

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

概述

MAX20082是双通道、全桥式控制器，专门为带有高功率电感负载(例如有刷直流电机)的汽车容错应用而设计。器件具有两路完全独立的电机控制通道，设计用于配合外部n沟道功率MOSFET使用。每路通道工作在4.75V至5.25V输入电压范围，能够支持电源电压高达35V的电机。

电荷泵调节器使用5V输入电源提供9.8V栅极驱动。利用自举电容提供高于输入电池电压的电压，以驱动H桥中的高边n沟道MOSFET。用于高边驱动的内部浮充电荷泵允许直流(100%占空比)工作。

器件也包括可编程死区时间、栅极驱动摆率以及MOSFET短路门限。可将H桥驱动工作在正激模式(顺时针)、反激模式(逆时针)、制动模式以及惯性模式。制动模式下，两个低边MOSFET均导通(同步缓慢衰减)；惯性模式下，H桥中的所有MOSFET均关断(异步快速衰减)；功率MOSFET通过电阻可调节死区时间电路提供贯通保护。

每路通道集成低边电流检测放大器，用于检测电机(H桥)电流；电流检测放大器包括过流保护电路，限制电机故障时的电流。

集成诊断功能提供欠压、过压、H桥和引脚故障指示，可配置为在大多数短路条件下保护MOSFET。此外，器件在单片封装中集成完全冗余H桥驱动器，支持ASIL系统中的方案。两路通道完全独立、完整冗余，无共用引脚或功能。

MAX20082工作在-40°C至+125°C环境温度范围。最高结温为150°C，在170°C(典型值)时热关断。器件采用56引脚、14mm x 6.1mm、TSSOP封装。

订购信息在数据资料的最后给出。

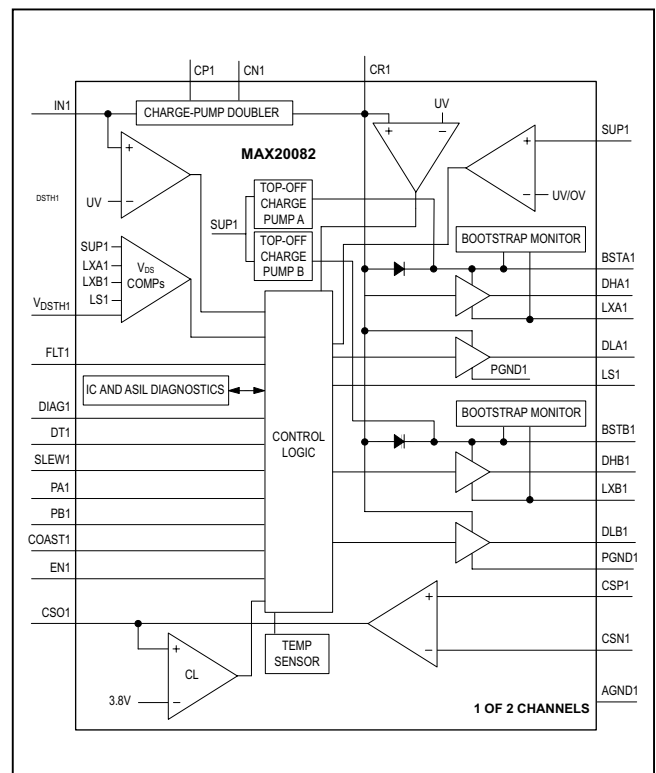
特性和优势

- 齐全的IC诊断功能，检测IC和H桥故障，增强系统安全
- 两路通道完全独立，无任何共用引脚或电路，提供完整冗余
- 电阻可编程功能简化软件开发
- 全范围nFET操作，包括100%占空比，节省系统成本

应用

- 汽车电机驱动器
- 工业电机驱动器

方框图



MAX20082

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

Absolute Maximum Ratings

SUP_ to AGND_	-0.3V to +40V	COAST_, PA_, PB_, EN_, DIAG_, V _{DSTH} ,
LXA_, LXB_ to AGND_	-4V to +40V	SLEW_, DT_, CSO_ to AGND_
BSTA_ to LXA_	-0.3V to +12V	FLT_, LS_, CSP_, CSN_ to AGND_
BSTB_ to LXB_	-0.3V to +12V	PGND_ to AGND_
DHA_ to LXA_	-0.3V to V _{BST_} + 0.3V	Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C) TSSOP on
DHB_ to LXB_	-0.3V to V _{BST_} + 0.3V	Multilayer Board (derate 10.8mW/°C above +70°C) ...860mW
CR_ to AGND_	-0.3V to +12V	Operating Ambient Temperature Range
CN_ to AGND_	-0.3V to (V _{IN_} + 0.3V)	Storage Temperature Range
CP_ to CN_	-0.3V to +6V	Maximum Junction Temperature
DLA_, DLB_ to AGND_	-0.3V to + (V _{CR_} + 0.3V)	Lead Temperature (soldering, 10s)
IN_ to AGND_	-0.3V to +6V	Soldering Temperature (reflow)

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Package Thermal Characteristics (Note 1)

TSSOP

Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ_{JA})93°C/W Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC})21°C/W

Note 1: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to www.maximintegrated.com/cn/app-notes/index.mvp/id/4083.

Electrical Characteristics

(Electrical characteristics valid at T_A = T_J = -40°C to 125°C, V_{IN_} = 5V, V_{SUP_} = 14V, V_{EN_} = V_{DIAG_} = 3.3V, DH_ and DL_ open, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Supply Voltage Range	V _{IN}		4.75		5.25	V
Input Supply Undervoltage Lockout	V _{INPUV}	Rising	4	4.2	4.5	V
	V _{INUVHYS}	Hysteresis		200		mV
Start-Up Timer	t _{START_UP}	From EN_ going high to V _{CR_} > CR _{UV_ON} , DIAG_ = low		13.5	20	ms
		From EN_ going high to V _{CR_} > CR _{UV_ON} , DIAG_ = high		1.7	2	
Single-Channel Supply Current	I _{IN_Q}	FLT_ and CSO_ pin unconnected		1.7	3	mA
		V _{EN_} = V _{PA_} = V _{PB_} = V _{DIAG_} = V _{COAST_} = 0V			10	μA
CR_ OUTPUT						
CR_ Output Voltage	V _{CR_}	I _{CR_} = 3mA, C _{CP_} = 330nF, CR_ = 3.3μF	9.4	9.7		V
		I _{CR_} = 3mA, V _{IN_} = 4.75V	8.9	9.2		
CR_ Undervoltage Lockout	CR _{UV_ON}	Rising	6.65	7	7.35	V
	CR _{UV_OFF}	Hysteresis		500		mV
CR_ Charge Timeout	CR _{TO}	V _{CR_} from 0V to CR _{UV_ON}	1.4	1.6	1.8	ms

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

Electrical Characteristics (continued)

(Electrical characteristics valid at $T_A = T_J = -40^\circ\text{C}$ to 125°C , $V_{IN_} = 5\text{V}$, $V_{SUP_} = 14\text{V}$, $V_{EN_} = V_{DIAG_} = 3.3\text{V}$, $DH_$ and $DL_$ open, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
BOOTSTRAP CIRCUIT						
Bootstrap Voltage Drop	$V_{BST_}$	$V_{LX_} = 0\text{V}$, $I_{SOURCE} = 10\text{mA}$	$V_{CR_} - 0.2$			V
Bootstrap Input Current	$I_{BST_}$	$V_{BST_} = 24\text{V}$, $V_{LX_} = 14\text{V}$		0.3	0.6	mA
BST_Charge Timeout	BST_{TO}	$V_{BST_}$ from 0V to $V_{BOOSTUV}$, \overline{COAST} rising	0.7	0.8	0.9	ms
Bootstrap Undervoltage Threshold	$V_{BOOSTUV}$	Rising ($V_{BSTA_}$ to $V_{LXA_}$ or V_{BST_B} to $V_{LXB_}$)	6.7	7.2	7.6	V
	$V_{BOOSTUVHYS}$	Hysteresis ($V_{BSTA_}$ to $V_{LXA_}$ or V_{BST_B} to $V_{LXB_}$)		1		V
Top-Off Charge-Pump Enable Delay	$T_{TO_EN_DLY}$	$PA_$, $PB_$ rising	0.5	0.6	0.7	ms
GATE DRIVE						
Output-Voltage High $DH_$ to $LX_$	V_{DH_HIGH}	$V_{BST_} = 9.5\text{V}$, $I_{SOURCE} = 10\text{mA}$, $R_{SLEW_} = 10\text{k}\Omega$	9.1	9.3		V
		$V_{BST_} = \text{unconnected}$, $V_{CR_} = 9.8\text{V}$, $I_{SOURCE} = 25\mu\text{A}$	6.6	7.7		
Output-Voltage Low $DH_$ to $LX_$	V_{DH_LOW}	$I_{SINK} = 10\text{mA}$		0.2	0.5	V
Output-Voltage High $DL_$ to $PGND_$	V_{DL_HIGH}	$I_{SOURCE} = 10\text{mA}$, $R_{SLEW_} = 10\text{k}\Omega$, $V_{CR_} = 9.5\text{V}$	9.1	9.3		V
Output-Voltage Low $DL_$ to $PGND_$	V_{DL_LOW}	$I_{SINK} = 10\text{mA}$		0.2	0.5	V
Turn-Off Propagation Delay	t_{OFF}	See Figure 4 for timing characteristics	60	100	150	ns
Turn-On Propagation Delay	t_{ON}	See Figure 4 for timing characteristics	60	100	150	ns
Propagation Delay Matching				10		ns
Dead Time	t_{DEAD}	$R_{DT_} = 10\text{k}\Omega$ (see Figure 4 for timing characteristics)		370		ns
		$R_{DT_} = 40\text{k}\Omega$ (see Figure 4 for timing characteristics)		1100		
		$R_{DT_} = 100\text{k}\Omega$ (see Figure 4 for timing characteristics)		2500		
		$R_{DT_} = 200\text{k}\Omega$ (see Figure 4 for timing characteristics)		5000		
Slew Current	I_{SLEW}	$R_{SLEW_} = 10\text{k}\Omega$		40		mA
		$R_{SLEW_} = 50\text{k}\Omega$, $V_{DL_} = V_{DH_} = 5\text{V}$, $V_{LX_} = 0\text{V}$		8		mA
		$R_{SLEW_} = 200\text{k}\Omega$		2		mA

MAX20082

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

Electrical Characteristics (continued)

