

高速电感位置传感器芯片

1. 产品特性

- AEC-Q100 认证
- 高精度： $\leq$ 满量程的 0.1%（理想线圈）
- 无需磁铁和屏蔽，不受杂散磁场的影响
- 支持最高转速超过 60 万转/分钟， $<4\mu\text{s}$ 传输延迟
- 高精度正/余弦模拟信号
- 集成 OTP 用户可配置存储器，可通过 SPI 接口编程
- 高可靠性设计：电源和输出引脚耐压 30V
- 适合紧凑型穿轴安装结构
- 工作温度范围： -40°C - 150°C
- 小型 TSSOP-16 封装

2. 产品应用

- 主驱电机
- 助力转向
- 汽车应用角度位置检测
- 机器人关节控制

3. 产品描述

SC60410 是一款非接触式高速、高精度电感式位置传感器芯片，可用于工业和消费类应用中的高速绝对位置感应。

该芯片基于涡流效应原理，通过检测金属目标物在一组线圈上方的位移引起的感应电压变化实现目标物位置的精准测量，支持灵活的线圈配置与用户可编程的 OTP 存储器。当金属目标物靠近线圈时，发射线圈在两个接收线圈中感应出次级电压，其幅值与目标物位置相关。通过对次级电压解调和处理，芯片可准确计算目标物位置，支持铝、钢、PCB 铜层等多种金属材料。

SC60410 提供高精度正/余弦模拟信号，支持单周期线圈设计下最高转速超 60 万转/分钟，并实现超低传输延时（ $<4\mu\text{s}$ ），电机稳态运行条件下接近零延时特性。

SC60410 采用 16 脚的 TSSOP-16 封装，亚光镀锡，采用无卤绿料，满足环保要求。

目录

1. 产品特性	1	10. 寄存器说明.....	8
2. 产品应用	1	10.1 寄存器列表	8
3. 产品描述	1	10.2 寄存器位说明.....	9
4. 引脚描述	3	11. SIN/COS 模拟量输出.....	12
5. 订购信息	4	12. 电源供电连接方式	13
6. 极限参数	5	13. 封装信息	14
7. 静电保护	5	14. 历史版本	15
8. 工作参数	6		
9. 功能模块	7		

4. 引脚描述

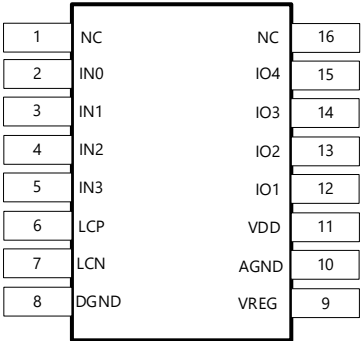


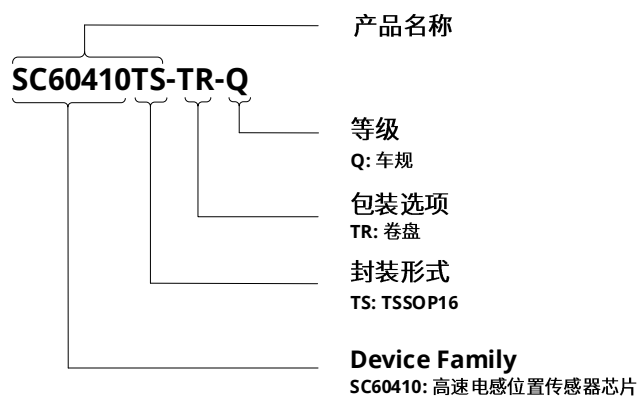
图 1: SC6021X 引脚描述

引脚		类型	描述
名称	PIN		
NC	1	N.A	
IN0	2	输入	接收线圈输入 0
IN1	3	输入	接收线圈输入 1
IN2	4	输入	接收线圈输入 2
IN3	5	输入	接收线圈输入 3
LCP	6	输出	激励线圈输出正极
LCN	7	输出	激励线圈输出负极
DGND	8	地	数字地
VREG	9	输出	芯片内部高压 LDO 输出端，外接 100nF 去耦电容
AGND	10	地	模拟地
VDD	11	电源	供电电源
IO1	12	输出/输入	余弦信号正端输出
IO2	13	输出/输入	余弦信号负端输出
IO3	14	输出/输入	正弦信号正端输出
IO4	15	输出	正弦信号负端输出
NC	16	N.A	

