

双通道实时12位感应旋转编码器IC

1. 产品特性

- 采用线圈感应传感技术
- 可定制 PCB 电感线圈，满足不同应用需求
- 双通道全 12 bit 分辨率高速实时输出
- 角度线性误差小于 $\pm 0.1^\circ$
- 支持的最高转速达 1 万转
- 支持穿轴或端盖安装
- 输出接口
 - A、B、Z 正交增量输出
 - U、V、W 差分输出
 - SPI 绝对角度串行输出
- 可编程功能
 - A、B 分辨率 1000-10000 任意线可编程 (需线圈配合)
 - 零点位置可编程
 - U、V、W 支持 1—32 对极可编程
 - 零位 Z 脉冲宽度可编程
- 工作温度范围：-40°C ~ 125°C
- SSOP28 封装形式

2. 应用领域

- 伺服电机控制
- 角度编码器
- 工业控制
- 转速反馈控制

3. 产品描述

SC60340 是一款无磁、非接触式感应位置传感器集成电路，利用涡流的物理原理探测移动在线圈之上的简单金属目标物的位置达到测量信号输出的目的。该产品可用于汽车、工业、医疗和消费应用领域的高速绝对位置检测。

以该芯片为核心组成的传感器分为定子和转子。定子通常由三个线圈制作于铜线印制电路板 (PCB) 上，这些线圈包括一个发射线圈和两组接收线圈，线圈的合理布置使发射线圈在四个接收线圈中感应二次电压，二次电压的感应取决于旋转目标物在线圈上方的位置，通过 SC60340 处理芯片进行解调和处理，得到位置信号输出。

转子即旋转目标物可以是任何种类的金属，如印刷铜层 PCB、铝、钢或冲压金属等。

SC60340 采用 28 脚的 SSOP28 封装，亚光镀锡，采用无卤绿料，满足环保要求。

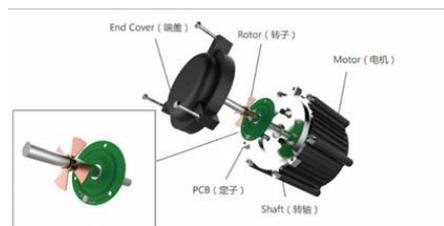
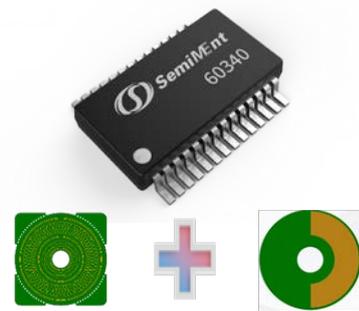


图 1: SSOP28 封装、安装示意图

目录

1. 产品特性	1	10. 功能描述	10
2. 应用领域	1	10.1 SPI 串行接口	10
3. 产品描述	1	10.2 增量式 A/B/Z 正交输出	11
4. 引脚描述	3	10.3 UVW 电机换向信号	12
5. 订购信息	5	10.4 脉冲宽度调制输出	13
6. 极限参数	6	11. 典型应用	14
7. 静电保护	6	12. 封装信息	15
8. 工作参数	7	13. 历史版本	16
9. 功能框图	9		