(Electrical characteristics valid at $T_A = T_J = -40^{\circ}\text{C}$ to 125°C , $V_{IN_} = 5\text{V}$, $V_{SUP_} = 14\text{V}$, $V_{EN_} = V_{DIAG_} = 3.3\text{V}$, $DH_$ and $DL_$ open, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CURRENT-SENSE AMPLIFIER						
Input Common-Mode Voltage Range	CMVR		0		3	V
Input Offset Voltage	V_{OFF}		-1.5		+1.5	mV
Input Bias Current	I_{BIAS}			200	-600	nA
Input Offset Current	I_{OFF}			20		nA
Differential DC Voltage Gain		$R_{CSO_} = 2\text{k}\Omega$	90	105		dB
Input Capacitance	C_{CS_IN}			5		pF
Output Voltage Range	$V_{CSO_}$	$I_{CSO_} = \pm 3\text{mA}$	0.5		4.5	V
Output Sink Current	I_{CSO_sink}	$V_{CSO_} = 0\text{V}$	10		50	mA
Output Source Current	I_{CSO_SOURCE}	$V_{CSO_} = 5\text{V}$	14		54	mA
Output Slew Rate	SR	Gain > 10, $C_{LOAD} = 100\text{pF}$		10		V/ μs
DC Common-Mode Rejection	CMR		81	100		dB
Gain-Bandwidth Product	GBW	$C_{LOAD} = 100\text{pF}$		30		MHz
Phase Margin	SR	$C_{LOAD} = 100\text{pF}$, gain = 10		66		$^{\circ}$
OVERCURRENT PROTECTION						
Overcurrent Threshold	V_{OC}	$V_{CSO_}$ rising	3.5	3.75	4	V
Overcurrent Threshold Hysteresis	V_{OC_HYS}			0.2		V
V_{DS} PROTECTION						
$V_{DSTH_}$ Input Voltage Range	V_{DS_RNG}		0.2		2	V
$V_{DSTH_}$ Accuracy	V_{DS_ACC}	$V_{DSTH_} = 0.5\text{V}$	-50		-60	mV
$V_{DSTH_}$ Input Current	$V_{DSTH_}$			0.1	1	μA
$V_{DSTH_}$ Disable Voltage	V_{DS_DIS}		2.6			V
$V_{DSTH_}$ Fault Blanking Time	t_{VDS_BLANK}	From dead time elapsed	12	15	18	μs
$V_{DSTH_}$ Comp Propagation Delay	t_{VDS_DEL}	From fault time elapsed, 100mV overdrive		1		μs
LX_ Input Current	I_{LX}	$V_{EN_} = 0\text{V}$, $V_{LX_} = 0$ to 16V, no switching			250	μA
SUP_ Input Current	$I_{SUP_}$			50	100	μA
LS_ Input Current	$I_{LS_}$				30	μA

MAX20082

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

Electrical Characteristics (continued)

(Electrical characteristics valid at $T_A = T_J = -40^{\circ}\text{C}$ to 125°C , $V_{IN_} = 5\text{V}$, $V_{SUP_} = 14\text{V}$, $V_{EN_} = V_{DIAG_} = 3.3\text{V}$, $DH_$ and $DL_$ open, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SUP_ INPUT PROTECTION						
Overvoltage Blanking Time	t_{BLANK_OV}		350	400	450	ms
SUP_ Undervoltage Lockout	SUP_UV	Rising	4.2	4.6	5	V
	SUP_UV_HYS	Hysteresis		300		mV
SUP_ Overvoltage Lockout	SUP_OV	Rising, more than t_{BLANK_OV}	35	36.5	38	V
	SUP_OV_HYS	Hysteresis		1.2		V
THERMAL PROTECTION						
Overtemperature Fault Threshold	T_JFT_R	Rising		170		°C
	T_JFT_F	Falling		145		
FAULT FLAG						
Fault Output, Low State	V_{FLT_LOW}	$I_{SINK} = 1\text{mA}$			0.3	V
Fault Output Leakage, High State	I_{FLT_HIGH}	$V_{FLT_} = 5\text{V}$	-1		+1	μA
Fault Class 1	%FLT_1			12.5		%
		DIAG_ low during pin-to-pin check routine		62.5		
Fault Class 2	%FLT_2			25		%
Fault Class 3	%FLT_3			50		%
Fault Class 4	%FLT_4			75		%
Fault Class 5	%FLT_5			87.5		%
Fault Frequency	$f_{FLT_}$		550	625	700	kHz
EN_, COAST_, PA_, PB_, and DIAG_ LOGIC INPUTS						
Input High Voltage	IN_{VIH}		2			V
Input Low Voltage	IN_{VIL}				0.7	V
Input Leakage Current	IN_{LKG}	Input voltage from 0 to 5.5V	-1		+1	μA
EN_ Deglitch Time	t_{RES}	Note 3	7	10	13	μs
EN_ Pulldown Resistor	EN_RES			50		k Ω
EN_ Low Time to Enter Shutdown Mode	t_{SHDW}	Note 4	0.8	1	1.2	ms

Note 2: Limits are 100% tested at $T_A = +25^{\circ}\text{C}$. Limits over the operating temperature range and relevant supply voltage range are guaranteed by design and characterization.

Note 3: Minimum time EN_ has to be low in order to enter reset state.

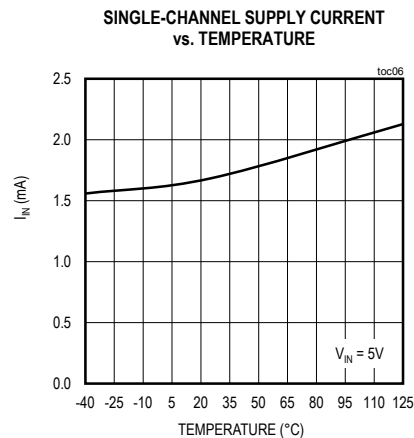
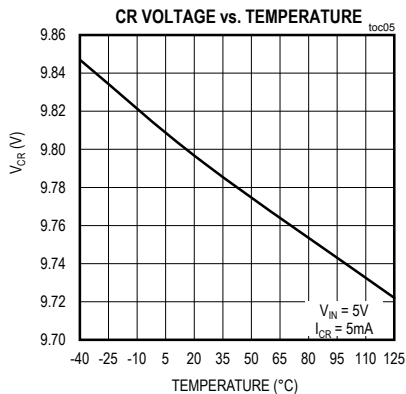
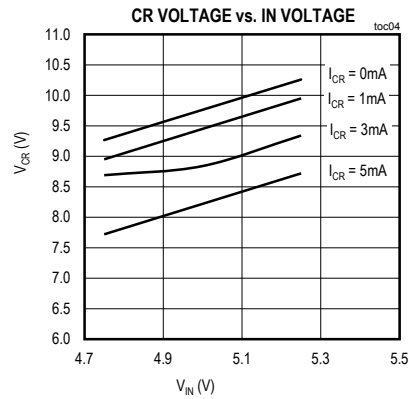
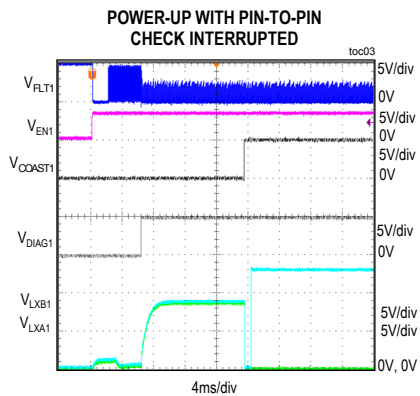
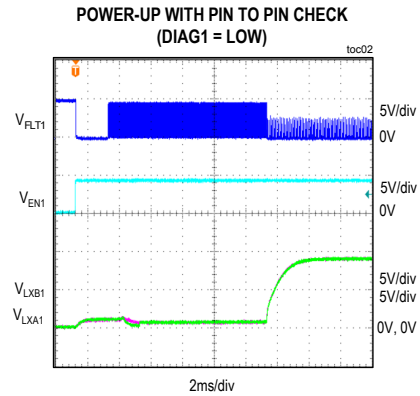
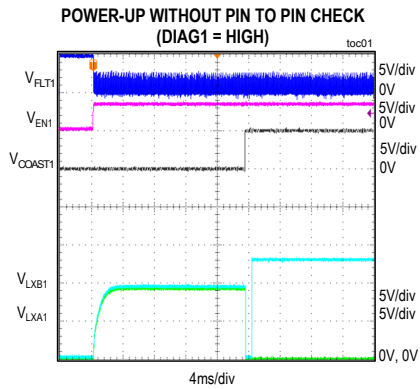
Note 4: Minimum time EN_ has to stay low after a power-up in order to enter shutdown mode.

MAX20082

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

典型工作特性

($V_{IN_}$ = 5V, $V_{SUP_}$ = 14V, $V_{EN_}$ = $V_{DIAG_}$ = 3.3V, unless otherwise noted.)

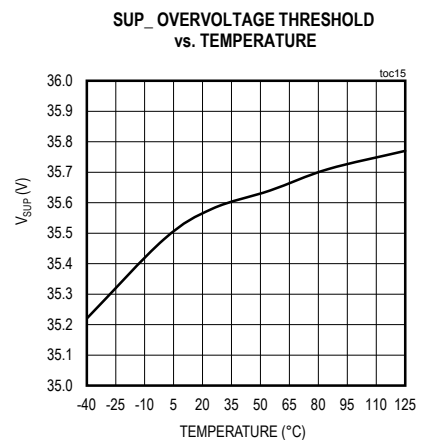
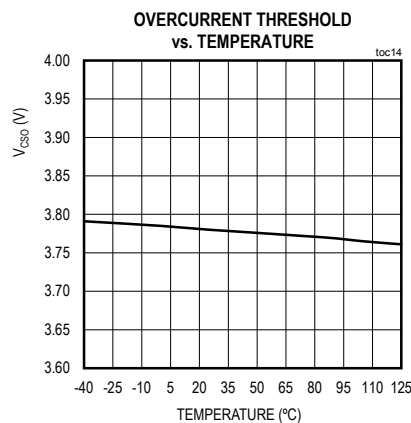
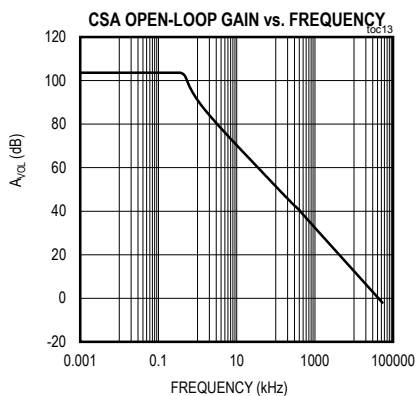
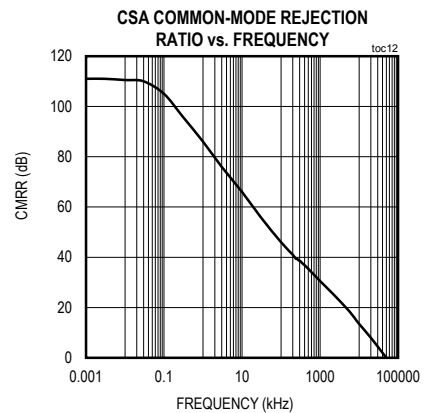
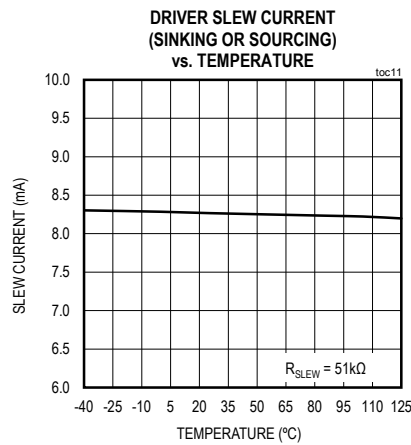
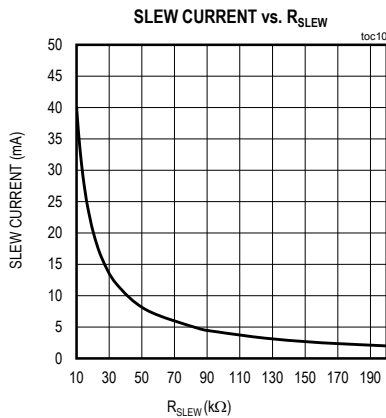
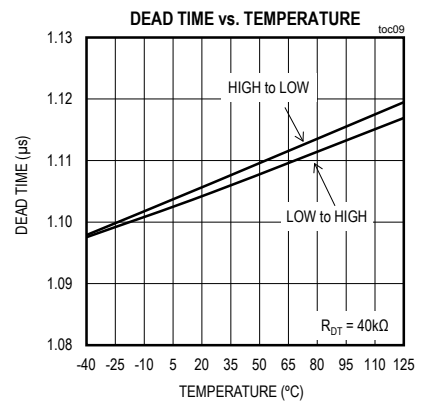
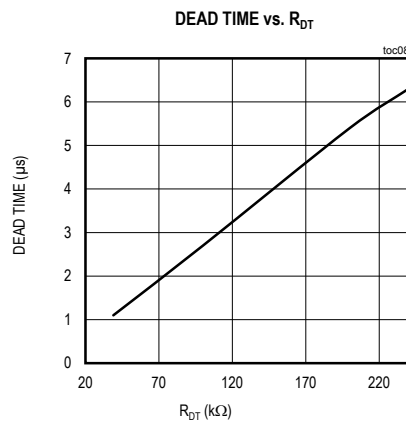
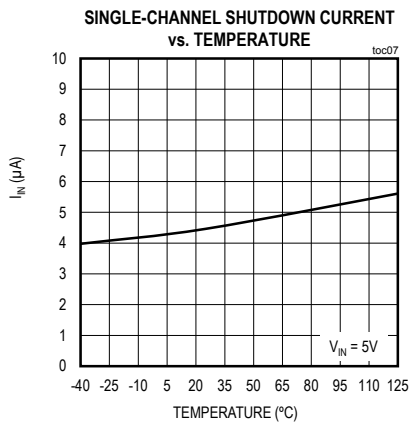