5. 订购信息

产品代码	丝印	输出形式	等级	温度范围(°C)	封装外形	包装方式	数量
SC60410TS-TR-Q	60410	正余弦	Q	-40~150	TSSOP16	编带	3000/盘

订购信息格式说明



6. 极限参数

全工作温度范围(除非另有说明)⁽¹⁾

符号	参数	测试条件	最小值	最大值	单位
V_{DD}	电源端耐压		-8	30	V
V_{vreg}	稳压端耐压		-0.3	6.5	V
V_{IO}	输出端耐压		-0.3	30	V
T_A	工作温度		-40	125	°C
T_J	最大结温		-55	165	°C
T_{STG}	储藏温度		-65	175	°C

备注

(1)高于此处列出的压力可能会导致器件永久损坏，长时间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	参数	测试条件	最小值	最大值	单位
V_{ESD_HBM}	静电防护（HBM）	人体模型(HBM)测试按照 AEC-Q100-002 标准	-4	4	KV
V_{ESD_CDM}	静电防护（CDM）	充电器件模型(CDM) 测试按照 AEC-Q100-011 标准	-750	750	V

8. 工作参数

条件：除非另有说明，否则 $V_{DD} = 5V \pm 10\%$, T_A 为 -40°C 至 150°C

符号	参数说明	测试条件	最小值	典型值 ⁽²⁾	最大值	单位
电源端特性						
V_{DD_5V}	5V 应用工作电压	参考 5V 应用电路连接	4.5	5.0	5.5	V
V_{DD_3V}	3.3V 应用工作电压	参考 3.3V 应用电路连接	3.0	3.3	3.6	V
I_{DD_5V}	5V 应用工作电流		-	8.0	12	mA
I_{DD_3V}	3.3V 应用工作电流	$V_{DD}=3.3V$	-	7.0	11	mA
V_{REG}	5V 工作, VREG 引脚电压		3.7	4.0	4.3	V
C_{REG}	VREG 引脚去耦电容		47	100	470	nF
V_{OVP}	过压诊断开启电压	$V_{DD}>8V$	6.5	7.0	7.5	V
V_{OVP_HYS}	过压诊断迟滞电压		0.2	0.5	0.8	V
LC 振荡器参数						
I_{OSC}	LC 振荡器驱动电流	$L=3\mu H, C=1nF, R_s=2\Omega$	2.0	-	10	mA
V_{OSC}	LC 振荡器振荡幅度	$L=3\mu H, C=1nF, R_s=2\Omega$	3.0	3.5	4.0	mm
F_{OSC}	LC 振荡器振荡频率	$L=3\mu H, C=1nF, R_s=2\Omega$	2	4	5	MHz
L_{OSC}	激励线圈电感值		2	-	15	μH
Q_{OSC}	激励线圈品质因数	$Q=(L/C)^{1/2}/R_s$	15	27	-	
线圈输入信号						
V_{PPIN}	IN_x 输入信号幅度		10	-	100	mV
SIN/COS 模拟量输出						
V_{PP5V}	5V 应用正余弦输出幅度	$V_{DD}=5.0V$, 两线圈输入	-	1.5	-	Vpp
V_{PP3V}	3V 应用正余弦输出幅度	$V_{DD}=3.3V$, 两线圈输出	-	1.25	-	Vpp
V_{DC}	正余弦直流电平		-	50	-	$\%V_{DD}$
OFF_{VPP}	正余弦输出幅度偏差		-	0.0	-	mV
OFF_{VDC}	正余弦直流电平偏差		-	0.0	-	mV
R_{LOAD}	正余弦输出上下拉电阻		4.7	-	-	K Ω
C_{LOAD}	正余弦输出负载电容	输出端口电容负载	-	-	100	pF
T_{DELAY}	正余弦输出信号延时	1000 转/分钟匀速转动	-	-	4	μs

