

# BMP280

## Sensor de presión digital

Bosch



**BOSCH**  
Invented for life



### **BMP280: Hoja de datos**

Revisión de documentos	1.14
Fecha de publicación del documento	mayo 5 <sup>th</sup> , 2015
Número de documento	BST-BMP280-DS001-11
Código(s) de referencia técnica (s)	0273 300 416
Notas	Los datos de este documento están sujetos a cambios sin previo aviso. Las fotos e imágenes del producto son solo para fines ilustrativos y pueden diferir de la apariencia real del producto.

## BMP280

### DIGITAL PRESSURE SENSOR

#### Parámetros clave

- Rango de presión 300 ... 1100 hPa  
(equivalente a +9000...-500 m sobre / bajo el nivel del mar)
- Paquete de 8 pines LGA con tapa metálica  
Huella : 2.0 × 2.5 mm<sup>2</sup>, altura: 0.95 mm
- Precisión relativa± 0,12 hPa, equivalente a  
±1 m (950 ... 1050hPa @25°C)
- Precisión absoluta  
típica ±1 hPa (950 ... 1050 hPa, 0 ...+40 °C)
- Desplazamiento del coeficiente de temperatura de 1,5  
Pa/K, equivalente a 12,6 cm/K (25 ... 40°C @900hPa)
- Interfaces digitales I<sup>2</sup>C (hasta 3,4 MHz)  
SPI (3 y 4 hilos, hasta 10 MHz)
- Consumo de corriente 2.7µA @ 1 Hz frecuencia de muestreo
- Rango de temperatura-40 ... +85 °C
- Cumple con RoHS, libre de halógenos
- MSL 1

#### Aplicaciones típicas

- Mejora de la navegación GPS  
(por ejemplo, mejora del tiempo hasta la primera reparación, cálculo de muertos, detección de pendientes)
- Navegación interior (detección de suelo, detección de ascensores)
- Aplicaciones de navegación al aire libre, ocio y deportes
- Pronóstico del tiempo
- Aplicaciones sanitarias (p. ej., espirometría)
- Indicación de velocidad vertical (por ejemplo, velocidad de subida/bajada)

#### Dispositivos de destino

- Teléfonos como teléfonos móviles, tabletas, dispositivos GPS
- Sistemas de navegación
- Dispositivos portátiles para el cuidado de la salud
- Inicio estaciones meteorológicas
- Juguetes voladores
- Relojes

## Descripción general

Robert Bosch es el líder mundial del mercado de sensores de presión en aplicaciones automotrices y de consumo. El proceso de fabricación MEMS APSM (Advanced Porous Silicon Membrane) patentado de Bosch es totalmente compatible con CMOS y permite un sellado hermético de la cavidad en un proceso de silicio. El BMP280 se basa en la probada tecnología de sensor de presión piezorresistivo de Bosch que ofrece una alta robustez EMC, alta precisión y linealidad y estabilidad a largo plazo.

El BMP280 es un sensor de presión barométrica absoluta especialmente diseñado para aplicaciones móviles. El módulo sensor está alojado en un paquete LGA de tapa metálica de 8 pines extremadamente compacto con una huella de solo  $2.0 \times 2.5 \text{ mm}^2$  y 0.95 mm de altura del paquete. Sus pequeñas dimensiones y su bajo consumo de energía de  $2.7 \mu\text{A}$  @1Hz permiten la implementación en dispositivos impulsados por batería como teléfonos móviles, módulos GPS o relojes.

Como sucesora de la ampliamente adoptada BMP180, la BMP280 ofrece un alto rendimiento en todas las aplicaciones que requieren una medición de presión precisa. La BMP280 funciona con menos ruido, admite nuevos modos de filtro y una interfaz SPI dentro de una huella 63% más grande que la BMP180.

