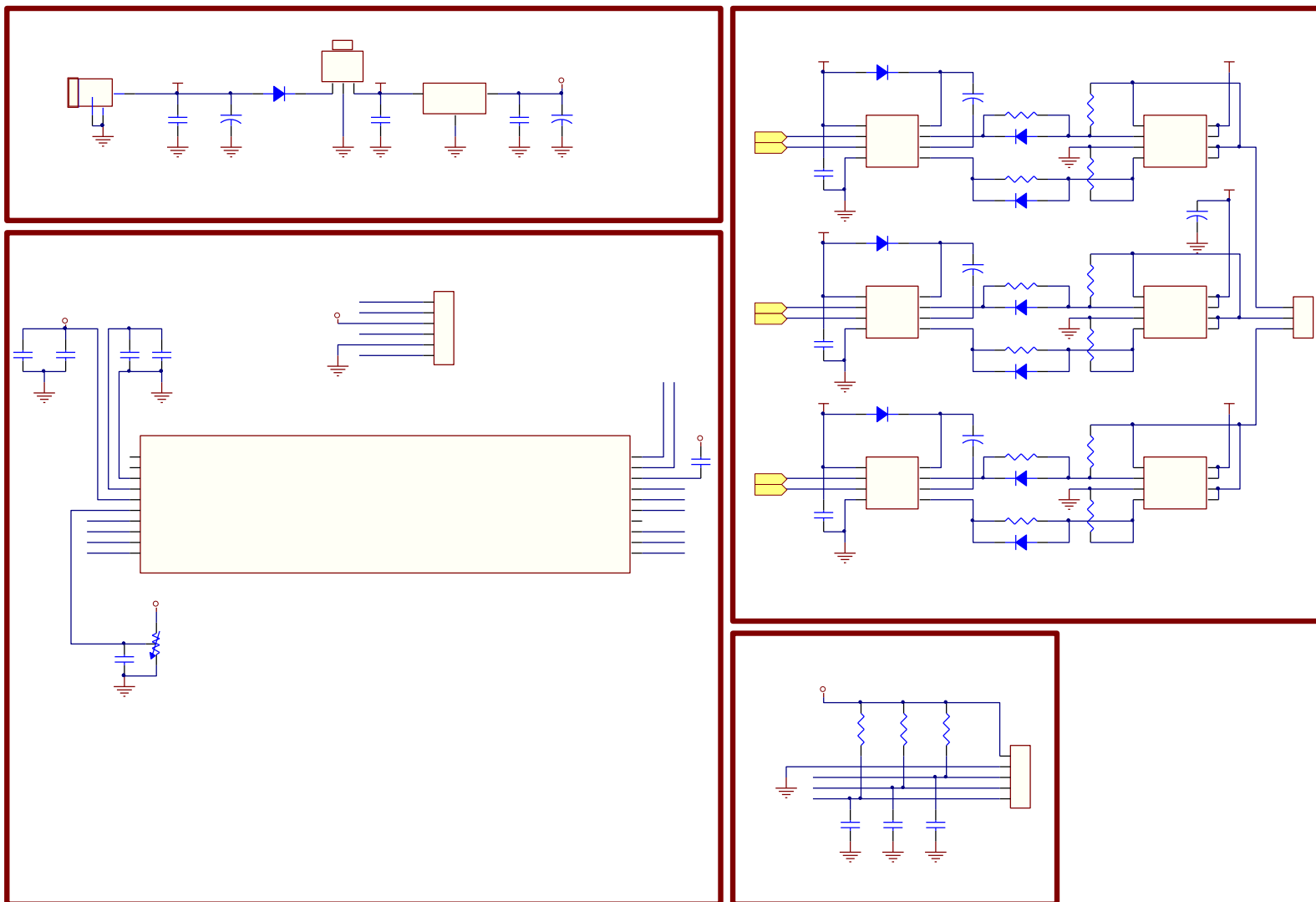
以 CEX0 & CEX1 为例，余相同：

1. CEX0 & CEX1 两者为反相输出，且输出转态时由死区时间控制
2. 因在缓冲模式，若要更新占空比，只须填入 CCAP1H:CCAP1L，PCA 将会自动加载。

```
CCAP1H = NextUDuty.B[0];
```

```
CCAP1L = NextUDuty.B[1];
```

## 5. 电路图及物料清单 (BOM)



Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
0.1uF		C1, C3, C4, C7, C9, C10, C13, C16, C18, C19, C20, C21	0603C	CAP NP, CAP NP_Dup1	12
35uF/35V		C2	CEC060p025	CAP_Dup1	1
220uF_35V		C5	CEC100p050	CAP_Dup1	1
10uF		C6	0805C	CAP NP	1
4.7uF		C8	0805C	CAP NP_Dup1	1
1uF		C11	0603C	CAP NP	1
10uF/1206		C12, C15, C17	1206C	CAP	3
10uF/50V		C14	CEC5X11P2	CAP	1
1N4148		D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10	D4148_SMD	1N4148, ES1A/SM	10
CON6		J1	PS6P254	CON6	1
Debug	—	J2	PS3P254	CON3	1
MOTOR		J3	PIN3_500_DT	CON3	1
CON5		J4	PIN5_500_DT	CON5	1
DC JACK		Power	JACK_DC	DC JACK	1
30K		R2, R4, R6, R8, R10, R12	0603R	R	6
33		R3, R5, R7, R9, R11, R13	0603R	RESISTOR	6
1K		R14, R15, R16	0603R	RESISTOR	3
UA78L15ACPK		U1	SOT89	UA78L15ACPK	1
LM78L05		U2	SOT89	AIC1734A_50PXT	1
MG82F6D17(SSOP20)		U3	QFP32_7X7p080	FA206	1
Si4946BEY		U4, U7, U9	SO8_150P127	Si4946BEY	3
IR2101S		U5, U6, U8	SO8_150P127	IR2101S	3
VR3-1		VR1	VR9_90	VR3-1	1

## 6. 版本历史

表 錯誤! 所指定的樣式的文字不存在文件中。-1.版本历史

版本	描述	日期
V1.00	1. 初版	2015/06/25