MAX20082

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

典型工作特性(续)

($V_{IN_}$ = 5V, $V_{SUP_}$ = 14V, $V_{EN_}$ = $V_{DIAG_}$ = 3.3V, unless otherwise noted.)

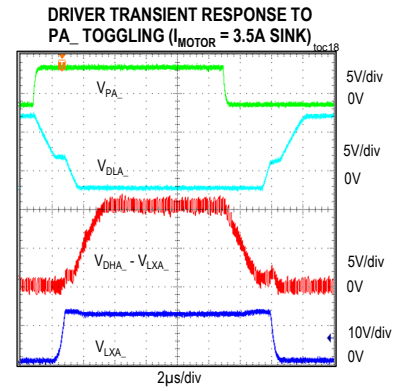
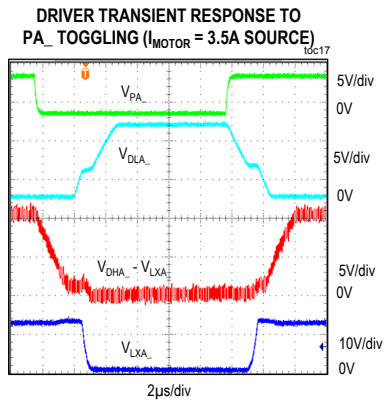
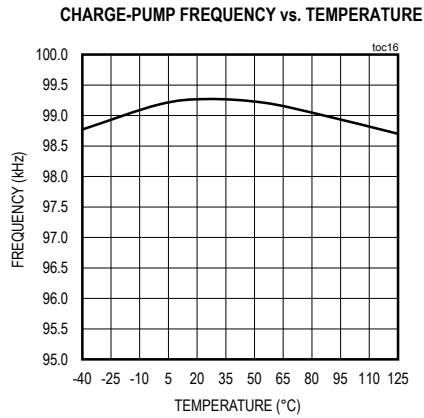


MAX20082

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

典型工作特性(续)

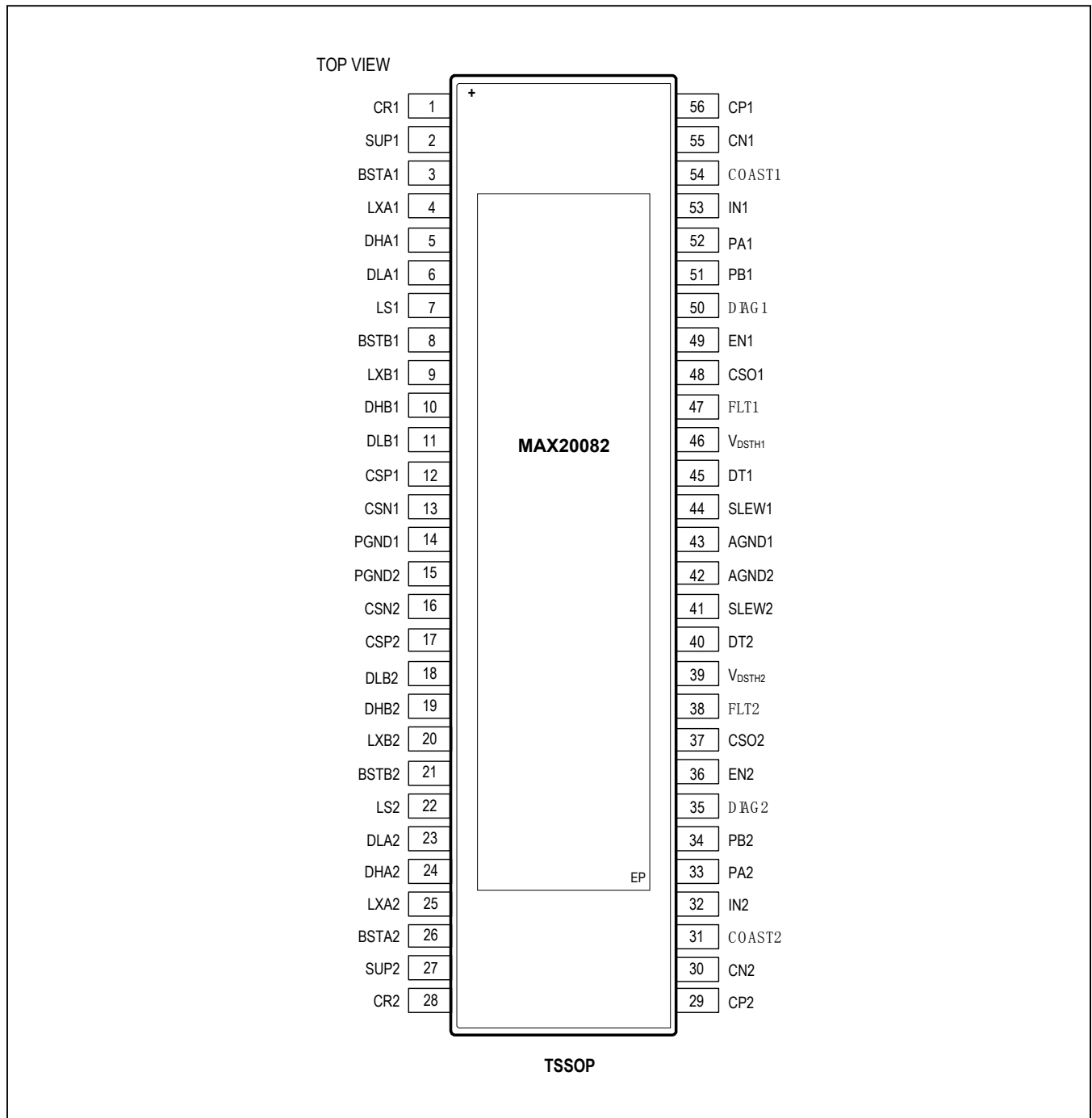
($V_{IN_}$ = 5V, $V_{SUP_}$ = 14V, $V_{EN_}$ = $V_{DIAG_}$ = 3.3V, unless otherwise noted.)



MAX20082

双通道、冗余、H桥电机驱动器，
带有ASIL诊断功能

引脚配置



MAX20082

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

引脚说明

引脚	名称	功能
1	CR1	标称10V电源电压，用于栅极驱动器。
2	SUP1	高边共漏极连接和检测。
3	BSTA1	高边驱动A的自举电容连接。
4	LXA1	电机连接A。
5	DHA1	高边栅极驱动A。
6	DLA1	低边栅极驱动A。
7	LS1	低边共源极连接。
8	BSTB1	高边驱动B的自举电容连接。
9	LXB1	电机连接B。
10	DHB1	高边栅极驱动B。
11	DLB1	低边栅极驱动B。
12	CSP1	电流检测正端输入。
13	CSN1	电流检测负端输入。
14	PGND1	功率地。
15	PGND2	功率地。
16	CSN2	电流检测负端输入。
17	CSP2	电流检测正端输入。
18	DLB2	低边栅极驱动B。
19	DHB2	高边栅极驱动B。
20	LXB2	电机连接B。
21	BSTB2	高边驱动B的自举电容连接。
22	LS2	低边共源极连接。
23	DLA2	低边栅极驱动A。
24	DHA2	高边栅极驱动A。
25	LXA2	电机连接A。
26	BSTA2	高边驱动A的自举电容连接。
27	SUP2	高边共漏极连接和检测。
28	CR2	标称10V电源电压，用于栅极驱动器。
29	CP2	电荷泵倍增器电容连接P。
30	CN2	电荷泵倍增器电容连接N。
31	COAST2	低电平有效H桥禁止输入。
32	IN2	5V输入电源。
33	PA2	逻辑控制输入A。
34	PB2	逻辑控制输入B。
35	DIAG2	诊断输入。

MAX20082

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

引脚说明(续)

引脚	名称	功能
36	EN2	使能输入。
37	CSO2	输入电流检测放大器输出。
38	$\overline{\text{FLT2}}$	故障指示开漏输出。
39	V _{DSTH2}	漏源故障门限电平输入。
40	DT2	死区时间电阻连接。
41	SLEW2	转换时间电阻连接。
42	AGND2	模拟地。
43	AGND1	模拟地。
44	SLEW1	转换时间电阻连接。
45	DT1	死区时间电阻连接。
46	V _{DSTH1}	漏源故障门限电平输入。
47	$\overline{\text{FLT1}}$	故障指示开漏输出。
48	CSO1	输入电流检测放大器输出。
49	EN1	使能输入。
50	$\overline{\text{DIAG1}}$	诊断输入。
51	PB1	逻辑控制输入B。
52	PA1	逻辑控制输入A。
53	IN1	5V输入电源。
54	$\overline{\text{COAST1}}$	低电平有效H桥禁止输入。
55	CN1	电荷泵器电容连接N。
56	CP1	电荷泵器电容连接P。

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

详细说明

MAX20082是双通道、全桥式控制器，专门为带有高功率电感负载(例如有刷直流电机)的汽车容错应用而设计。器件具有两路完全独立的电机控制通道，设计用于配合外部n沟道功率MOSFET使用。每路通道工作在4.75V至5.25V输入电压范围，能够支持电源电压高达35V的电机。

电荷泵调节器使用5V输入电源提供9.8V栅极驱动。利用自举电容提供高于输入电池电压的电压，以驱动H桥中的高边n沟道MOSFET。用于高边驱动的内部浮充电荷泵允许直流(100%占空比)操作。