Las aplicaciones emergentes de navegación en interiores, atención médica y refinamiento de GPS requieren una alta precisión relativa y un bajo TCO al mismo tiempo. BMP180 y BMP280 son perfectamente adecuados para aplicaciones como la detección de suelos, ya que ambos sensores cuentan con una excelente precisión relativa de  $\pm 0.12 \text{ hPa}$ , lo que equivale a  $\pm 1 \text{ m}$  de diferencia en altitud. El muy bajo coeficiente de temperatura de compensación (TCO) de  $1.5 \text{ Pa/K}$  se traduce en una deriva de temperatura de solo  $12.6 \text{ cm/K}$ . Póngase en contacto con su socio regional de Bosch Sensortec para obtener más información sobre los paquetes de software que mejoran el cálculo de la altitud dada por la lectura de resguardo BMP280 p.

Tabla 1: Comparación entre BMP180 y BMP280


Parámetro	BMP180	BMP280
Huella	$3,6 \times 3,8 \text{ mm}$	$2,0 \times 2,5 \text{ mm}$
Mínimo $V_{DD}$	1,80 V	1,71 V
Mínimo $V_{DDIO}$	1,62 V	1,20 V
Consumo de corriente @3 Pa RMS ruido	12 $\mu\text{A}$	2,7 $\mu\text{A}$
Ruido RMS	3 Pa	1.3. PA
Resolución de presión	1 Pa	0,16 pa
Resolución de temperatura	0.1°C	0.01°C
Interfaces	I <sup>2</sup> C	I <sup>2</sup> C y SPI (3 y 4 hilos, modo '00' y '11')
Modos de medición	Sólo P o T, forzado	P&T, forzado o periódico
Tasa de medición	hasta 120 Hz	hasta 157 Hz
Opciones de filtro	Ninguno	Cinco anchos de





## Índice de contenidos

<b>1. ESPECIFICACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2. CALIFICACIONES MÁXIMAS .....</b>	<b>ABSOLUTAS 9</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL.....</b>	<b>10</b>
3.1 B .....	DIAGRAMA DE BLOQUEO ..... 11
3.2 GESTIÓN .....	DEL PRODUCTO 11
3.3 M FLUJO .....	DE ASEGURAMIENTO 11
3.3.1 P MEDICIÓN DEL .....	RESSURE 12
3.3.2 T .....	MEDIDA DE EMPERATURA 13
3.3.3 FILTRO IIR .....	13
3.4 F .....	ILTER SELECCIÓN..... 14
3.5 N.....	OISE 15
3.6 MODOS .....	DE PAGO 15
3.6.1 S .....	MODO LEEP 16 .....
3.6.2 F .....	MODO ORCED 16 .....
3.6.3 N.....	MODO ORMAL 16 .....
3.6.4 DIAGRAMA DE TRANSICIÓN.....	M ODE 17
3.7 C.....	CONSUMO URRENT 18 .....
3.8 M PLAZOS.....	DEPREPARACIÓN 18
3.8.1 M TIEMPO DE PREPARACIÓN.....	18
3.8.2 TASA .....	DE GARANTÍA M EN MODO NORMAL ..... 19
3.9 LECTURA .....	DATA 19
3.10 D .....	ATA REGI STER..... SHADOWING 20

 <b>BOSCH</b>	Hoja de datos BMP280 Digital Presión Sensor	Página 2
3.11 O .....	COMPENSACIÓN UTPUT	
20.....		
3.11.1 C .....	REQUISITOS GENERALES	
.....	20	
3.11.2 .....	LECTURA DEL PARÁMETRO DE	
BORDE .....	T 21	
3.11.3 C .....	FÓRMULA DE	
.....	COMPOSICIÓN 21	
3.12 C .....	PRESIÓN Y	
TEMPERATURA .....	DE ALCULACIÓN 22	
<b>4. MAPA.....</b>	<b>DE MEMORIA</b>	
<b>GLOBAL Y DESCRIPCIÓN .....</b>	<b>DEL REGISTRO 24</b>	
4.1 OBSERVACIONES .....	GENERALES 24	
4.2 M .....	EMORY	
MAPA.....	24	
4.3 DESCRIPCIÓN DE R .....	EGISTER 24	
4.3.1 R EGISTER .....	0 x	
D0 .....	"ID"	
.....	24	
4.3.2 R .....	EGISTER 0	
X.....	E0 "	
RESET" .....	24	
4.3.3 R .....	EGISTER 0	
X.....	F3 "	
STATUS" .....	25	
4.3.4 R EGISTER .....	0 x	
F4.....	"	
CTRL.....		
MEAS" .....	25	
4.3.5 R EGISTER .....	0 x	
F5.....		
"CONFIG" .....	26	
4.3.6 R .....	EGISTER 0	
x .....	F7... 0 x	
F9.....	"	
PRESS" .....	(	
<b>_MSB, _LSB,</b> .....		
.....	XL SB	
).....	26	
4.3.7 R .....	EGISTER 0	
X.....	FA... 0 x	
FC .....		