备注

(1) 必须调整最大电压的功耗和结温，见热特性

(2) 环境温度+25°C, $V_{DD} = 5V$ 条件下的测试值为典型值

9. 功能模块

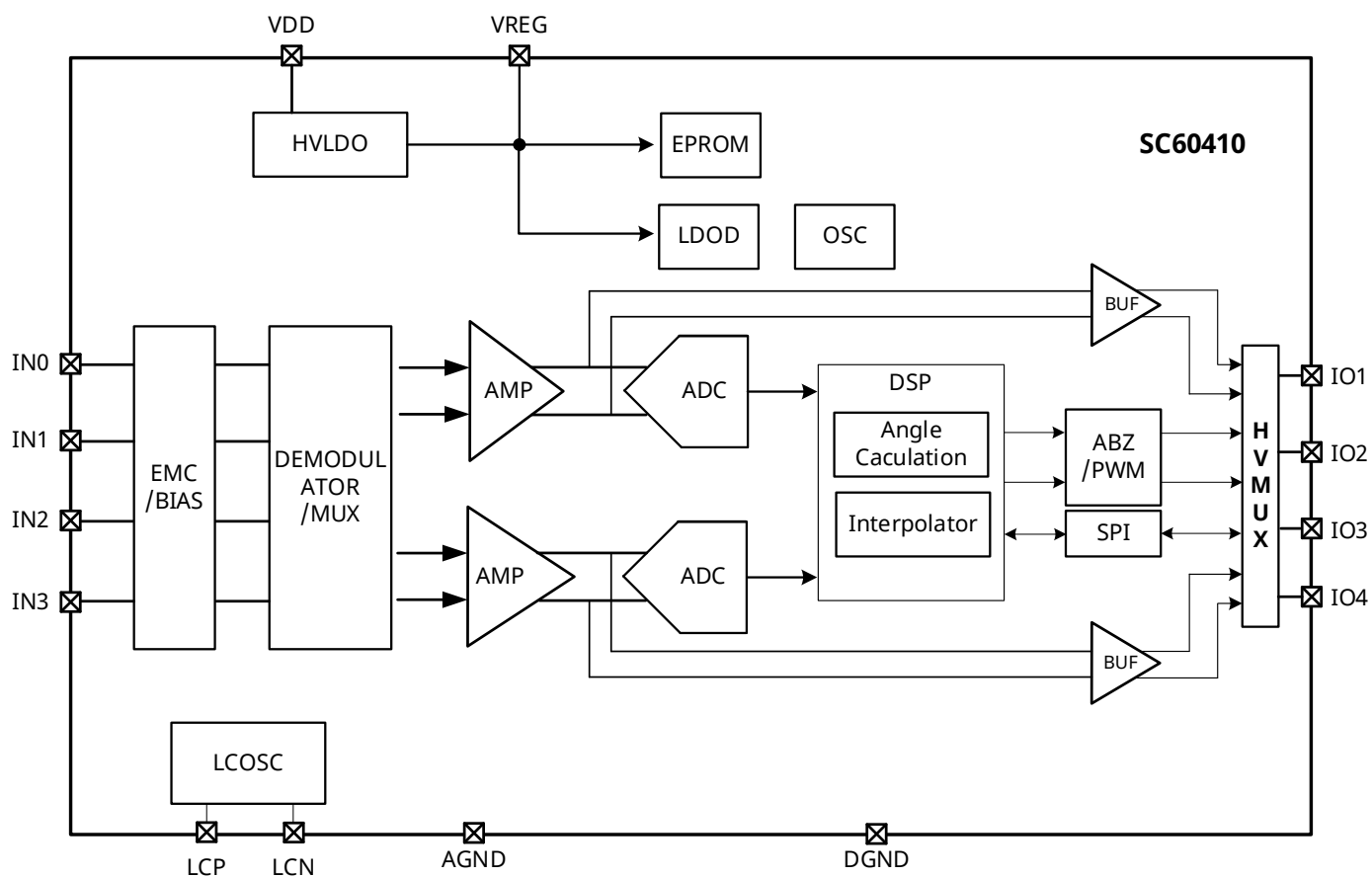


图 2: 功能框图

*3-接收线圈结构下, 不支持正余弦模拟信号输出

10. 寄存器说明

10.1 寄存器列表

地址	名称	符号	默认值	描述
0x01	通用设置寄存器	GENECNFG	0x00	电感式位置传感器芯片输出模式选择
0x02	数字输出配置寄存器 0	DIGI_CNFG0	0x00	ABZ 信号参数配置
0x03	数字输出配置寄存器 1	DIGI_CNFG1	0x06	ABZ 信号参数配置
0x04	编码器 0 位设置寄存器 0	ZPOSM	0x00	零位数值设置 (bit6:bit11)
0x05	编码器 0 位设置寄存器 1	ZPOSL	0x00	零位数值设置 (bit0:bit5)
0x06	PWM 信号设置寄存器	PWMSET	0x00	PWM 信号设置
0x07	接收信号增益粗调寄存器	GAINOUTSEL	0x00	接收通道 1 和通道 2 放大倍数粗调
0x08	接收通道 1 增益细调寄存器	GAIN2SIN	0x00	接收通道 1 放大倍数细调
0x09	接收通道 2 增益细调寄存器	GAIN2COS	0x00	接收通道 2 放大倍数细调
0x0A	接收通道 1 偏置电压调节寄存器 0	VQSINPSEL	0x00	接收通道 1 正端偏置电压增加, 负端偏置电压减少
0x0B	接收通道 1 偏置电压调节寄存器 1	VQSINNSEL	0x00	接收通道 1 正端偏置电压减少, 负端偏置电压增加
0x0C	接收通道 2 偏置电压调节寄存器 0	VQCOSPSEL	0x00	接收通道 2 正端偏置电压增加, 负端偏置电压减少
0x0D	接收通道 2 偏置电压调节寄存器 1	VQCOSNSEL	0x00	接收通道 2 正端偏置电压减少, 负端偏置电压增加
0x0E	时钟频率调节寄存器	OSCTRIM	0x00	芯片时钟频率配置
0x0F	激励线圈配置寄存器	LCSEL	0x00	激励线圈配置