器件也包括可编程死区时间、栅极驱动摆率以及MOSFET短路门限。可将H桥驱动工作在正激模式(顺时针)、反激模式(逆时针)、制动模式以及惯性模式。制动模式下，两个低边MOSFET均导通(同步缓慢衰减)；惯性模式下，H桥中的所有MOSFET均关断(异步快速衰减)；功率MOSFET通过电阻可调节死区时间提供贯通保护。

每路通道也集成低边电流检测放大器，用于检测电机(H桥)电流；电流检测放大器包括过流保护电路，限制电机故障时的电流。

集成诊断功能提供欠压、过压、H桥和引脚故障指示，可配置为在大多数短路条件下保护MOSFET。此外，器件在单片封装中集成完全冗余H桥驱动器，支持ASIL系统中的方案。两路通道完全独立、完整冗余，无共用引脚或功能。

器件工作在-40°C至+125°C环境温度范围。最高结温为+150°C，在+170°C(典型值)时热关断。器件采用56引脚、14mm x 6.1mm、TSSOP封装。

输入电源

为保证故障隔离，应为器件提供独立5V电源连接，采用保险丝隔离。在IN_引脚与接地引脚之间连接2.2μF陶瓷电容，电容尽量靠近IN_引脚安装，对每个电源去耦。1Ω电阻与2.2μF电容串联，连接至AGND，组成RC滤波器，防止电源线瞬态触发不期望的UVLO故障。在4.75至5.25V输入电压范围内，器件可保证技术参数。

输入电源欠压

器件的IN_引脚上包括欠压锁定电路(UVLO)。输入电压低于4.25V时，通过关断驱动器输出(电机处于惯性模式)和CR_电荷泵禁止器件工作。

电荷泵

电荷泵倍增器提供驱动H桥中开关MOSFET所需的电压。电荷泵升压转换器通过CP_和CN_引脚之间连接的泵电容将输入电压(IN_)升高为2倍；该电容一般为330nF陶瓷电容。电荷泵的开关频率设定为100kHz。

在CR_引脚输出稳定电压。在CR_和AGND_之间连接3.3μF陶瓷电容，为低边驱动器和自举电容提供瞬态充电电流。电荷泵具有欠压锁定电路，在CR_电压低于7V(典型值)时关断驱动器输出(电机处于惯性模式)和CR电荷泵，请参见图1。

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

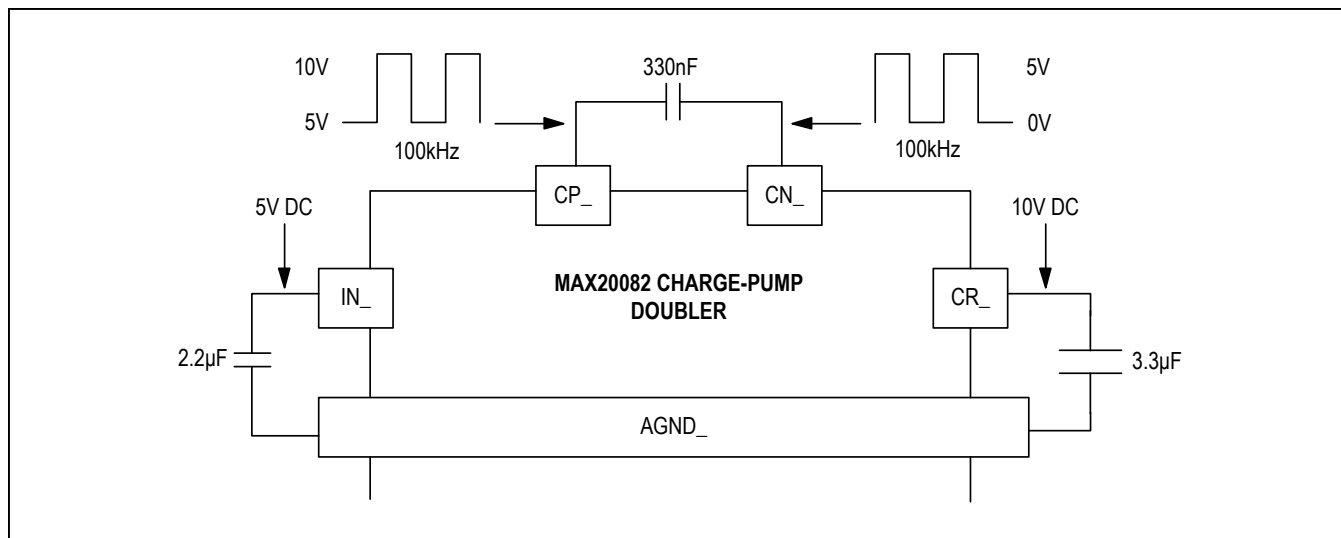


图1. 电荷泵倍增器

浮充电荷泵

100%占空比工作期间，浮充电荷泵维持外部FET上的栅极电压；电荷泵为低电流涓流电荷泵，只在对应高边FET导通至少0.6ms (典型值)后工作。如果没有浮充电荷泵，将从自举电容吸入电流，造成电容放电。电荷泵提供充足电流，确保自举电压维持在IN_电压的两倍。导通外部FET要求的动态电荷由自举电容提供。浮充电荷本只提供补偿FET导通时高边上发生的漏电流所要求的电荷。

低边栅极驱动器

栅极驱动器由逻辑输入(PA_和PB_)控制。低边驱动器由CR_上的电荷泵输出供电。DLA_控制漏极连接至LXA_的低边FET，DLB_控制漏极连接至LXB_的低边FET。DLA_

变为低电平时关断漏极连接至LXA_的低边FET，DLB_变为低电平时关断漏极连接至LXB_的低边FET。

上升和下降时间可由SLEW_引脚上的电阻控制，为对称设计。通过增加与外部FET栅极串联的外部电阻，可进一步增大转换时间。死区时间由DT_引脚上的电阻控制，也为对称设计。

低边MOSFET漏极连接

LXA_和LXB_引脚直接连接至电机，这些引脚应连接至自举电容的负端，是高边驱动器的电压轨负端连接。高边栅极电容的放电电流通过这些连接，所以与MOSFET桥之间需要低阻连接。

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

高边栅极驱动器

高边栅极驱动输出(DHA_和DHB_)用于驱动H桥中的高边FET。外部FET栅极尽量靠近DHA_和DHB_引脚安装。

上升/下降时间可由SLEW_引脚上的电阻控制。可增加附加栅极驱动电阻，将转换时间增大至SLEW_引脚上可设置的时间以上。死区时间由DT_引脚上的电阻控制，为对称设计。

自举电容连接

这些是自举电容的高边连接，为高边栅极驱动电源正端。对应输出端LXA_或LXB_为低电平时，自举电容充电至大约为CR_电压。

LXA_或LXB_输出为高电平时，自举电容上的电荷造成对应BSTA_或BSTB_端上的电压随输出上升，提供驱动高边MOSFET要求的升压栅极电压。

欠压电路监测自举电容电压，如果该电压低于RC_电压的60%，则导通H桥低边FET(见故障说明)。建议使用330nF典型自举电容值。

死区时间设置

死区时间定义为从高/低边开始关断到互补边开始导通之间的时间。死区时间的目的是防止高边或低边FET关断以及互补边低边或高边导通时MOSFET桥贯通。利用DT_引脚上的单个电阻设置通道所有阶段的死区时间。

DT_引脚和AGND_之间连接的电阻大于10kΩ时，DT_引脚电压调节至1V ±3%。死区时间由通过DT_电阻的电流设置，范围为370ns至5μs。流入DT_引脚上电阻的电流由下式给出：

$$I_{DT_} = 1/R_{DT_}$$

式中，R_{DT_}为DT_引脚上的电阻。如果R_{DT_}在25°C时为10kΩ至200kΩ，死区时间标称值(t_{DEAD})由下式给出：

$$t_{DEAD}(R_{DT_}) = 25 \times R_{DT_} (k) + 100ns$$

转换时间设置

所有FET的栅极上拉或下拉电流由SLEW_引脚上的电阻设置，从而可控制LX_上升和下降时间，为对称设计，H桥中的所有FET的转换时间相同。SLEW_引脚和AGND_之间连接的电阻大于10kΩ时，SLEW_引脚电压调节至1V ±3%。

转换电流可在40mA至2mA范围内设置。流入SLEW_引脚上电阻的电流由下式给出：

$$I_{SLEW_} = 1/R_{SLEW_}$$

式中，R_{SLEW_}为SLEW_引脚上的电阻。如果R_{SLEW_}在25°C时为10kΩ至200kΩ，转换电流标称值(I_{SLEW_})由下式给出：

$$I_{SLEW_}(R_{SLEW_}) = 400/R_{SLEW_} (k) \text{ mA}$$

转换时间可由下式确定，其中Q_{GD}为外部nMOS的栅漏电荷。

$$t_{SLEW_} = Q_{GD} (nC) / I_{SLEW_} (mA)$$

使能

EN_为低电平时，器件处于关断模式，每一半器件的最大耗流小于10μA。为进入关断模式，将EN_保持为低电平至少1.2ms。

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

相位控制

COAST_、PA_和PB_逻辑输入允许通过单位PWM数字信号控制电机。根据PA_和PB_输入逻辑配置的不同，μC可选择电机旋转方向以及关断时间期间的电流衰减模式(见图2、图3和表1)。

PA_ (PB_) 0 → 1且 $\overline{\text{COAST}} = 1$:

- 1) Q2 (Q4)关断，死区时间延迟开始。
- 2) 达到死区时间延迟时，Q1 (Q3)导通。

PA_ (PB_) 1 → 0且 $\overline{\text{COAST}} = 1$:

- 1) Q1 (Q3)关断，死区时间延迟开始。
- 2) 达到死区时间延迟时，Q2 (Q4)导通。

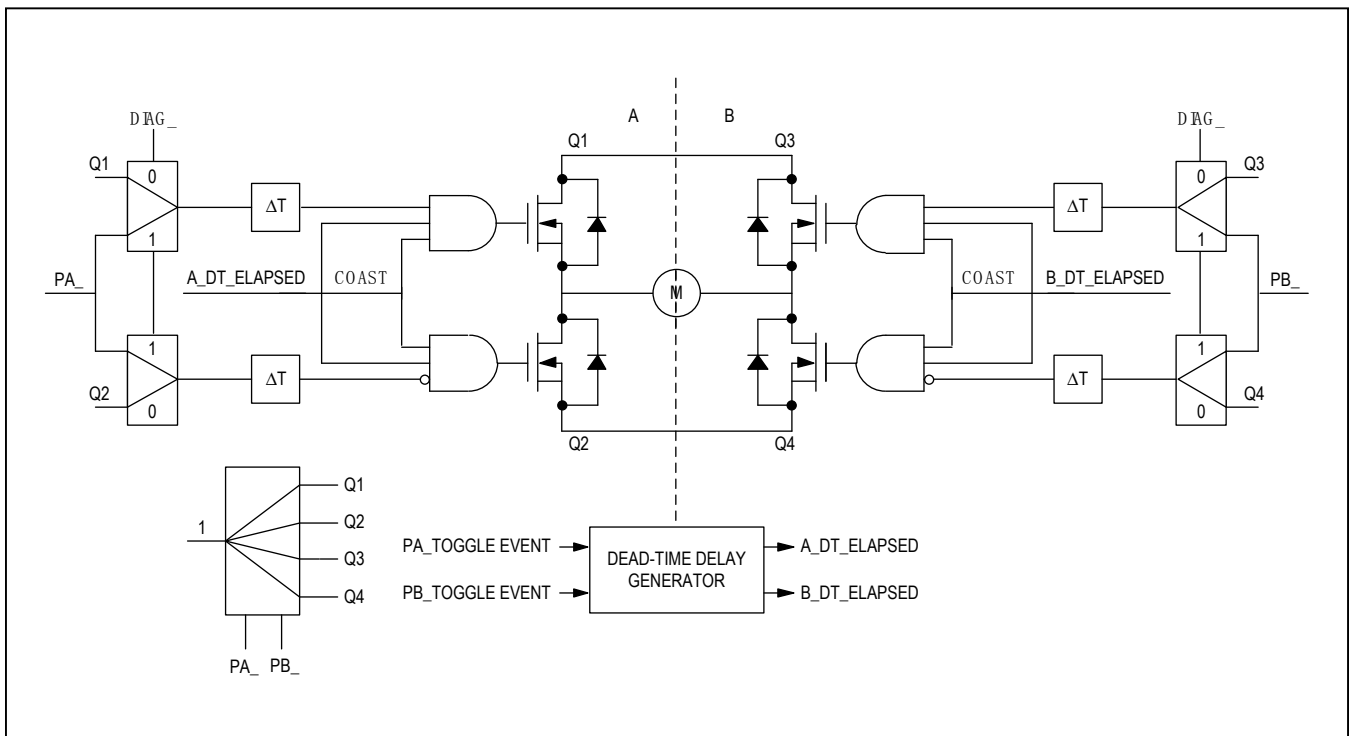


图2. H桥逻辑电路(标准/诊断模式)

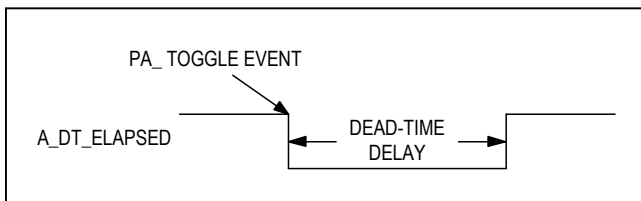


图3. A_DT_Elapsed信号用于死区时间发生

表1. 相位控制

PA_ (PB_)	$\overline{\text{COAST}}$	Q1 (Q3)	Q2 (Q4)
1	1	导通	关断
0	1	关断	导通
X	0	关断	关断

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

表2. H桥应用

PA_	PB_	COAST_	导通时间	关断时间
PWM	0	1	正向(Q1和Q4导通)	LS制动(Q2和Q4导通)
1	$\overline{\text{PWM}}$	1	正向(Q1和Q4导通)	HS制动(Q1和Q3导通)
PWM	$\overline{\text{PWM}}$	1	正向(Q1和Q4导通)	反向(Q2和Q3导通)
0	PWM	1	反向(Q2和Q3导通)	LS制动(Q2和Q4导通)
$\overline{\text{PWM}}$	1	1	反向(Q2和Q3导通)	HS制动(Q1和Q3导通)
$\overline{\text{PWM}}$	PWM	1	反向(Q2和Q3导通)	正向(Q1和Q4导通)

表3. 外部MOSFET控制真值表

PA_	PB_	COAST_	DIAG_	Q1	Q2	Q3	Q4	H-BRIDGE STATE
0	0	1	1	关断	导通	关断	导通	低边导通(LS制动)
0	1	1	1	关断	导通	导通	关断	反向
1	0	1	1	导通	关断	关断	导通	正向
1	1	1	1	导通	关断	导通	关断	高边导通(HS制动)
X	X	0	X	关断	关断	关断	关断	惯性
0	0	1	0	导通	关断	关断	关断	FET诊断(Q1导通)
0	1	1	0	关断	关断	关断	导通	FET诊断(Q4导通)
1	1	1	0	关断	导通	关断	关断	FET诊断(Q2导通)
1	0	1	0	关断	关断	导通	关断	FET诊断(Q3导通)

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

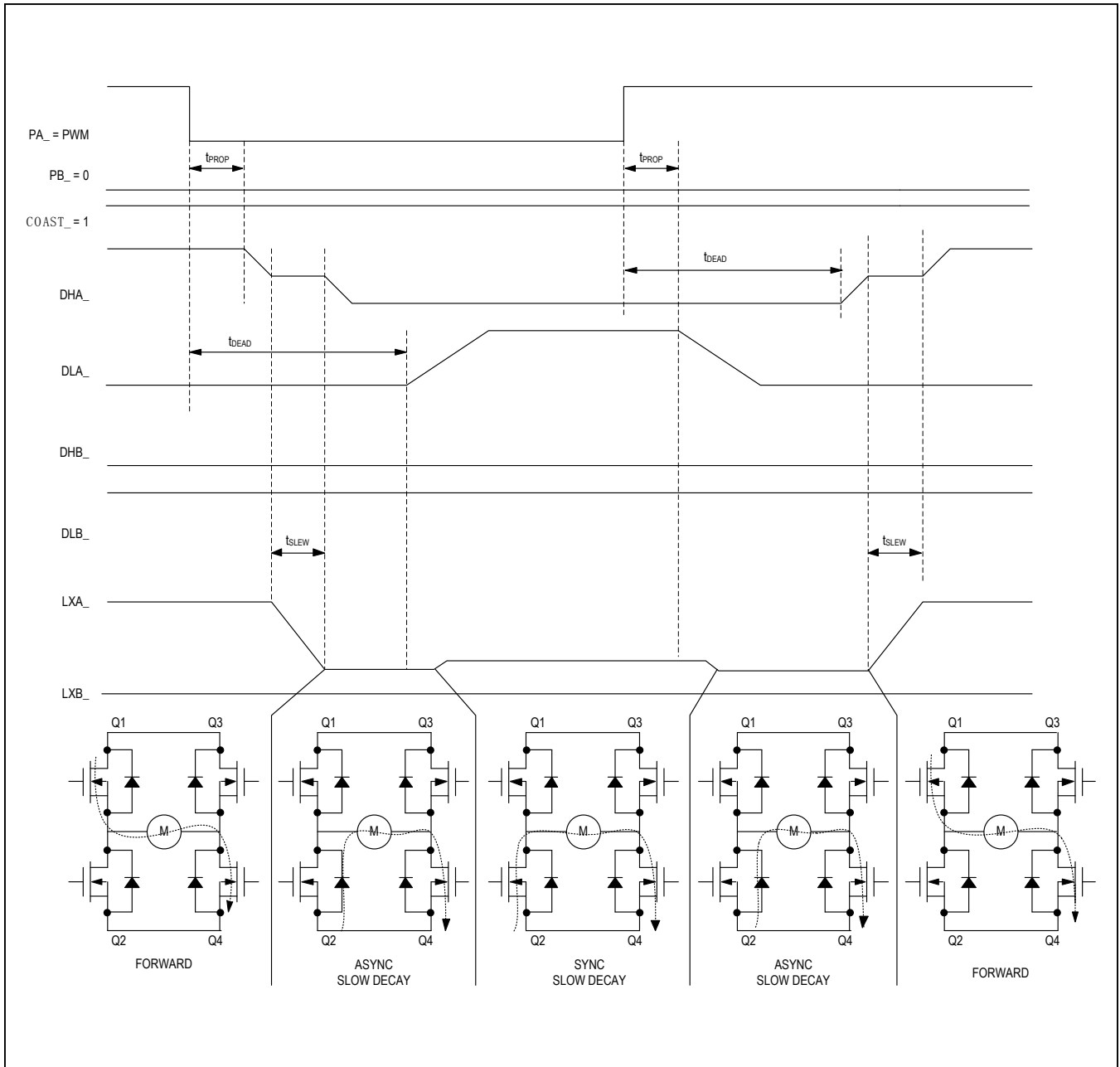


图4. 导通时间/正向；关断时间/制动(同步缓慢衰减)

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

电流检测放大器和过流检测

H桥电流由低边电流检测放大器检测。电流检测放大器的开环增益为110dB，闭环增益由外部电阻(CSA_G)设置，关系如下：

$$CSA_G = R2/R1 + 1, \text{ 其中 } R3/R4 = R2$$

使用附加外部电阻时，可向CSO_输出增加一个偏置电压，在快速衰减期间可监测负电流：

$$BIAS = V_{REF} \times [R3/(R3 + R4)]$$

为通过上电自检，必须根据表4选择R1-R4的值。

电流检测放大器的输出(CSO_)达到3.8V时，触发过流故障。可利用下式估算电机过流值：

$$I_{MOTOR_OC} = (3.8V - BIAS)/(R_{SENSE} \times CSA_G)$$

缓慢衰减情况(I_MOTOR始终为正向)的应用电路如图7所示。

$$CSA_G = 38, \text{ BIAS} = 0V, \text{ CSA闭环带宽} = 790kHz$$

快速衰减情况(I_MOTOR为正向和负向)的应用电路如图8所示。

$$CSA_G = 19, \text{ BIAS} = 1.9V, \text{ CSA闭环带宽} = 1.6MHz$$

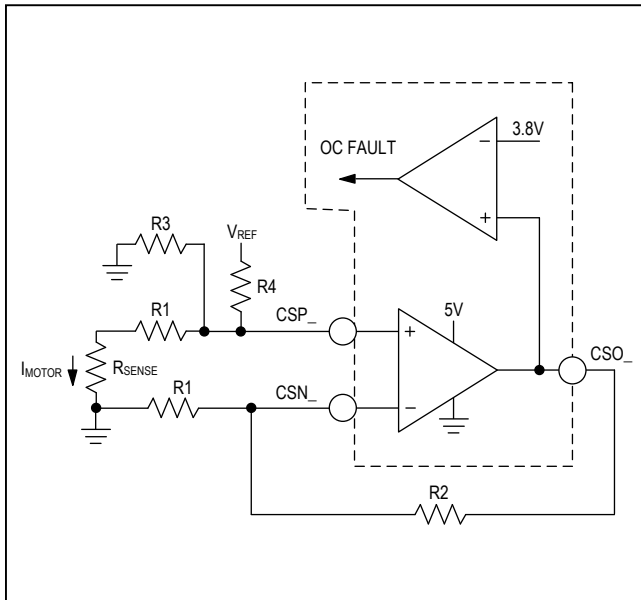


图5. 电流检测放大器(典型配置)