 <b>BOSCH</b>	Hoja de datos BMP280 Digital Presión Sensor	Página 2
--	--	----------


"TEMP .....	" (
_MSB, _LSB, .....	—
27 .....	XL SB)

<b>5. INTERFACES DIGITALES.....</b>	<b>28</b>
5.1 I.....SELECCIÓN DE INTERFACES	
28 .....	
5.2 I <sup>2</sup> C..... I	
INTERFACE .....	28
5.2.1 I <sup>2</sup> C .....	ESCRIBIR 29
5.2.2 I <sup>2</sup> C .....	LEER 29
5.3 INTERFAZ .....	<b>SPI 30</b>
5.3.1 SPI ESCRITURA .....	31
5.3.2 SPI LEER .....	31
5.4 I ESPECIFICACIÓN DEL .....	PARÁMETRO
INTERFACE .....	32
5.4.1 G.....	PARÁMETROS DE INTERFAZ ENERAL
.....	32
5.4.2 I <sup>2</sup> C .....	HORARIOS 32
5.4.3 TIEMPOS .....	<b>SPI 33</b>
<b>6. PIN-OUT Y DIAGRAMA.....</b>	<b>DE CONEXIÓN 35</b>
6.1 P.....	ENTRADA-SALIDA
.....	35
6.2 C DIAGRAMA DE CONEXIÓN.....	4-WIRE
SPI .....	36
6.3 C .....	DIAGRAMA DE CONEXIÓN 3-
WIRE .....	
SPI .....	37
6.4 C DIAGRAMA DE CONEXIÓN.....	I 2
C .....	38
<b>7. PAQUETE,.....</b>	<b>CARRETE Y</b>
<b>ENTORNO .....</b>	<b>39</b>
7.1 O.....	UTLINE
DIMENSIONES .....	39
7.2 RECOMENDACIÓN .....	
40 .....	SOBRE EL MODELO DE
ANDING .....	
7.3 M .....	ARKING 41

7.3.1	DISPOSITIVOS DE PRODUCCIÓN.....	MÁS S
41	.....	
7.3.2	E.....	ENGINEERING
	MUESTRAS.....	41
7.4	S DIRECTRICES.....	PARA EL ENVEJECIMIENTO 42
7.5	ESPECIFICACIÓN T.....	APE Y
	CARRETE.....	
43	.....	
7.5.1	D.....	IMENSIONES 43
7.5.2	O.....	RIENTACIÓN
	DENTRO DEL.....	CARRETE 43
7.6	M.....	RECOMENDACIONES DE LA OFICINA Y
	DE LA ASAMBLEA.....	
44	.....	
7.7	E.....	SEGURIDAD AMBIENTAL
44	.....	
7.7.1	R.....	o SA
44	.....	
7.7.2	H.....	CONTENIDO DE ALOGENADOS
44	.....	
7.7.3	I.....	ESTRUCTURA INTERNA
	DEL.....	PAQUETE 44
8.	APÉNDICE.....	1:
	FÓRMULAS DE CÁLCULO.....	PARA
	SISTEMAS DE.....	32
	BITS.....	44
8.1	C.....	FÓRMULA DE COMPOSICIÓN
	EN.....	PUNTO
	FLOTANTE 44.....	
8.2	C.....	FÓRMULA DE COMPOSICIÓN EN
	EL.....	PUNTO FIJO 45 DE
	32.....	BITS
9.	AVISO LEGAL.....	47
9.1	E.....	ENGINEERING
	MUESTRAS.....	47
9.2	P.....	USO
	DEL PRODUCTO.....	47
9.3	A EJEMPLOS Y.....	SUGERENCIAS DE
	PLICACIÓN.....	47