0x20	OTP 编程控制寄存器	PROG	0x00	OTP 编程控制
0x21	输出配置使能寄存器	OUTEN	0x00	使能更新后的输出配置
0x2F	错误状态寄存器	ERRFL	0x00	显示芯片的错误状态
0x3E	角度输出寄存器 0	ANGL	0x00	角度输出值低 7 位
0x3F	角度输出寄存器 1	ANGH	0x00	角度输出值高 7 位

10.2 寄存器位说明

接收信号增益粗调寄存器 GAINOUTSEL 地址：0x07

符号	读/写	位地址	描述
GAINOUTSEL	R/W	2:1	输出级增益配置 00: 1.0x; 01: 1.33x; 10: 2.0x; 11: 4.0x.
GAIN1SEL	R/W	0	接收线圈第一级差分运放增益选择 0: 6x; 1: 18x

接收通道1增益细调寄存器 CH1GAINSEL 地址：0x08

符号	读/写	位地址	描述
CH1GAINSEL	R/W	5:0	接收线圈通道 1 增益细调 000000: 2.682; 000001: 2.736; 011111: 4.962; 100000: 1.427 ... 111111: 2.633. 步进: 2.0%

接收通道2增益细调寄存器 CH2GAINSEL 地址：0x09

符号	读/写	位地址	描述
CH2GAINSEL	R/W	5:0	接收线圈通道 2 增益细调 000000: 2.682; 000001: 2.736; 011111: 4.962; 100000: 1.427 ... 111111: 2.633. 步进: 2.0%

接收通道1偏置电压调节寄存器0 VQSINPSEL 地址：0x0A

符号	读/写	位地址	描述
VQSINPSEL	R/W	5:0	接收通道 1 静态偏置电压调节：正端增加，负端减少； @VDD=3.3V; 000000: 0mV; 000001: +1.3mV/-1.3mV; 000010: +2.6mV/-2.6mV; 111111: +82mV/-82mV @VDD=5.0V 000000: 0mV; 000001: +2.0mV/-2.0mV; 000010: +4.0mV/-4.0mV 111111: +126mV/-126mV