4. 引脚描述

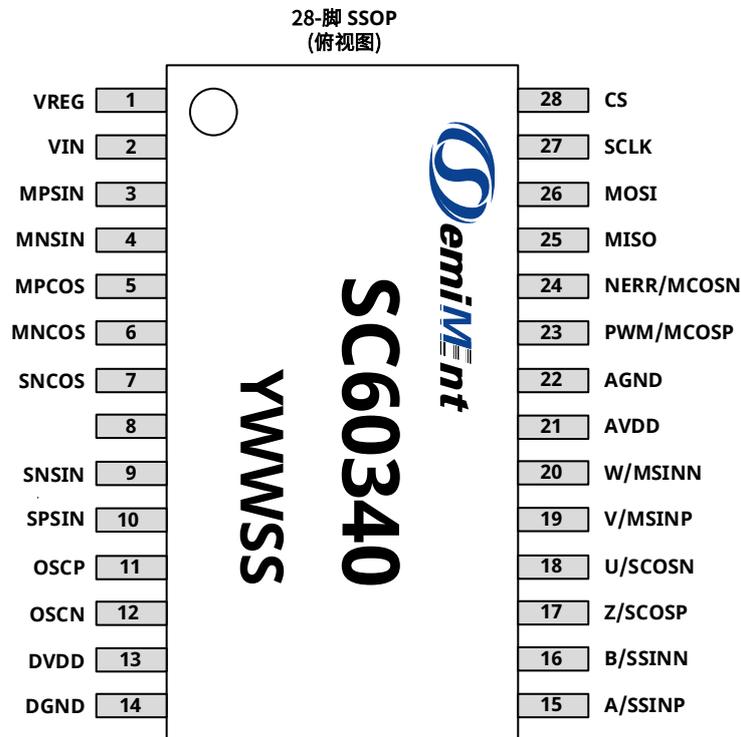


图 2: 引脚定义图

NO.	引脚名字	I/O	类型	描述
1	VREG	-	电源	芯片内部稳压模块输出
2	VIN	-	电源	芯片内部稳压模块输入
3	MPSIN	输入	模拟	多周期接收线圈 PSIN 信号输入
4	MNSIN	输入	模拟	多周期接收线圈 NSIN 信号输入
5	MPCOS	输入	模拟	多周期接收线圈 PCOS 信号输入
6	MNCOS	输入	模拟	多周期接收线圈 NCOS 信号输入
7	SNCOS	输入	模拟	单周期接收线圈 NCOS 信号输入
8	SPCOS	输入	模拟	单周期接收线圈 PCOS 信号输入
9	SNSIN	输入	模拟	单周期接收线圈 NSIN 信号输入
10	SPSIN	输入	模拟	单周期接收线圈 PSIN 信号输入
11	OSCP	输出	模拟	激励线圈正端输出
12	OSCN	输出	模拟	激励线圈负端输出
13	DVDD	-	电源	芯片数字电源
14	DGND	-	电源	芯片数字地

引脚描述表 (续)

NO.	引脚名字	I/O	类型	描述
15	*A/SSINP	输出	数字/模拟	A 脉冲信号/单周期模拟正弦信号正输出
16	*B/SSINN	输出	数字/模拟	B 脉冲信号/单周期模拟正弦信号负输出
17	*Z/SCOSP	输出	数字/模拟	Z 脉冲信号/单周期模拟余弦信号正输出
18	*U/SCOSN	输出	数字/模拟	U 脉冲信号/单周期模拟余弦信号负输出
19	*V/MSINP	输出	数字/模拟	V 脉冲信号/多周期模拟正弦信号正输出
20	*W/MSINN	输出	数字/模拟	W 脉冲信号/多周期模拟正弦信号负输出
21	AVDD	-	地	芯片模拟电源
22	AGND	-	地	芯片模拟地
23	*PWM/MCOSP	输出	数字/模拟	PWM 输出/多周期模拟余弦信号正输出
24	*NERR/MCOSN	输出	数字/模拟	芯片报错信息输出/多周期模拟余弦信号负输出
25	MISO	输出	数字	SPI 或 SSI 数据输出信号
26	MOSI	输入	数字	SPI 或 SSI 数据输入信号
27	SCLK	输入	数字	SPI 或 SSI 时钟信号
28	CS	输入	数字	SPI 片选信号

备注:

*端口为复用端口, 正常模式为数字输出。

5. 订购信息

产品名称	丝印	温度范围 (°C)	封装	包装方式	数量
SC60340ST-TB ⁽¹⁾	60340	-40~125	SSOP28	管装	48 颗/管
SC60340ST-TR	60340	-40~125	SSOP28	卷盘	2000 颗/盘

备注:

(1) 产品名称: SC60340=芯片名; ST=SSOP28 封装; TB=管装; TR=卷盘

6. 极限参数

符号	参数	测试条件	最小值	最大值	单位
V_0	VIN 脚电压	IV 扫描, 电流达到 30mA	-15	15	V
V_0	VREG, DVDD, AVDD, A, B, Z, U, V, W, MISO, MOSI, CLK, CS, NERR, PWM 脚电压	IV 扫描, 电流达到 30mA	-0.3	6	V
V_0	MPSIN, MNSIN, MPCOS, MNCOS, SPSIN, SNSIN, SPCOS, SNCOS 脚电压	IV 扫描, 电流达到 30mA	-0.3	6	V
I_0	VIN, VREG, DVDD, AVDD 脚电流	-	-10	50	mA
I_0	A, B, Z, U, V, W, MISO, NERR, PWM 脚电流	-	-100	100	mA
I_0	CLK, CS, MOSI 脚电流	-	-10	10	mA
-	EEPROM 擦写次数	-	-	100	cycle
T_A	工作环境温度	-	-40	125	°C
T_{STG}	储存温度	-	-65	165	°C
$T_{J(max)}$	最大工作结温	-	-	165	°C

备注:

以上列出的应力可能会对器件造成永久性损坏。长期暴露在绝对最大额定值条件下可能会影响器件的可靠性。

7. 静电保护

符号	类型	测试条件	最小值	最大值	单位
V_{ESD}	HBM	人体失效模型, 参考 ANSI/ESDA/JEDEC-001 标准 ⁽¹⁾	-4	+4	kV
	CDM	器件失效模型, 参考 ANSI/ESDA/JEDEC-002 标准 ⁽²⁾	-750	750	V

备注:

(1) JEDEC 文件 JEP155 指出, 4000V HBM 允许使用标准 ESD 控制过程进行安全制造。

(2) JEDEC 文件 JEP157 指出, 750V CDM 允许使用标准 ESD 控制过程进行安全制造。

8. 工作参数

有效通过全工作温度范围, $V_{IN}=12V$ 或 $V_{REG}=5.0V$;除非另有说明

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源参数						
V_{IN}	电源端输入电压	-	4.5	5.0	12.0	V
V_{REG}	稳压端输出电压	$V_{IN}=12V$	4.3	4.4	4.5	V
CBP	VERG 端电容	-	4.7	10.0	47.0	μF
I_{DD}	工作电流	$L=4.7\mu F, C=470pF, R_s=3\Omega$	40	50	60	mA
$V_{th(on)}$	启动电压	V_{REG} 端电压上升	3.5	3.8	4.1	V
$V_{th(off)}$	低压保护关闭电压	V_{REG} 端电压下降	3	3.3	3.6	V
$V_{th(Hys)}$	迟滞电压	-	0.3	-	-	V
LC 振荡器参数						
I_{osc}	振荡器驱动电流	$L=4.7\mu F, C=470pF, R_s=3\Omega$	2	-	10	mA
V_{osc}	振荡器振荡幅度	$L=4.7\mu F, C=470pF, R_s=3\Omega$	3.2	4.0	4.8	V
F_{osc}	振荡器振荡频率	$L=4.7\mu F, C=470pF, R_s=3\Omega$	-	2	-	MHz
L_{osc}	振荡器激励线圈电感值	-	3	-	10	μH
Q_{osc}	振荡器品质因数	$Q=(L_{osc}/C)1/2 /R_s$	15	25	-	-
角度计算参数						
$RES_{(sdc)}$	角度转换分辨率	-	-	12	-	bit
T_{delay}	角度输出延时	-	-	-	3.0	μS
$AA_{(abs)}$	绝对角度精度	-	-0.3	-	0.3	Deg
$AA_{(rel)}$	相对角度精度	AB 波相位误差	-	± 10	-	%
PCB 线圈及转子相关参数						
D_{in}	转子和定子板距离	-	0.5	0.8	1.1	mm
$V_{PP_{IN}}$	线圈输入幅度	-	1	-	40	mV
$f_{(rotator)}$	转子转动频率	-	-	-	1.67	kHz
rpm	转子转速	-	-	-	200K	rpm
X_{dis}	转子和定子允许同心度偏差	-	-0.2	-	0.2	mm
y_{diff}	转子和定子允许倾斜度偏差	-	-	-	0.3	$^{\circ}$

工作参数 (续)

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
数字输入: CS,SCLK,MOSI						
$V_{t(hi)}$	输入为高阈值电压	-	-	-	2	V
$V_{t(lo)}$	输入为低阈值电压	-	0.8	-	-	V
$I_{pu(0)}$	CS,SCLK, MOSI 上拉电流	$V_{(0)} = 0 \dots V_{PD} - 1V$	-80	-140	-200	μA
数字信号输出: A,B,Z,U,V,W,PWM,MISO,NERR						
$V_{s(hi)}$	输出为高饱和压降	拉电流 4mA, 参考 DVDD 压降	-	-	200	mV
$V_{s(lo)}$	输出为低饱和压降	灌电流 4mA, 参考 DGND 抬升	-	-	200	mV
$I_{short(hi)}$	输出短路到地	$V_{(0)} = GND;$	4	-	20	mA
$I_{short(lo)}$	输出短路到电源	$V_{(0)} = VDD;$	4	-	20	mA
$t_{Rise/Fall}$	上升沿下降沿时间	负载 $R_L = 100\Omega$	5	-	30	nS