 <b>BOSCH</b>	Hoja de datos BMP280 Digital Presión Sensor	Página 2
--	--	----------

10. HISTORIAL..... DEL DOCUMENTO 48.....	Y MODIFICACIÓN
---	----------------

## 1. Especificación


Si no se indica lo contrario,

- Todos los valores son válidos en todo el rango de voltaje
- Todos los valores mínimos/máximos se dan para el rango de temperatura de precisión completa
- Los valores mínimos/máximos de derivas, compensaciones y coeficientes de temperatura son valores  $\pm 3\%$  a lo largo de la vida útil
- Los valores típicos de las corrientes y los tiempos de la máquina de estado se determinan a 25 °C
- Los valores mínimos/máximos de las corrientes se determinan utilizando lotes de esquina en todo el rango de temperatura
- Los valores mínimos/máximos de los tiempos de la máquina de estado se determinan utilizando lotes de esquina de más de 0...+65 °C de rango de temperatura

Las tablas de especificaciones se dividen en la parte de presión y temperatura de BMP280

Tabla 2: Especificación de parámetros

Parámetro	Símbolo	Condición	Min	Tipo	Máximo	Unidades
Rango de temperatura de funcionamiento	$T_A$	operacional	-40	25	+85	°C
		Precisión total	0		+65	
Rango de presión de funcionamiento	P	Precisión total	300		1100	hPa
Tensión de alimentación del sensor	$E_{DD}$	ondulación máx. 50mVpp	1.71	1.8	3.6	En
Tensión de alimentación de la interfaz	$E_{DDIO}$		1.2	1.8	3.6	En
Corriente de alimentación	$I_{DD,LP}$	Modo forzado de 1 Hz, presión y temperatura, potencia más baja		2.8	4.2	$\mu A$
Corriente máxima	$I_{Pico}$	durante la medición de presión		720	1120	$\mu A$
Medición de corriente a temperatura	$I_{DDT}$			325		$\mu A$
Corriente de reposo <sup>1</sup>	$I_{DDSL}$	25 °C		0.1	0.3	$\mu A$
Corriente de espera (período inactivo del modo normal) <sup>2</sup>	$I_{DDSB}$	25 °C		0.2	0.5	$\mu A$
Presión de precisión relativa $V_{DD} = 3,3 V$	$U_{rel}$	700 ... 900hPa 25 ... 40 °C		$\pm 0,12$ Español		hPa
				$\pm 1.0$		m

 <b>BOSCH</b>	Hoja de datos BMP280 Digital Presión Sensor	Página 2
--	--	----------

- <sup>1</sup> Valor típico en VDD = VDDIO = 1,8 V, valor máximo en VDD = VDDIO = 3,6 V.
- <sup>2</sup> Valor típico en VDD = VDDIO = 1,8 V, valor máximo en VDD = VDDIO = 3,6 V.

Coeficiente de temperatura de compensación	TCO	900hPa 25 . . . 40 °C		±1.5 Español		Pa/K
				12.6		cm/K
Presión de precisión absoluta	$A_{ext}^P$	300 . . . 1100 hPa -20 . . . 0 °C		±1.7 Español		hPa
	$A_{lleno}^P$	300 . . . 1100 hPa 0 . . . 65 °C		±1.0		hPa
Resolución de Datos de salida en modo de ultra alta resolución	$R^P$	Presión		0.0016		hPa
	$R^T$	Temperatura		0.01		°C
Ruido en presión	$V_{p,completo}$	Ancho de banda completo, resolución ultra alta Véase el capítulo 3.5.		1.3		Papá
				11		Cm
	$V_{p,filtrado}$	Ancho de banda más bajo, resolución ultra alta Consulte el capítulo 3.5.		0.2		Papá
				1.7		Cm
Temperatura de precisión absoluta <sup>3</sup>	$A^T$	@ 25 °C		±0,5		°C
		0 . . . +65 °C		±1.0		°C
PSRR (DC)	PSRR	rango completo $V_{DD}$			±0,005	Pa/mV
Estabilidad a largo plazo <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> $P_{puñalada}$	12 meses		±1.0		hPa
Derivas de soldadura		Altura mínima de soldadura 50 µm	-0.5		+2	hPa
Tiempo de puesta en marcha	$t_{inicio}$	Tiempo hasta la primera comunicación después de $V_{DD} > 1.58V$ y $V_{DDIO} > 0.65V$			2	Sra.
Posible frecuencia de muestreo	Muestra $F$	$osrs\_f = osrs\_p = 1$ ; Véase el capítulo 3.8.	157	182	TBD <sup>5</sup>	Hz
Precisión del tiempo de espera	<input type="checkbox"/> $t_{enespera}$			±5	±25	%