接收通道1偏置电压调节寄存器1 VQSINNSEL 地址: 0x0B

符号	读/写	位地址	描述
VQSINNSEL	R/W	5:0	接收通道 1 静态偏置电压调节: 正端减少, 负端增加; @VDD=3.3V; 000000: 0mV; 000001:+1.3mV/-1.3mV; 000010:+2.6mV/-2.6mV; 111111: +82mV/-82mV @VDD=5.0V 000000:0mV; 000001 +2.0mV/-2.0mV; 000010: +4.0mV/-4.0mV 111111: +126mV/-126mV

接收通道2偏置电压调节寄存器0 VQCOSPSEL 地址: 0x0C

符号	读/写	位地址	描述
VQSINPSEL	R/W	5:0	接收通道 2 静态偏置电压调节: 正端增加, 负端减少; @VDD=3.3V; 000000: 0mV; 000001:+1.3mV/-1.3mV; 000010:+2.6mV/-2.6mV; 111111: +82mV/-82mV @VDD=5.0V 000000:0mV; 000001 +2.0mV/-2.0mV; 000010: +4.0mV/-4.0mV 111111: +126mV/-126mV

接收通道2偏置电压调节寄存器1 VQCOSNSEL 地址: 0x0D

符号	读/写	位地址	描述
VQSINNSEL	R/W	5:0	接收通道 1 静态偏置电压调节: 正端减少, 负端增加; @VDD=3.3V; 000000: 0mV; 000001:+1.3mV/-1.3mV; 000010:+2.6mV/-2.6mV; 111111: +82mV/-82mV @VDD=5.0V 000000:0mV; 000001 +2.0mV/-2.0mV; 000010: +4.0mV/-4.0mV 111111: +126mV/-126mV

时钟频率调节寄存器 OSCTRIM 地址: 0x0E

符号	读/写	位地址	描述
OSCTRIM	R/W	5:0	000000: 默认 16MHz 000001 ~ 011111: 频率增加; 100000 ~ 111111: 频率减少。

激励线圈配置寄存器 LCSEL 地址：0x0F

符号	读/写	位地址	描述
SMPDLYTRM	R/W	4:2	接收信号采样延迟时间设置： 000: 0ns; 001: 4ns; 010: 8ns; 011: 12ns; 100: 16ns; 101: 20ns; 110: 24ns; 111: 28ns
OSCVPPSEL	R/W	1	激励线圈电压设置： 0: 2.5Vpp; 1: 3.0Vpp

OTP编程控制寄存器PROG 地址：0x20

符号	读/写	地址	描述
PROGOTP	R/W	3	开始 OTP 编程周期
OTPREF	R/W	2	刷新非易失性存储器内容，使其与 OTP 编程内容一致
PROGFIN	R/W	0	0: OTP 未完成 1: 程序 OTP 已完成