9. 功能框图

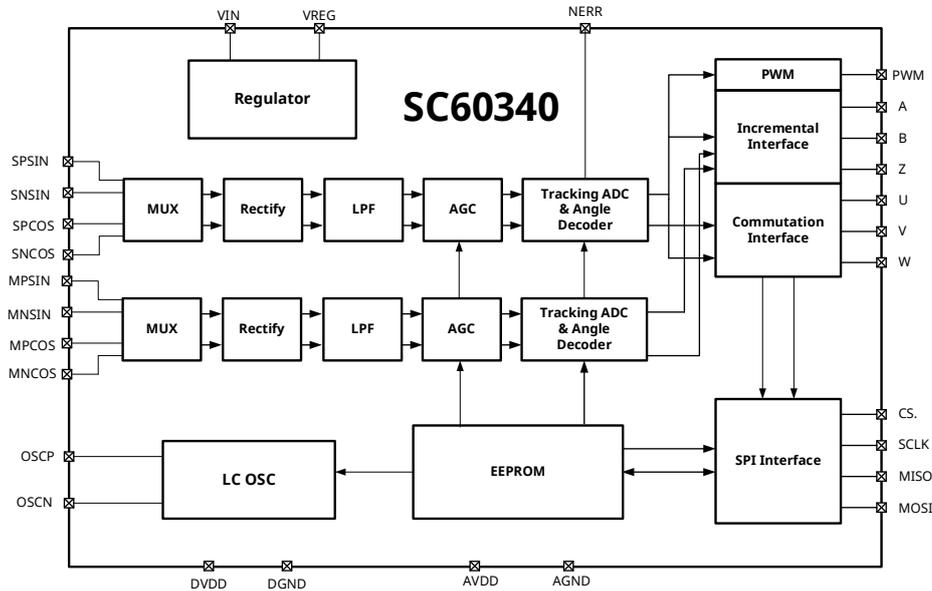


图 3: 功能框图

主要模块如下:

电源管理: 电源复位电路, 线性调整电路等为内部数字处理和驱动电路供电。

振荡器: 产生发射信号, 并驱动外部的发射线圈。

EEPROM: 电可擦可编程只读存储器, 存储客户调整数据。

增益控制: 修正接收线圈输入信号误差在数字电路的合理范围值内。

信号解码: 解调输入信号, 转换为所需的输出信号。

调试接口: 可通过通用 SPI 接口调试 EEPROM 数据。

输出信号: 可编程所需信号。

10. 功能描述

10.1 SPI 串行接口

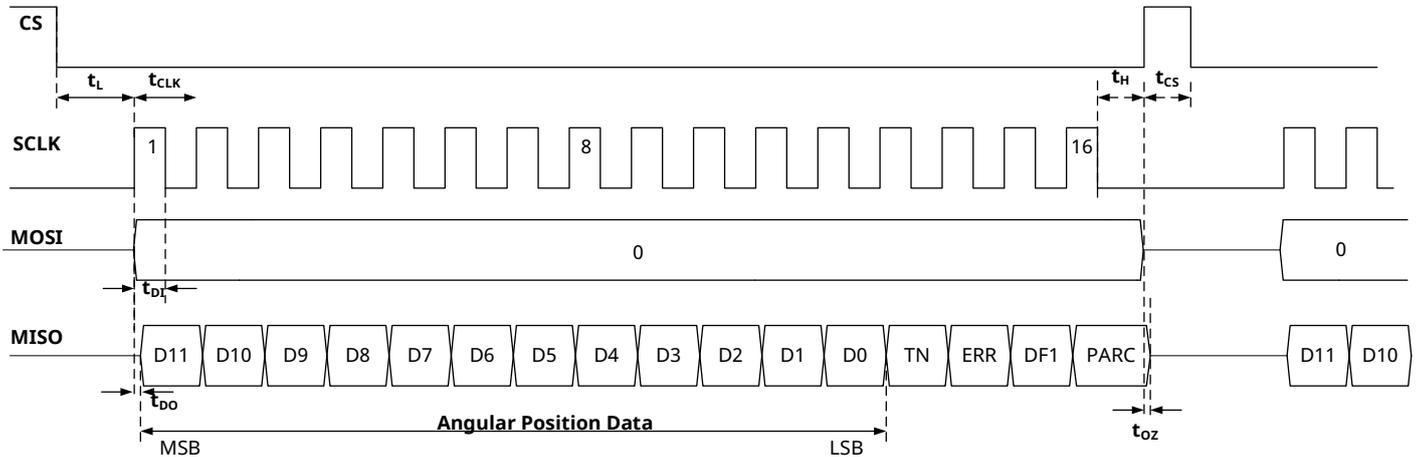


图 4: SPI 时序定义

参数	描述	最小值	最大值	单位
t_L	CS 下降沿和时钟 SCLK 上升沿之间的时间	250	-	ns
t_{CLK}	SCLK 的周期	100	-	ns
t_H	最后一个时钟 SCLK 的下降沿和 CS 上升沿之间的时间	$t_{CLK}/2$	-	ns
t_{CS}	两帧数据之间 CS 保持高电平的时间 (除对 EEPROM 编程)	250	-	ns
t_{DO}	SCLK 的上升沿到 MISO 数据有效之间的时间	-	50	ns
t_{DI}	MOSI 输入数据到 SCLK 下降沿采样的建立时间	20	-	ns
t_{OZ}	从 CS 上升沿到 MISO 数据位变为 3 态输出之间的时间	-	10	ns