<sup>3</sup> Temperatura medida por el sensor de temperatura interno. Este valor de **temperatura** depende **de la temperatura de la PCB, el autocalentamiento del elemento sensor y la temperatura ambiente**, y generalmente está por encima de la temperatura ambiente.

<sup>4</sup> La estabilidad a largo plazo se especifica en la presión **de** funcionamiento de precisión total 0... 65°C

<sup>5</sup> Depende del **caso de** aplicación, comuníquese con el ingeniero de aplicaciones para más preguntas



## 2. Valoraciones máximas absolutas

Las calificaciones máximas absolutas se proporcionan en la Tabla 3.

Tabla 3: Calificaciones máximas absolutas

Parámetro	Condición	Min	Máximo	Unidad
Voltaje en cualquier pasador de alimentación	V <sub>DD</sub> y V <sub>DDIO</sub> Pin	-0.3	4.25	En
Voltaje en cualquier pin de interfaz		-0.3	En <sub>DDIO</sub> + 0.3	En
Temperatura de almacenamiento	≤ 65% rel. H.	-45	+85	°C
Presión		0	20 000	hPa
ESD	HBM, en cualquier Pin		±2	Kv
	MDL		±500	En
	Modelo de máquina		±200	En

### 3. Descripción funcional

El BMP280 consta de un elemento sensor de presión piezorresistivo y un ASIC de señal mixta. El ASIC realiza conversiones A/D y proporciona los resultados de conversión y los datos de compensación específicos del sensor a través de una interfaz digital.

BMP280 proporciona la máxima flexibilidad al diseñador y se puede adaptar a los requisitos de precisión, tiempo de medición y consumo de energía seleccionando entre un gran número de combinaciones posibles de los ajustes del sensor.

La BMP280 puede funcionar en tres modos de potencia (véase el capítulo 3.6):

- Modo de suspensión
- Modo normal
- Modo forzado

En el modo de suspensión, no se realizan mediciones. El modo normal comprende un ciclo perpetuo automatizado entre un período de medición activo y un período de espera inactivo. En el modo forzado, se realiza una sola medición. Cuando finaliza la medición, el sensor vuelve al modo de suspensión.

Un conjunto de ajustes de sobremuestreo está disponible desde ultra baja potencia hasta ultra alta resolución para adaptar el sensor a la aplicación objetivo. Los ajustes son combinaciones predefinidas de sobremuestreo de medición de presión y sobremuestreo de medición de temperatura. El sobremuestreo de la medición de presión y temperatura puede seleccionarse independientemente de 0 a 16 veces el sobremuestreo (véanse los capítulos 3.3.1 y 3.3.2):

- Medición de temperatura
- Ultra bajo consumo
- Baja potencia
- Resolución estándar
- Alta resolución
- Ultra alta resolución

BMP280 está equipado con un filtro IIR incorporado para minimizar las perturbaciones a corto plazo en los datos de salida causadas por el portazo de una puerta o ventana. El coeficiente del filtro varía de 0 (apagado) a 16.