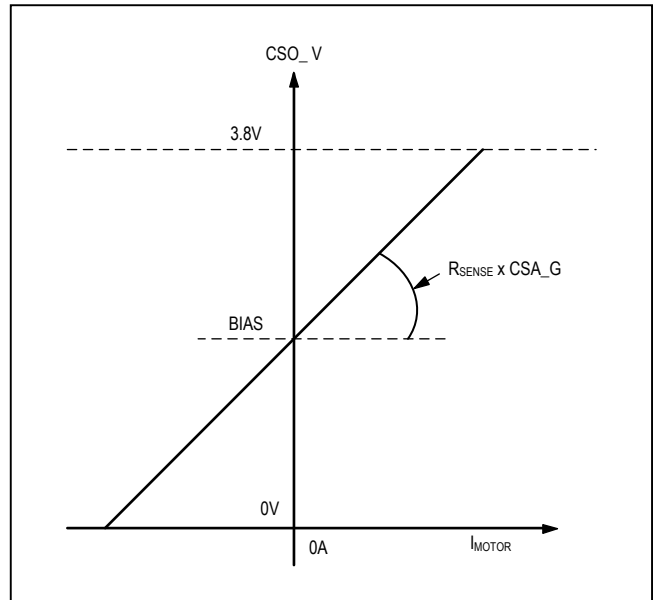


图6. 电流检测放大器输出特性

MAX20082

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

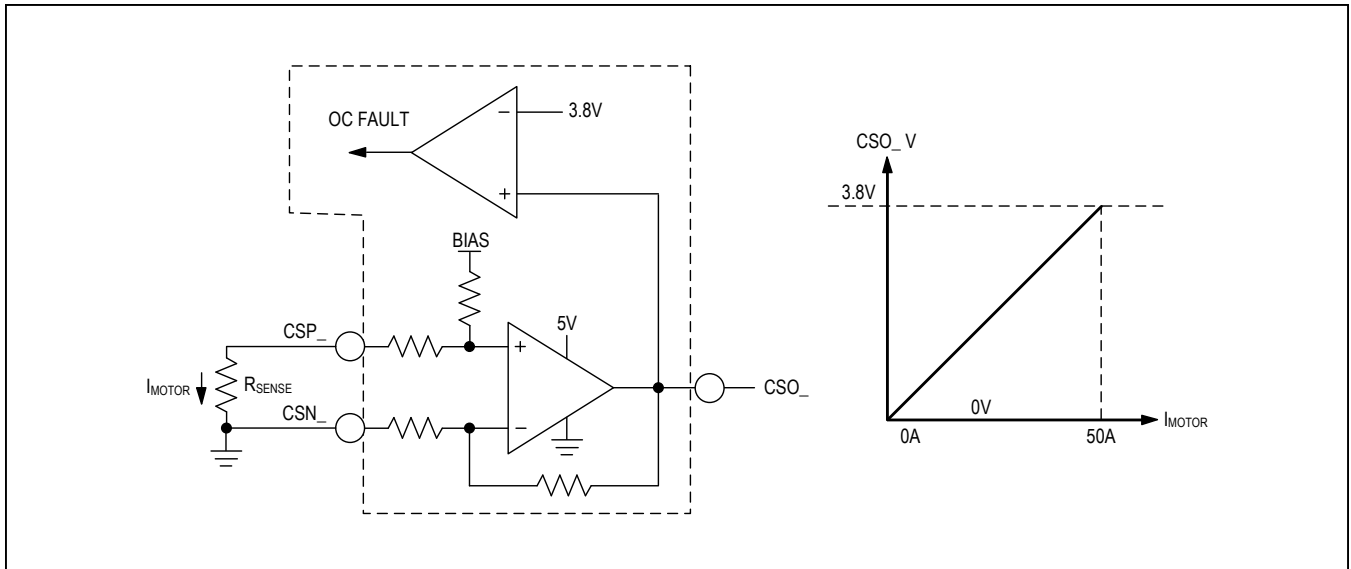


图7. 电流检测放大器配置(仅限正向电流)

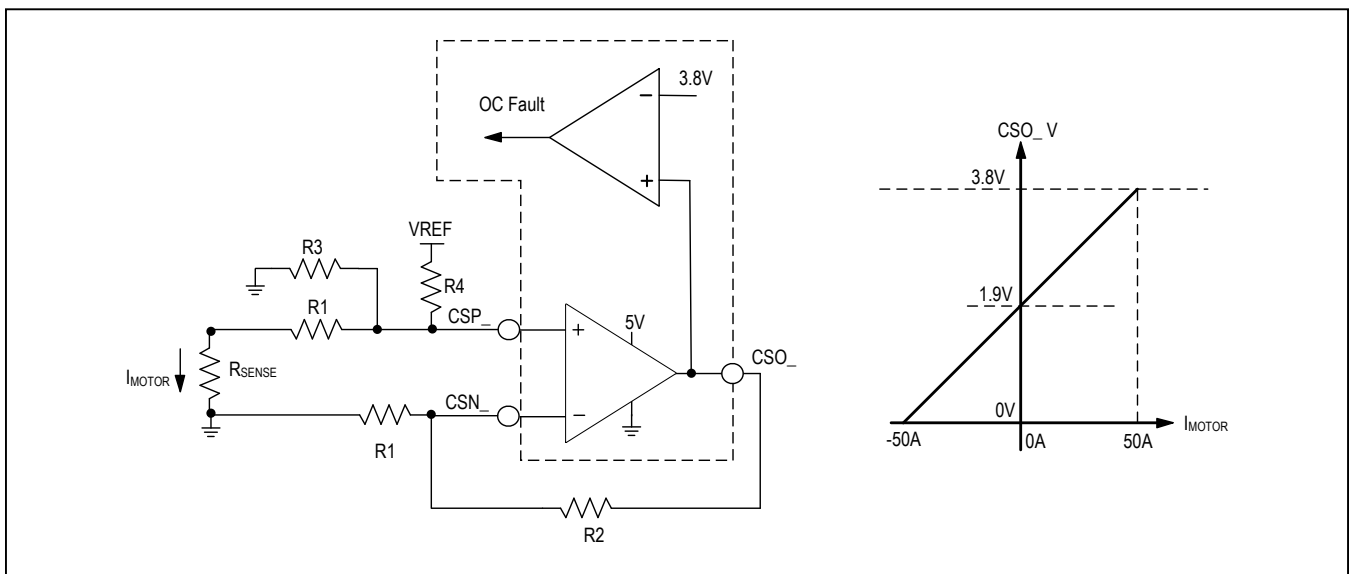


图8. 电流检测放大器配置(双向)

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

上电诊断模式

上电后，如果 $\overline{\text{DIAG}}$ 为低电平，EN_每次变为高电平时启动上电诊断程序。器件对每个引脚执行以下检查：

- 引脚是否对地短路？
- 引脚是否开路？
- 引脚是否短路至相邻引脚？

诊断策略基于顺序程序，从 V_{DSTH} 引脚开始逆时针执行，在 $\overline{\text{COAST}}$ 引脚结束。如果顺序检查期间发生诊断错误，则中止诊断序列，通过强制输出信号的占空比为25%，在 $\overline{\text{FLT}}$ 引脚上触发ASIL故障。

在上电诊断程序中，不检查引脚LX_、DH_、DL_、BST_、SUP_和LS_；可在FET诊断模式期间检验其功能，请参见FET诊断模式部分。

FET诊断模式

正常工作(上电完成后，EN_引脚为高电平)期间，可通过强制 $\overline{\text{DIAG}} = 0$ 进入FET诊断模式。然后通过内部1k Ω (典型值)下拉/上拉电阻将LXA_和LXB_引脚连接至PGND_/SUP_，取决于所选的被诊断FET。

FET诊断模式期间，可利用 V_{DS} 故障和过流事件检查电机和H桥状态。

表4. 上电诊断引脚设置

引脚	通过上电测试的条件
CR_	3.3 $\mu\text{F} \pm 10\%$ 陶瓷电容连接至地。
CSP_	安装500 Ω 至2k Ω 的等效电阻。
CSN_	安装500 Ω 至2k Ω 的等效电阻。
CSO_	安装5k Ω 至100k Ω 的反馈电阻。
PGND_	连接至系统电路板的接地区域。
SLEW_	安装10k Ω 至200k Ω 的电阻。
DT_	安装10k Ω 至200k Ω 的电阻。
V_{DSTH}	安装500 Ω 至10k Ω 的等效电阻。
$\overline{\text{FLT}}$	将1k Ω 至3.3k Ω 的电阻连接至IN_。
EN_	通过外部驱动电路连接至IN_。
$\overline{\text{DIAG}}$	通过外部驱动电路连接至AGND_/PGND_或IN_。
PA_	通过外部驱动电路连接至AGND_/PGND_。
PB_	通过外部驱动电路连接至IN_。
$\overline{\text{COAST}}$	通过外部驱动电路连接至AGND_/PGND_。

表5. FET控制

$\overline{\text{COAST}}$	PA_	PB_	导通FET	LXA_状态	LXB_状态
1	0	0	Q1	下拉至地	Hi-Z
1	1	1	Q2	上拉至SUP_	Hi-Z
1	1	0	Q3	Hi-Z	下拉至地
1	0	1	Q4	Hi-Z	上拉至SUP_

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

表6. 诊断模式下的故障信息说明

导通的nMOS	V _{DS} 故障	V _{DS} 和过流事件
Q1	Q1开路或电机端子A对地短路	Q2短路
Q2	Q2开路或电机端子A短路至SUP ₋	Q1短路
Q3	Q3开路或电机端子B对地短路	Q4短路
Q4	Q4开路或电机端子B短路至SUP ₋	Q3短路