11. SIN/COS 模拟量输出

典型应用图

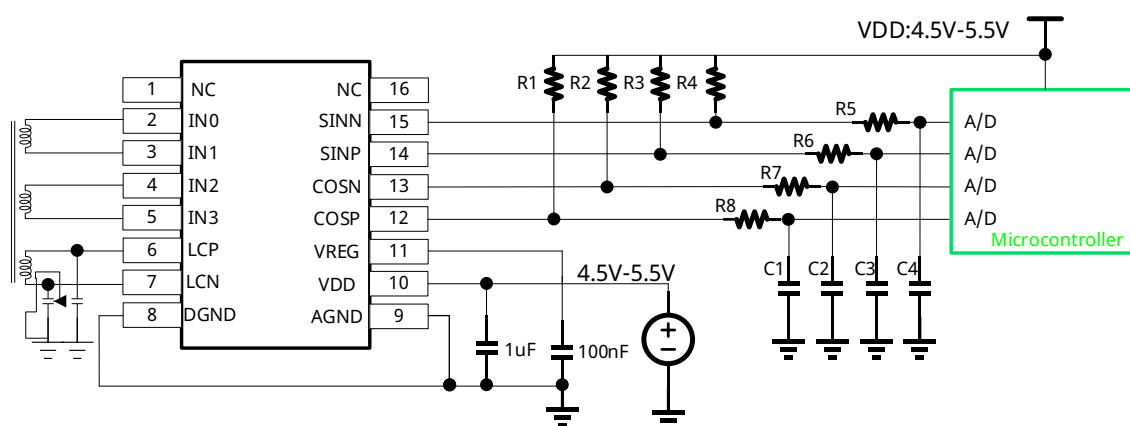


图 3: 模拟输出应用图

SIN/COS 输出波形

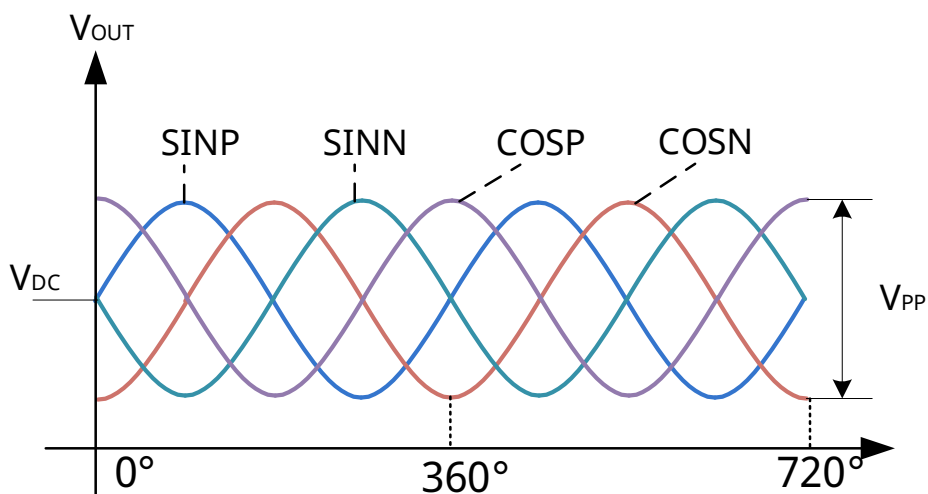


图 4: 模拟输出波形图

12. 电源供电连接方式

5V 应用电路连接

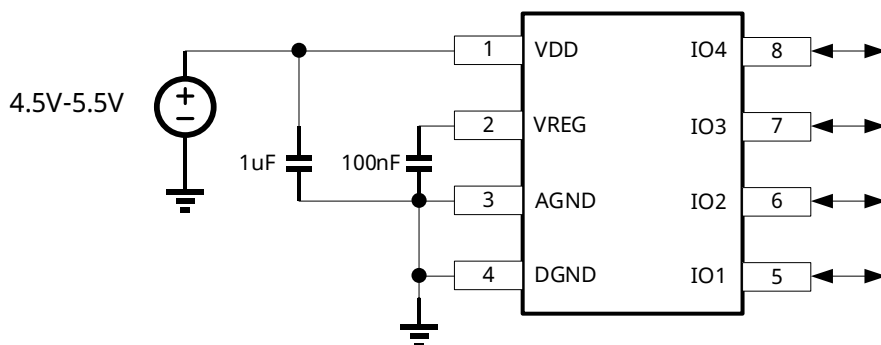


图 5: 5V 供电电路图

3.3V 应用电路连接

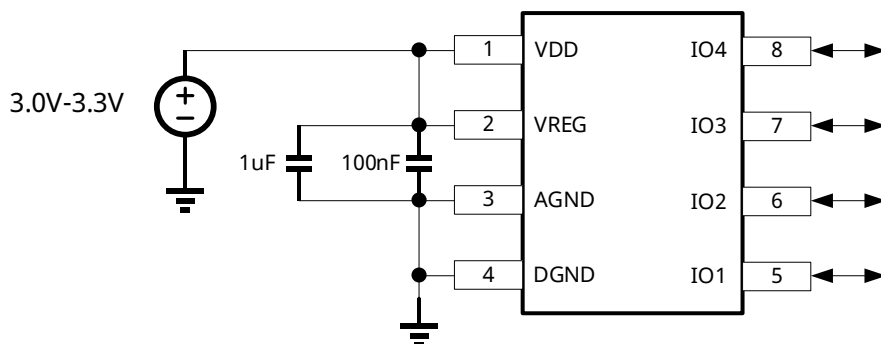
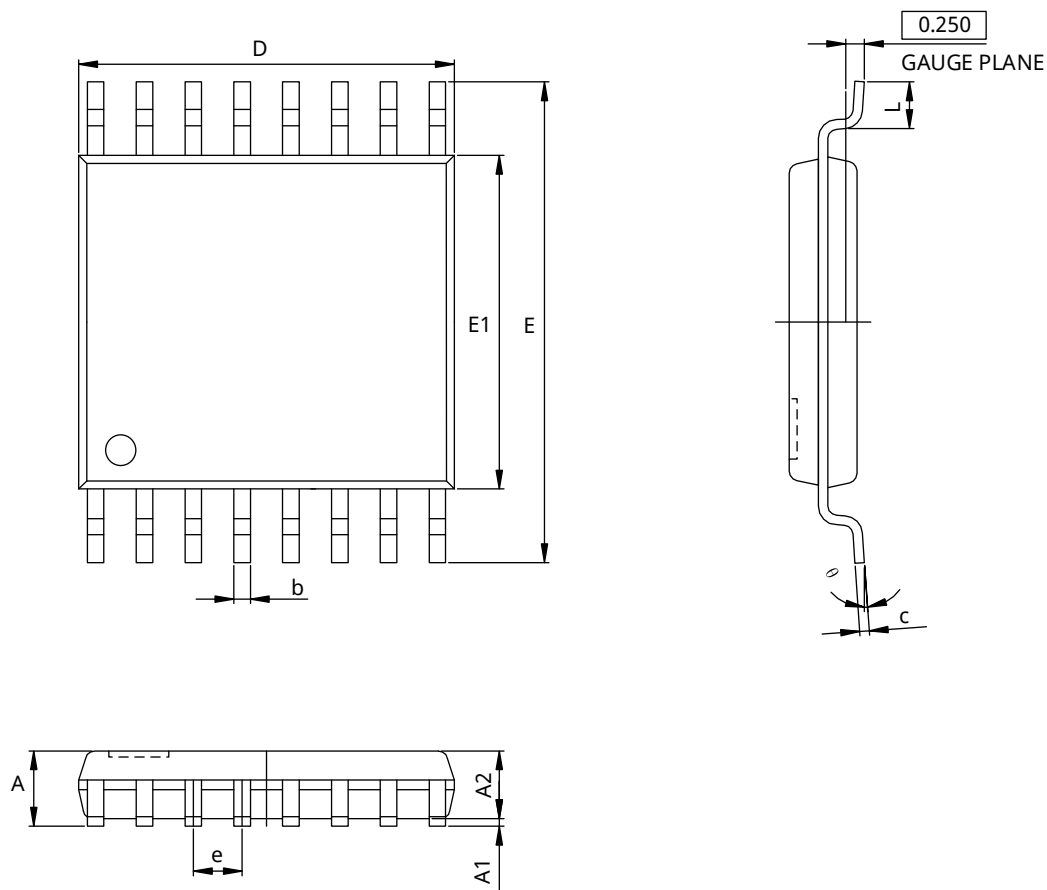


图 6: 3.3V 供电电路图

13. 封装信息



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Millimeters	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	-	1.200	-	0.047
A1	0.050	0.150	0.002	0.006
A2	0.800	1.000	0.031	0.039
b	1.900	0.300	0.007	0.012
c	0.090	0.200	0.004	0.008
D	4.900	5.100	0.193	0.201
E	6.250	6.550	0.252(BSC)	
E1	4.300	4.500	0.169	0.177
e	0.650(BSC)		0.026(BSC)	
L	0.500	0.700	0.020	0.028
θ	1°	7°	1°	7°

14. 历史版本

版本号	日期	描述
Rev.E1.0	2024-10-11	初始版本