Con el fin de simplificar el uso del dispositivo y reducir el gran número de combinaciones posibles de modos de potencia, tasas de sobremuestreo y configuración de filtros, Bosch Sensortec proporciona un conjunto probado de recomendaciones para casos de uso comunes en teléfonos inteligentes, tecnologías meteorológicas móviles o juguetes voladores (véase el capítulo 3.4):

- Dispositivo portátil de bajo consumo (por ejemplo, teléfonos inteligentes con Android)
- Dispositivo portátil dinámico (por ejemplo, teléfonos inteligentes con Android)
- Monitoreo del clima (configuración con el menor consumo de energía)
- Detección de cambio de ascensor / piso
- Detección de caídas
- Navegación en interiores

### 3.1 Diagrama de bloques

La figura 1 muestra un diagrama de bloques simplificado del BMP280:

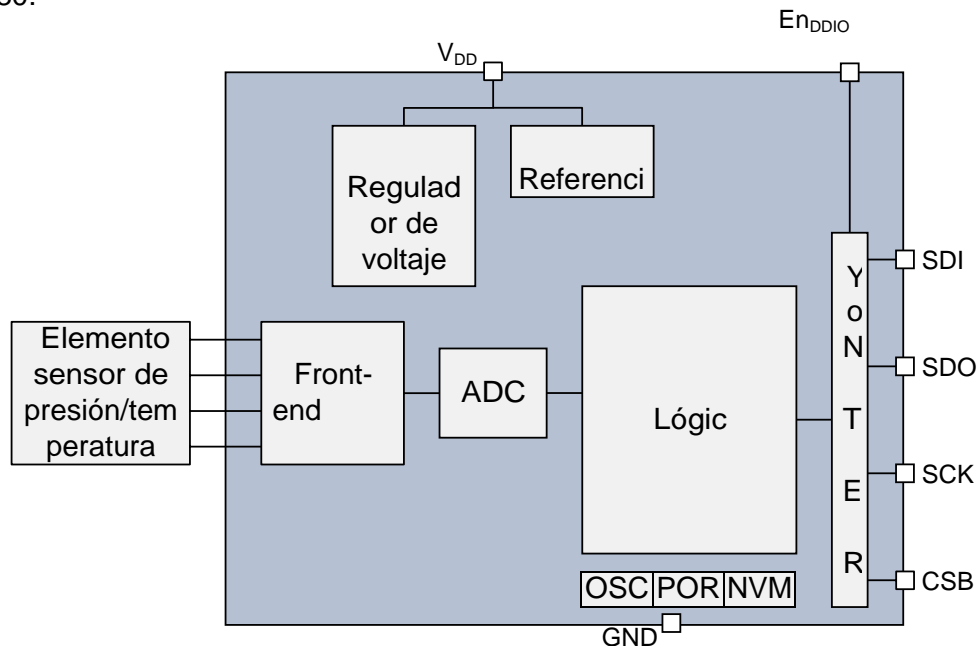


Figura 1: Diagrama de bloques de BMP280

### 3.2 Administración de energía

La BMP280 tiene dos pines de fuente de alimentación separados

- $V_{DD}$  es la fuente de alimentación principal para todos los bloques funcionales analógicos y digitales internos
- $V_{DDIO}$  es un pin de fuente de alimentación separado, utilizado para el suministro de la interfaz digital

Se construye un generador de restablecimiento de encendido que restablece los circuitos lógicos y los valores de registro después de la secuencia de encendido. No hay limitaciones en la pendiente y la secuencia de elevación de los niveles  $V_{DD}$  y  $V_{DDIO}$ . Después de encenderlo, el sensor se instala en modo de suspensión (véase 3.6.1).

**Advertencia.** Mantener cualquier pin de interfaz (SDI, SDO, SCK o CSB) a un nivel lógico alto cuando  $V_{DDIO}$  está apagado puede dañar permanentemente el dispositivo debido a un flujo de corriente excesivo a través de los diodos de protección ESD.

Si se suministra  $V_{DDIO}$ , pero  $V_{DD}$  no, los pines de interfaz se mantienen a un nivel Z alto. Por lo tanto, el bus ya se puede utilizar libremente antes de que se establezca el suministro BMP280  $V_{DD}$ .

### 3.3 Caudal de medición

El período de medición BMP280 consiste en una medición de temperatura y presión con sobreamplificación seleccionable. Después del período de medición, los datos pasan a través de un filtro IIR opcional, que elimina las fluctuaciones de presión a corto plazo (por ejemplo, causadas por un portazo en una puerta). El flujo se representa en el siguiente diagrama.