上电情景

上电情景请参见图9、图10和图11。

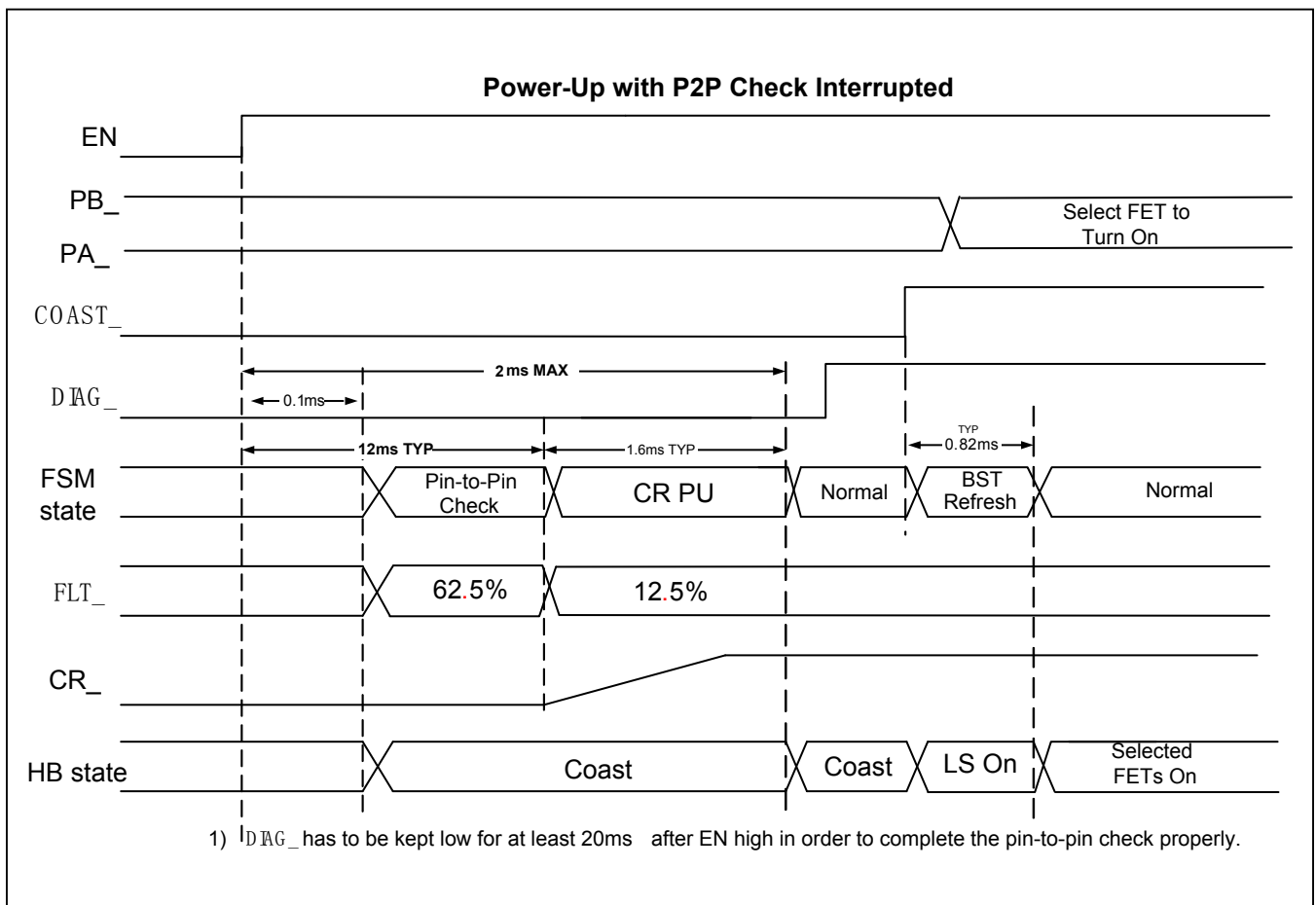


图9. 上电排序，使能逐引脚检查

MAX20082

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

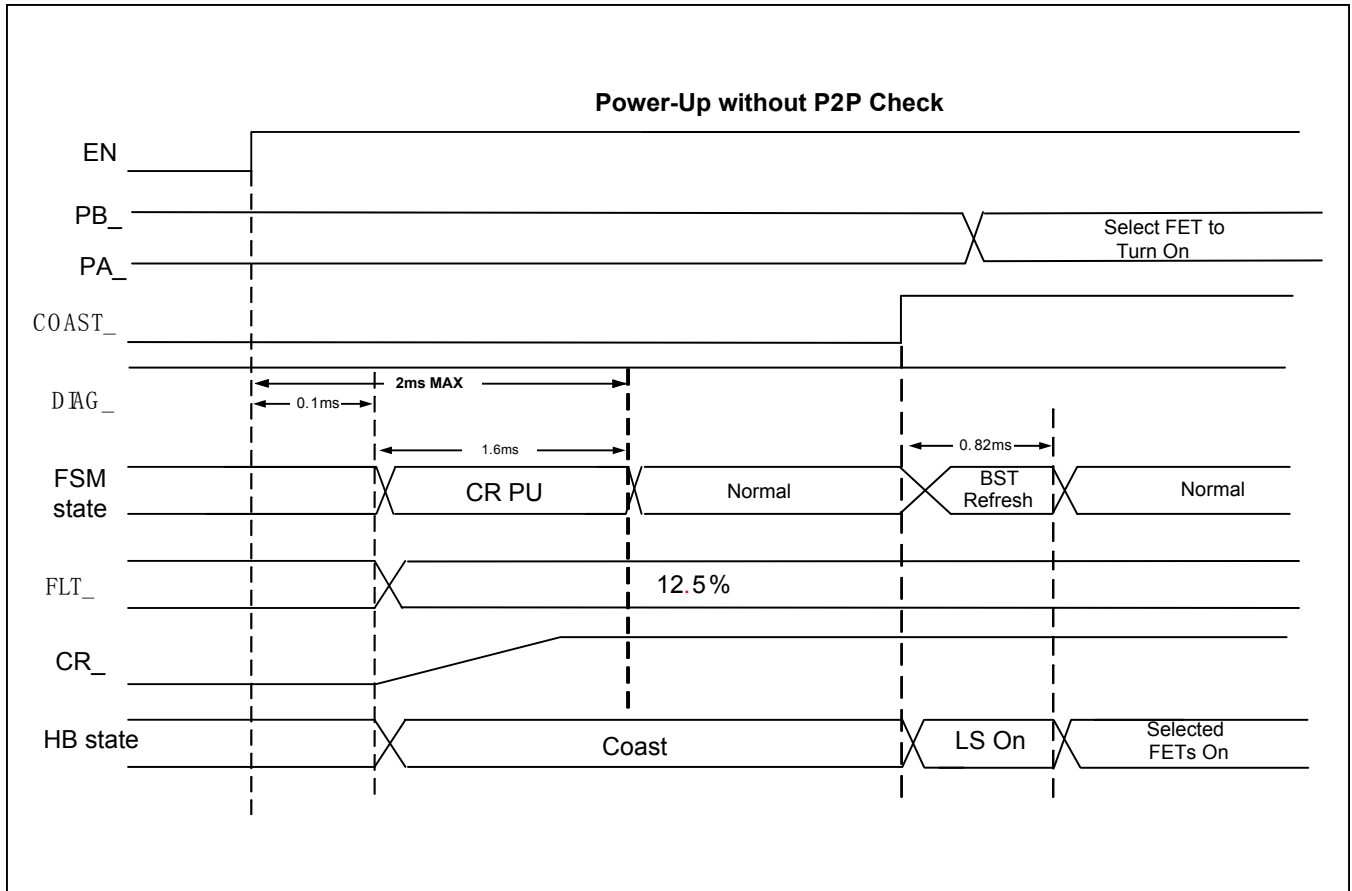


图10. 上电排序，禁止逐引脚检查

MAX20082

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

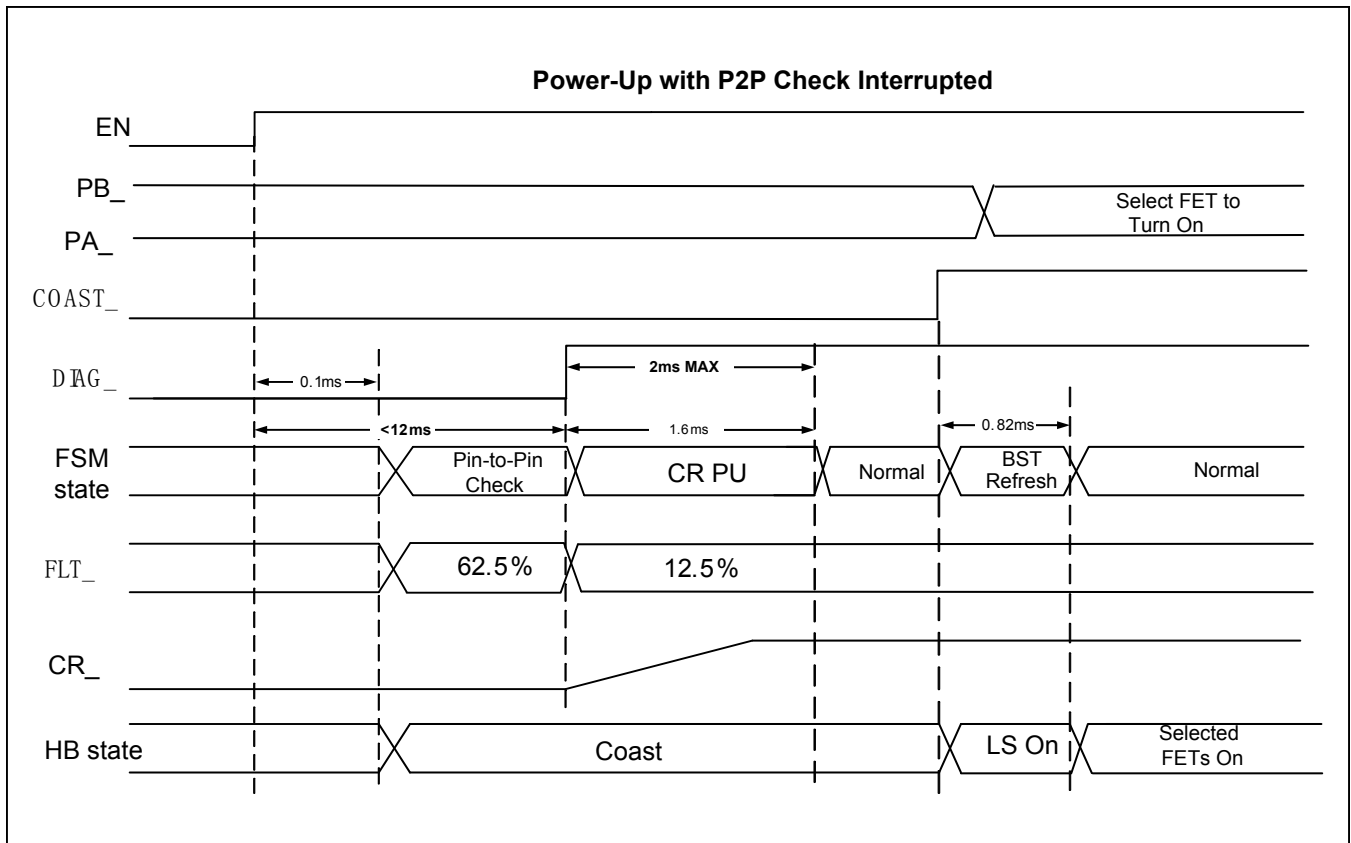


图11. 上电排序，中止逐引脚检查

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

状态图

FSM状态图请参见图12。

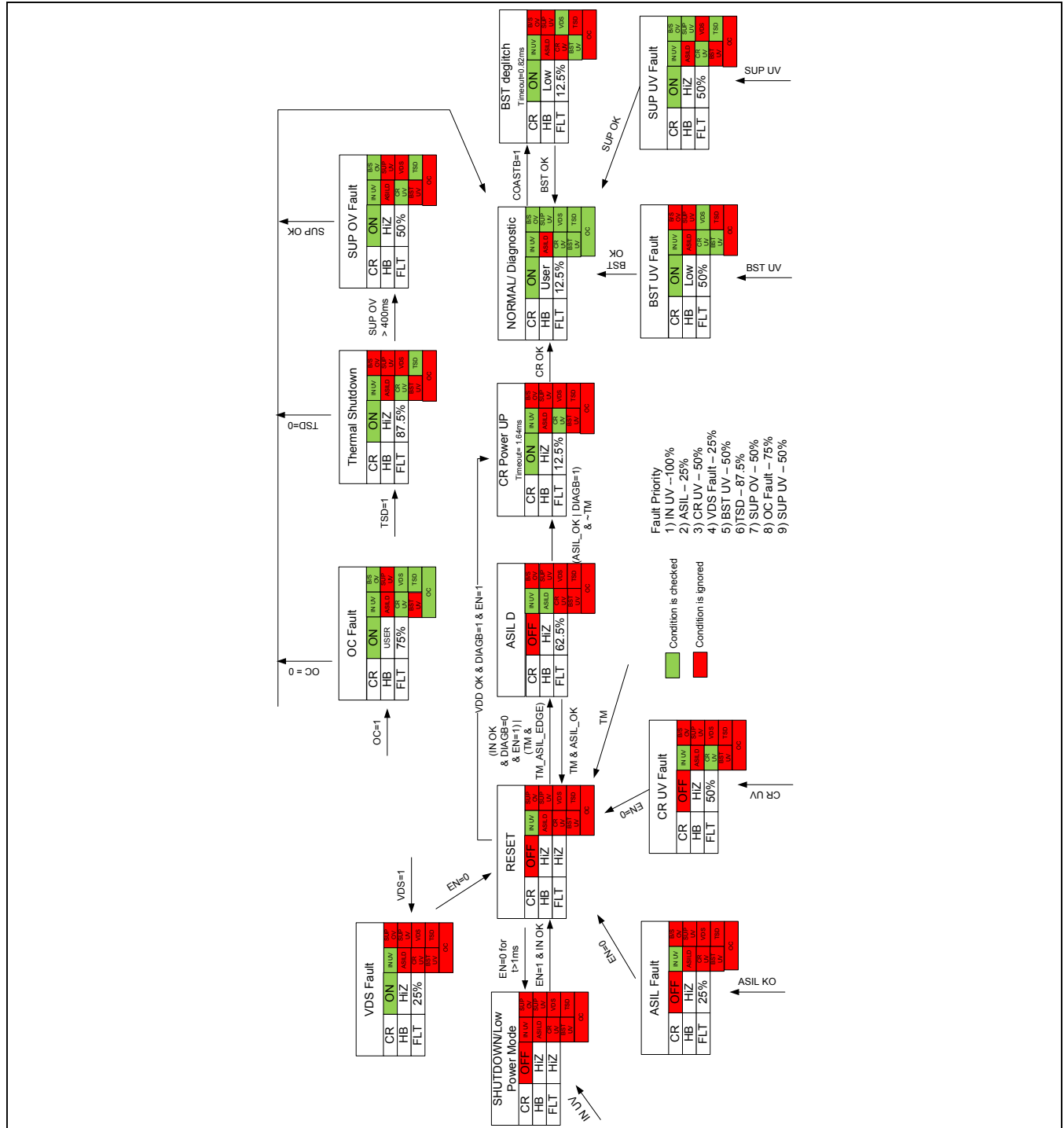


图12. FSM状态图

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

BST故障

任意BST_电容电压下降至7V (典型值)以下时，检测到BST故障(惯性模式下除外，此时将该功能屏蔽)；发生这种情况时，禁止H桥工作，直到BST_电容重新充电。为避免升压(BST_)电容欠压引起故障，器件集成了BST故障抗尖峰脉冲定时器。COAST_引脚每次从低电平跳变为高电平时，激活抗尖峰脉冲定时器。抗尖峰脉冲时间期间，器件的内部逻辑负责控制，DLA和DLB输出强制为高电平，以导通外部低边MOSFET，对升压电容充电；定时结束后，自举电容完全充电，可以驱动电机。

发生BST故障时(没有故障)，通过将COAST_置为低电平后再置为高电平，然后等待至少0.9ms，直到达到BST故障抗尖峰脉冲定时结束，完成对升压电容充电。

V_{DS}故障

H桥的FET每次导通时，专用漏源比较器检查其漏源电压是否低于或高于V_{DSTH_}引脚设定的V_{DS}电压门限。如果FET漏源电压高于V_{DSTH_}引脚电压，则检测到故障。为避免错误检测，在MOSFET上电后的屏蔽时间(t_{BLANK})内，禁止V_{DS}比较器。将V_{DSTH_}连接至IN_时，禁止V_{DS}故障检测电路。

SUP_欠压和过压保护

器件在SUP_引脚上具有欠压和过压保护电路。如果电压低于4.5V，通过FLT_引脚触发SUP_欠压故障，所有MOSFET驱动器关断；如果SUP_电压高于35V的时间超过400ms，则检测到SUP_过压故障，所有驱动器关断(H桥)。

故障行为

FLT_引脚以625kHz信号表示检测到故障，占空比根据表7所示变化。

表7. 故障分类及FLT_输出

故障分类	故障说明	FLT_占空比(%)
1	无	12.5
2	V _{DS} 故障、ASIL故障	25
3	SUP_过压(SUP_、CR_和BST_欠压)	50
1	无(正在执行逐引脚检查程序)	62.5
4	过流	75
5	热关断	87.5
6	IN_欠压	100

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

表8. 故障汇总

故障	故障说明	占空比(%)	CR_	H桥FET状态	锁存	故障复位
无	—	12.5	开	用户控制	否	—
过流	$V_{CSO_} > 3.8V$	75	开	用户控制	否	—
V_{DS} 故障(DIAG_ = X)	FET导通, 漏源电压 $> V_{DSTH_}$	25	开	关断(惯性*)	是	EN_ low pulse
IN_欠压	$V_{IN_} < V_{INUV}$	100	关	关断(惯性*)	否	—
CR_欠压	$CR_ < V_{CRUV}$	50	关	关断(惯性*)	是	EN_ low pulse