SPI 读取数据帧

Bit	名称	描述
15	PARC	奇校验位, 保持前 15 位数据和这 1 位数据共 16 位数据维持奇数特性
14	DF2	内部固定为高电平
13	DF1	内部固定为高电平
12	ERR	当外部磁铁距离过远或脱离时, 输出从“0”变为“1”, 正常数据为“0”
11:0	DATA	绝对角度输出 (第一位数据送出角度最高位 D11)

10.2 增量式 A / B / Z 正交输出

SC60340 通过 A、B、Z 引脚输出增量正交信号。默认设置下，当磁铁逆时针旋转时，B 信号脉冲位于 A 信号脉冲之前。

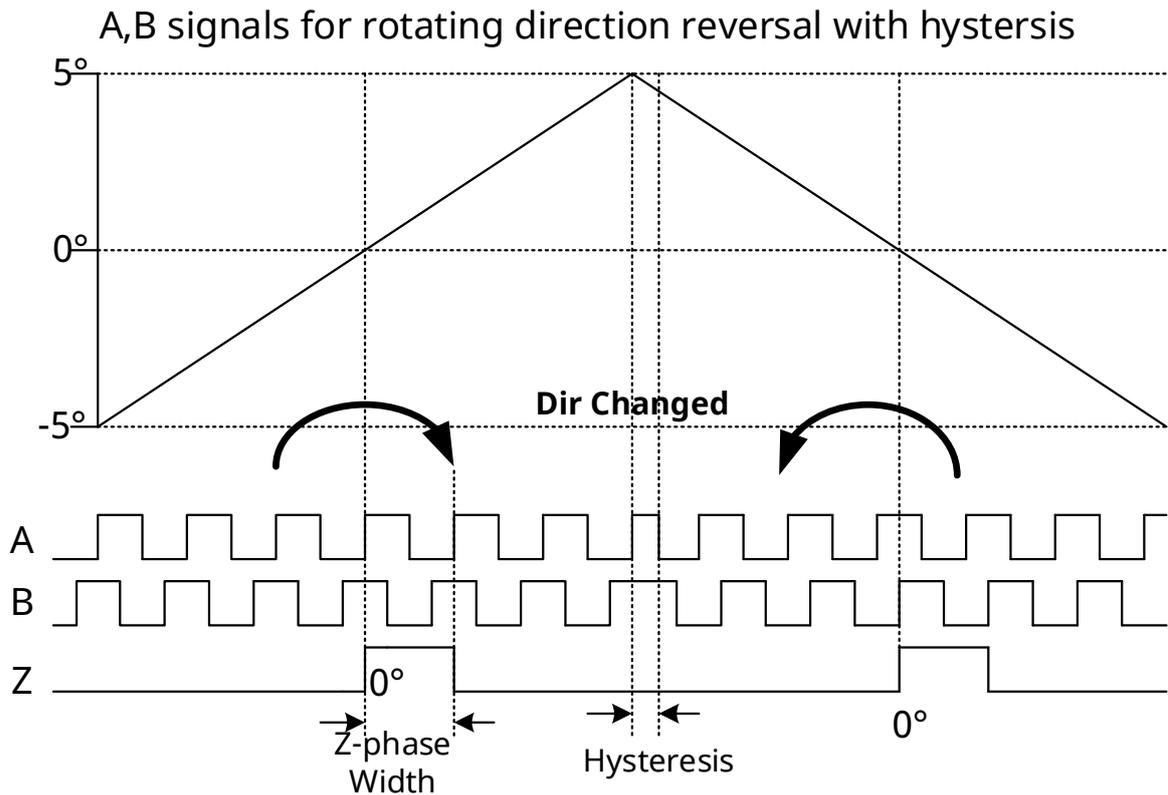


图 5: 脉冲方向示意图

备注:

A 和 B 线数可以从 1000 线—10000 线任意线编程设置，默认为 1024 线

Z 信号可以编程设置为 1,2,4,8,16,32,64,128,256,512,1024,2048 LSB，其中默认为 1 个 LSB

AB 迟滞的宽度可以编程设置为 1 LSB, 2 LSB, 4 LSB 和 8 LSB，其中默认为 2 LSB

10.3 UVW 电机换向信号

SC60340 提供 U、V、W 电机换向信号输出，其相位差为 120°。通过编程，可以产生 1—32 个周期的 U、V、W 信号，满足 1 对极—32 对极的电机换向需求

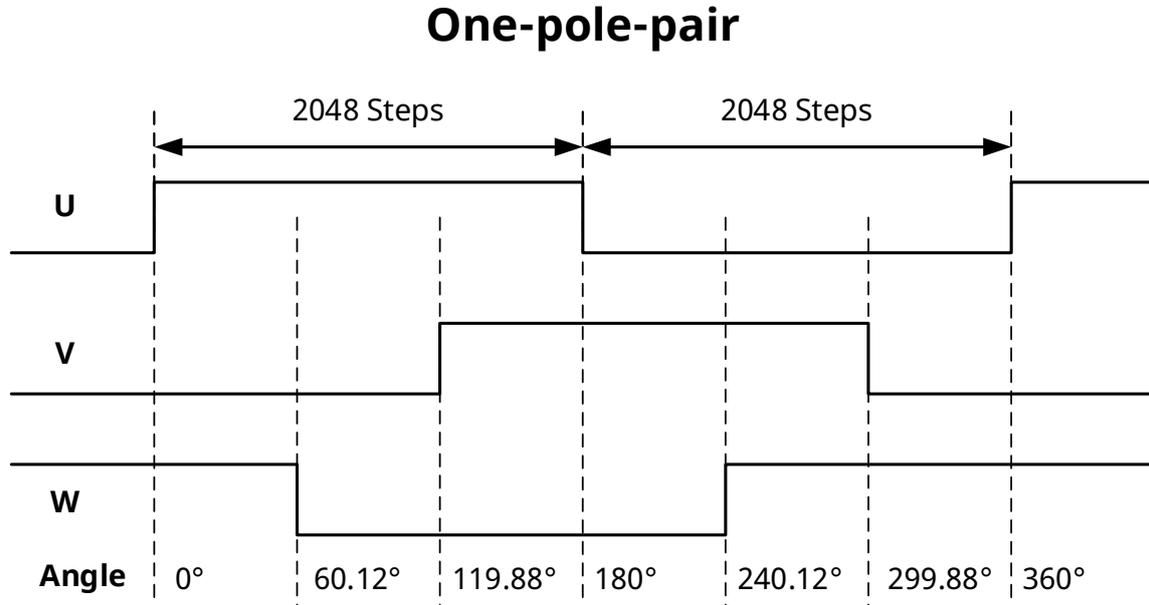


图 6: 1 对极 UVW 波形图

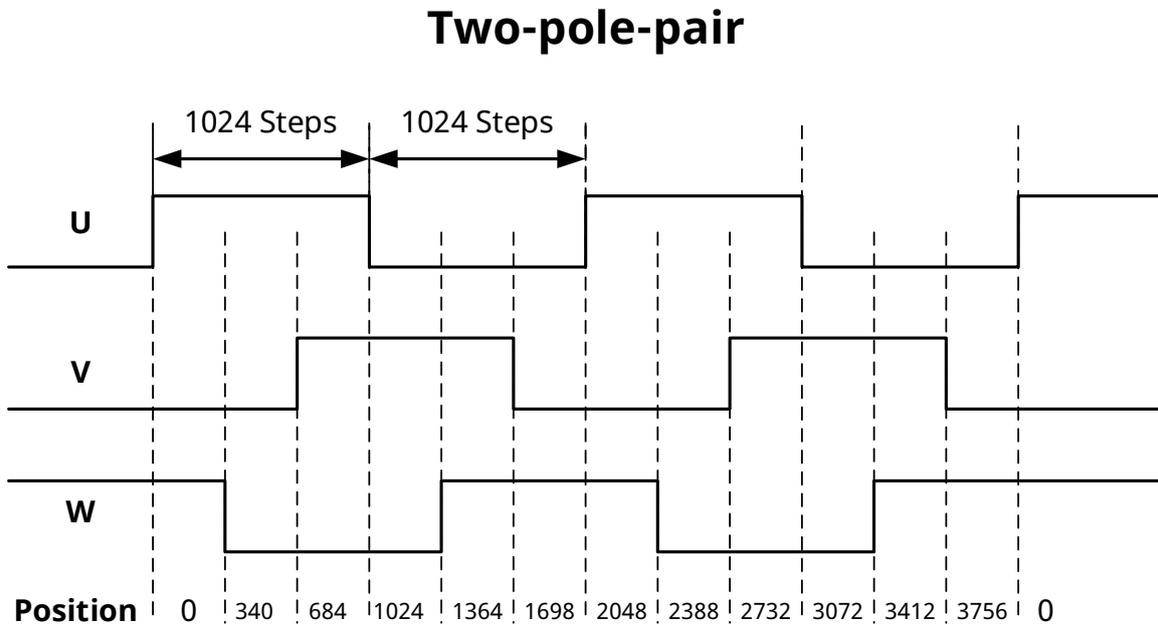


图 7: 2 对极 UVW 波形图