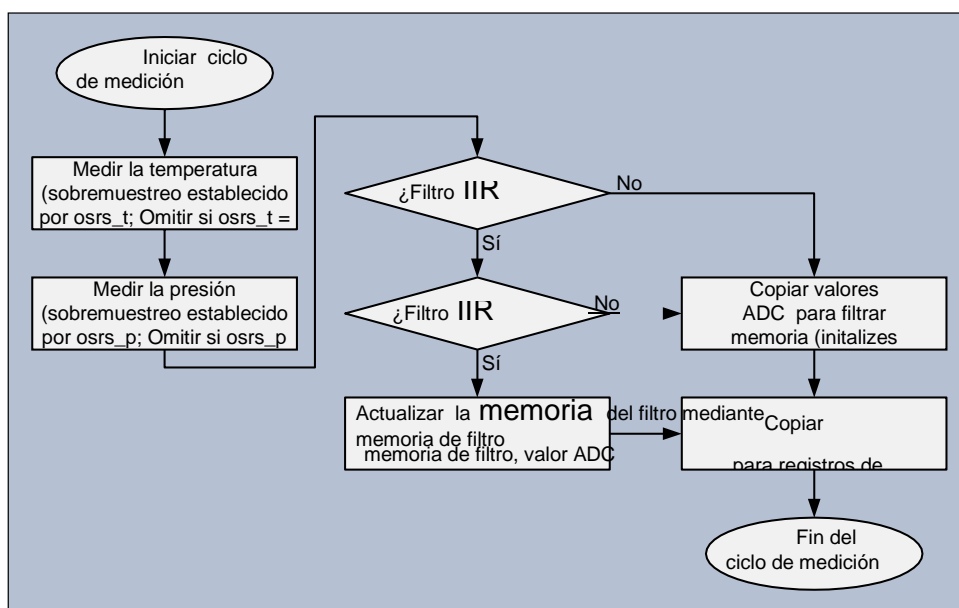


Figura 2: Ciclo de medición BMP280

Los bloques individuales del diagrama anterior se detallarán en los siguientes subcapítulos.

### 3.3.1 Medición de presión

La medición de presión se puede activar u omitir. Omitir la medición podría ser útil si se utiliza BMP280 como sensor de temperatura. Cuando está habilitada, existen varias opciones de sobremuestreo. Cada paso de sobremuestreo reduce el ruido y aumenta la resolución de salida en un bit, que se almacena en el registro de datos XLSB 0xF9. La habilitación/desactivación de los ajustes de medición y sobremuestreo se selecciona a través de los bits `osrs_p[2:0]` en el registro de control 0xF4.

Tabla 4: Configuración `osrs_p`

Configuración de sobremuestreo	Sobremuestreo de presión	Resolución de presión típica	Sobremuestreo de temperatura recomendado
Medición de presión omitida	Saltamos (salida establecida en 0x80000)	—	Según sea necesario
Ultra bajo consumo	x1	16 bits / 2,62 Pa	x1
Baja potencia	x2	17 bits / 1,31 Pa	x1
Resolución estándar	x4	18 bit / 0,66 Pa	x1
Alta resolución	x8	19 bit / 0,33 Pa	x1
Ultra alta resolución	x16	20 bits / 0,16 Pa	x2

Para encontrar un entorno adecuado para `osrs_p`, consulte el capítulo 3.4.



### 3.3.2 Medición de temperatura

La medición de temperatura se puede activar u omitir. Omitir la medición podría ser útil para medir la presión extremadamente rápido. Cuando está habilitada, existen varias opciones de sobremuestreo. Cada paso de sobremuestreo reduce el ruido y aumenta la resolución de salida en un bit, que se almacena en el registro de datos XLSB 0xFC. La habilitación/desactivación de la medición de temperatura y el ajuste de sobremuestreo se seleccionan a través de los bits *osrs\_t*[2:0] en el registro de control 0xF4.