BSTA_/BSTB_欠压	$BST_ - LX_ < V_{BSTUV}$	50	开	DLA_、DLB_为高电平	否	—
SUP_欠压	$SUP_ < V_{SUPUV}$	50	开	关断(惯性*)	否	—
SUP_过压	$SUP_ > 36V$, 持续时间 $t > 400ms$	50	开	关断(惯性*)	否	—
热关断	$T_J > T_{JTSD}$	87.5	开	关断(惯性*)	否	—

*惯性 = 电机处于Hi-Z。

应用信息

功耗

为评估器件的功耗，必须计算单个通道从电源输入引脚(IN_)吸入的总电流。

$$I_{IN_} = I_{IN_Q} + 4 \times Q_G \times f_{PWM}$$

式中， I_{IN_Q} 为静态电流， Q_G 为外部nMOS的总栅电荷， f_{PWM} 为PWM开关频率。

则器件的总功耗(两通道)为：

$$PD = 2 \times [V_{IN_} \times I_{IN_}]$$

布局指南

为实现最佳性能，建议在设计MAX20082的PCB时遵守以下指导：

- 采用独立的模拟地(AGND)和功率地(PGND)区域，在单点将其连接在一起。不同层上的相同地用多个过孔进行连接。

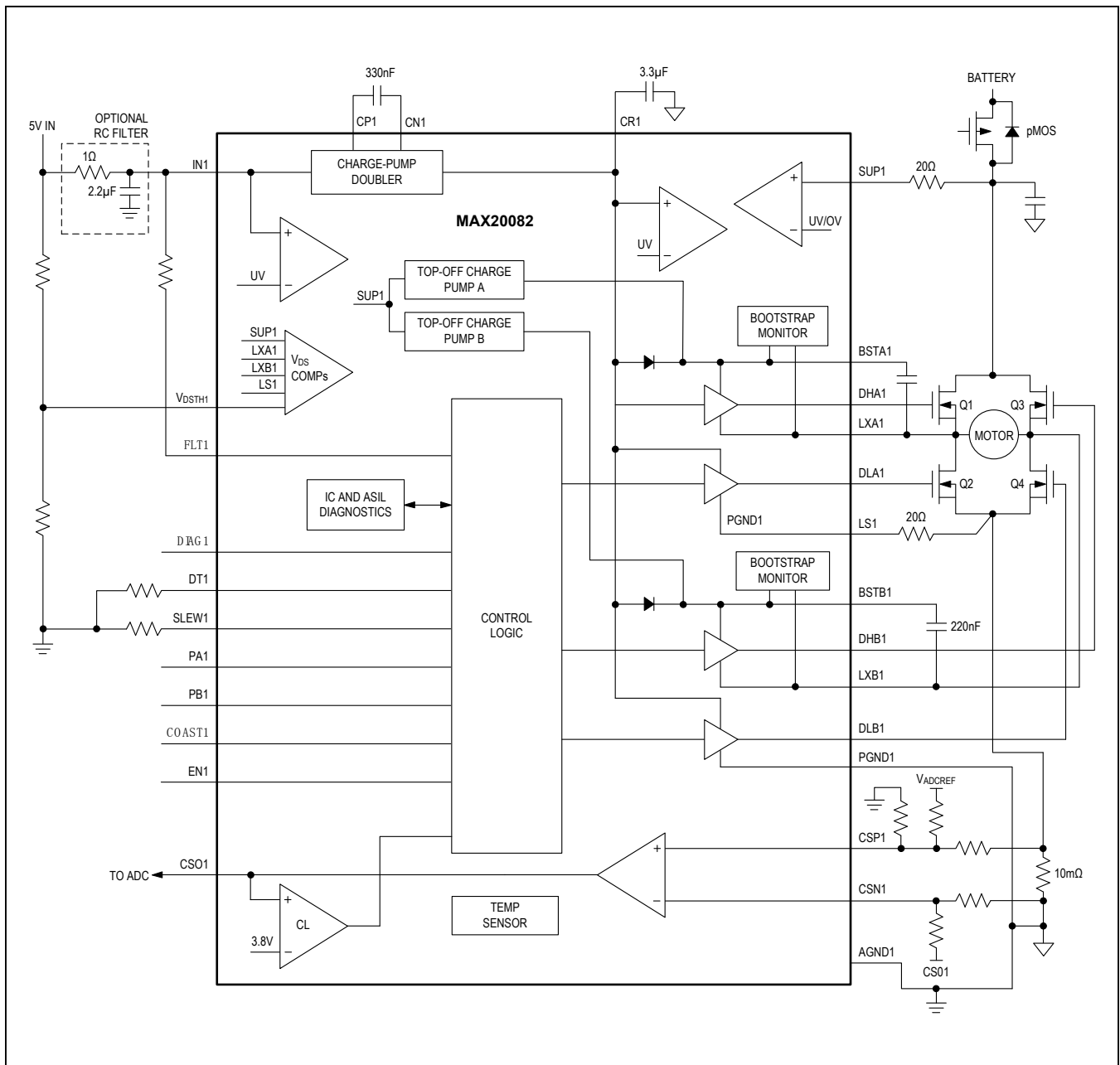
- 使输入和输出电源部分(连接至SUP_、LXA_、LXB_和LS_)尽量紧凑。
- 大电流相关元件采用宽走线连接。
- 使用多个过孔连接层与层之间的大电流通路。
- 使MOSFET栅极驱动走线(DHA_、DHB_、DLA_和DLB_)尽量短，并使用宽走线。
- 使升压电容(CP_和CN_之间)、电荷泵输出电容(CR_上)和输入电容(IN_上)靠近IC安装，且不使用过孔连接。
- 检流连接应为开尔文连接。

关于选择和安装外部元件的更多详细信息，请联系您当地的Maxim Integrated代表处。

MAX20082

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

典型应用电路(所示为1通道)



MAX20082

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

订购信息

器件	温度范围	引脚-封装
MAX20082AUN/V+T	-40°C至+125°C	56 TSSOP

*N*表示通过汽车标准认证的器件。

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

T = 卷带包装。

芯片信息

PROCESS: BiCMOS

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局(占位面积)，请查询www.maximintegrated.com/cn/design/packaging。请注意，封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符，但封装图只与封装有关，与RoHS状态无关。

封装类型	封装编码	外形编号	焊盘布局编号
56 TSSOP	U56N+2C	21-0481	90-0338

MAX20082

双通道、冗余、H桥电机驱动器， 带有ASIL诊断功能

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	8/14	最初版本。	—

Maxim北京办事处

免费电话：800 810 0310

电话：010-5226 4200

传真：010-6211 5299



Maxim不对Maxim产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。电气特性表中列出的参数值(最小值和最大值)均经过设计验证，数据资料其它章节引用的参数值供设计人员参考。