10.4 脉冲宽度调制输出

SC60340 提供脉冲宽度调制输出形式，PWM 波形的占空比比列于测量的角度。角度位置与占空比之间的关系如下：

$$\text{Position} = t_{\text{on}} \times 4098 / (t_{\text{on}} + t_{\text{off}}) - 1$$

PWM 波形的频率电路内部有修调，精度为±5%，全温度范围为±10%。通过测试整个 PWM 的周期，可以忽略频率误差。

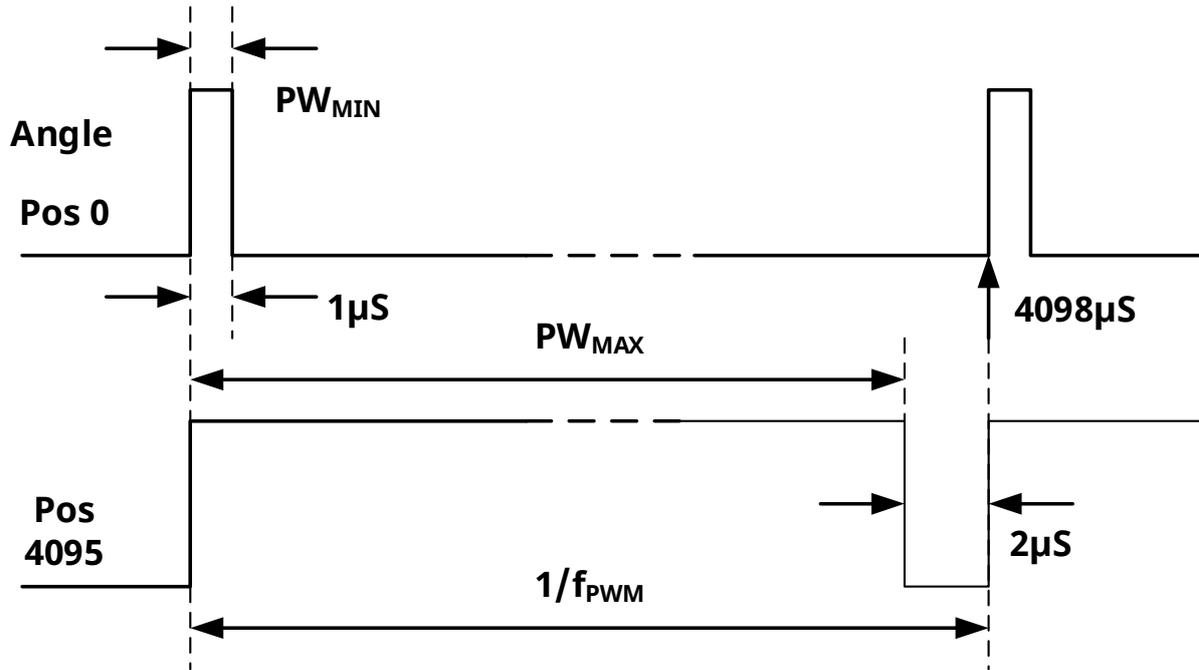


图 8: PWM 波形图

符号	参数	典型值	单位	备注
f_{PWM}	频率	0.244	kHz	信号周期: 4098μS
PW_{MIN}	最窄脉冲宽度	1	μS	位置 0deg
PW_{MAX}	最宽脉冲宽度	4096	μS	位置 4095deg

11. 典型应用

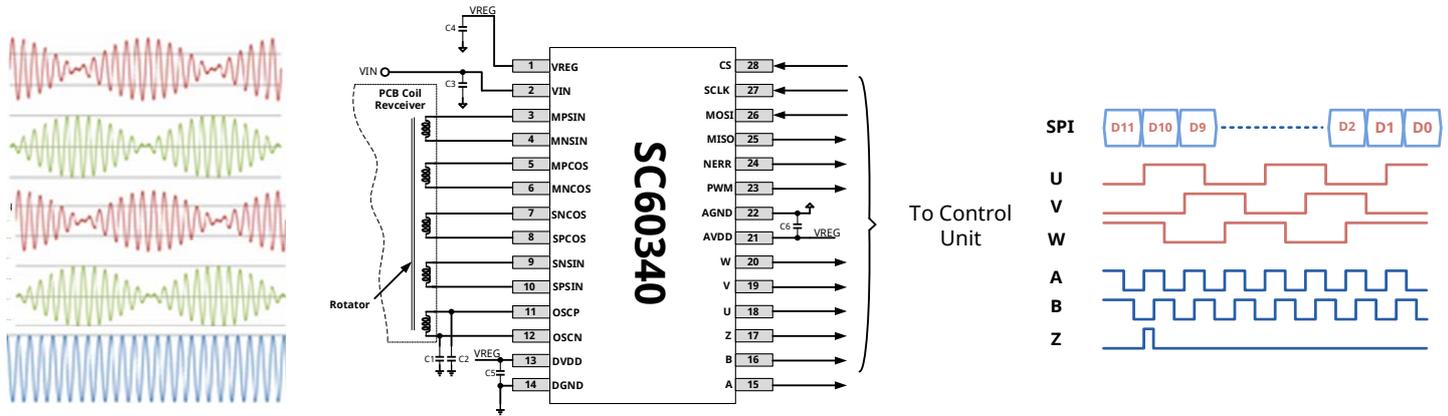


图 9：输入信号、外围电路、输出波形图

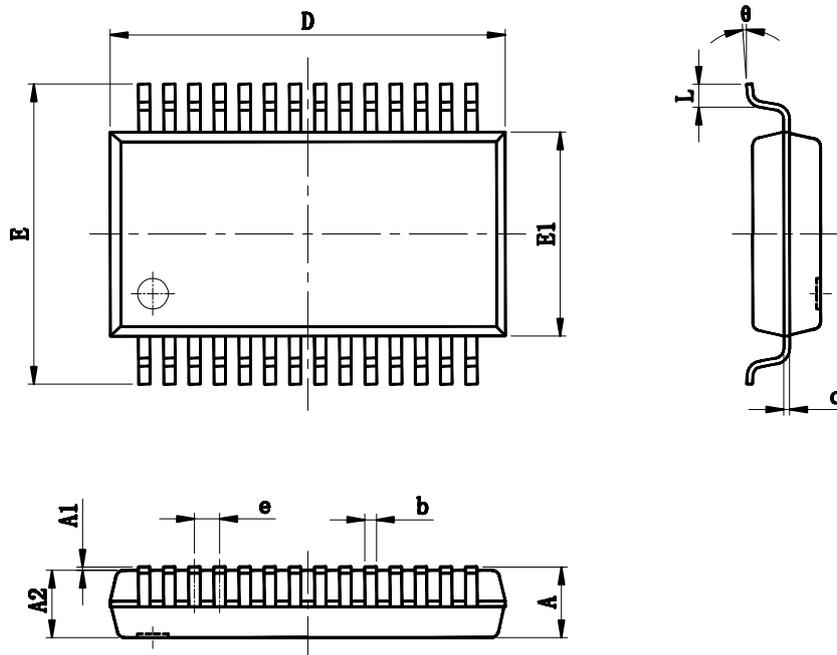
1. C1,C2 电容值选取：
LC 振荡频率计算公式：

$$F_{osc} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{\frac{C1 \cdot C2 \cdot L_{osc}}{C1 + C2}}}$$

Fosc 可接受范围在 1.5MHz-2.5MHz, 根据 PCB 激励线圈的电感值 L_{osc}, 选取合适的电容值。一般范围在 300pF-2nF 之间。

2. C3=1μF/50V, C4=1μF/50V, C5,C6=10nF/50V

12. 封装信息



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	--	2.000	--	0.079
A1	0.050	--	0.002	--
A2	1.650	1.850	0.065	0.073
b	0.220	0.380	0.009	0.015
c	0.090	0.250	0.004	0.010
D	9.900	10.500	0.390	0.413
E	7.400	8.200	0.291	0.323
E1	5.000	5.600	0.197	0.220
e	0.650(BSC)		0.026(BSC)	
L	0.550	0.950	0.022	0.037
θ	0°	8°	0°	8°

图 10: 封装尺寸图

13. 历史版本

版本	日期	描述
RevA1.0	2019-04-04	首次发布
RevA1.1	2019-07-16	更新典型应用电路
RevA1.2	2020-05-31	增加版本历史
RevA1.3	2020-11-17	更新格式
RevA1.4	2024-11-29	修改订货信息