Tabla 5: Configuración *osrs\_t*

<i>osrs_t</i> [2:0]	Sobremuestreo de temperatura	Resolución de temperatura típica
000	Omitido (salida establecida en 0x80000)	—
001	x1	16 bit / 0,0050 °C
010	x2	17 bit / 0,0025 °C
011	x4	18 bit / 0,0012 °C
100	x8	19 bit / 0,0006 °C
101, 110, 111	x16	20 bit / 0,0003 °C

Se recomienda basar el valor de *osrs\_t* en el valor seleccionado de *osrs\_p* según la Tabla 4. El sobremuestreo de temperatura por encima de x2 es posible, pero no mejorará significativamente la precisión de la salida de presión. La razón de esto es que el ruido del valor de presión compensada depende más de la presión bruta que del ruido de temperatura bruta. Seguir la configuración recomendada dará como resultado una relación ruido-potencia óptima.

### 3.3.3 Filtro IIR

La presión ambiental está sujeta a muchos cambios a corto plazo, causados, por ejemplo, por el portazo de una puerta o ventana, o el viento que sopla en el sensor. Para suprimir estas perturbaciones en los datos de salida sin causar tráfico de interfaz adicional y carga de trabajo del procesador, el BMP280 cuenta con un filtro IIR interno. Reduce efectivamente el ancho de banda de las señales de salida<sup>6</sup>. El resultado de un siguiente paso de medición se filtra mediante la siguiente fórmula:

$$\text{datos\_filtrados} = \frac{\text{datos\_filtrados\_antiguos} \cdot (\text{filtro\_coeficientes} - 1) + \text{datos\_ADC}}{\text{filtro\_coeficiente}}$$

donde *data\_filtered\_old* son los datos procedentes de la adquisición anterior y *data\_ADC* son los datos procedentes del ADC antes del filtrado IIR.

El filtro IIR se puede configurar utilizando los bits *filter*[2:0] en el registro de control 0xF5 con las siguientes opciones:

<sup>6</sup> Dado que la mayoría de los sensores de presión no muestrean continuamente, el filtrado puede sufrir señales con una frecuencia superior a la de muestreo. Bosch Sensortec  
BST-BMP280-DS001-11 | Revisión 1.14 | Mayo  
© Bosch Sensortec Ltd reserbas todos los derechos aun en el evento de industrial propiedad derechos. Nosotros reserba todos los derechos de disposición tal como copiar y pasajero en Para Tercero Partes. BOSCH y el símbolo son registrado Marcas de Robert Bosch Ltd Alemania.  
Nota: Especificaciones dentro éste documento son Asunto Para cambio sin notar. No Destinado a para publicación.


 <b>BOSCH</b>	<b>Hoja de datos</b> <b>BMP280 Digital Pressure Sensor</b>	<b>Página 2</b>
--	---	-----------------

Tabla 6: configuración del *filtro*

Coeficiente de filtro	Muestras para alcanzar el $\geq 75\%$ de la respuesta escalonada
Filtrar desactivado	1
2	2
4	5
8	11
16	22

Para encontrar una configuración adecuada para el *filtro*, consulte el capítulo 3.4.

Al escribir en el filtro de registro, el filtro se restablece. El siguiente valor pasará a través del filtro y será el valor de memoria inicial para el filtro. Si se omite la medición de temperatura o presión, la memoria del filtro correspondiente se mantendrá sin cambios aunque los registros de salida estén configurados en 0x80000. Cuando se vuelva a habilitar la medición omitida anteriormente, la salida se filtrará utilizando la memoria de filtro de la última vez que no se omitió la medición.

### 3.4 Selección de filtros

Para seleccionar la configuración óptima, se sugieren los siguientes casos de

uso: Mesa 7: Recomendado filtro Basado en la

Caso de uso	Sentido	Configuración de sobre-muestreo	osrs_p	osrs_t	IIR Filtro Coeff. (véase 3.3.3)	I <sub>DD</sub> [μA] (véase 3.7)	ODR [Hz] (véase 3.8.2)	RMSE Ruido [cm] (véase 3.5)
Dispositivo portátil de bajo consumo (por ejemplo, Android)	Normal	Ultra alta resolución	x16	x2	4	247	10.0	4.0
Dispositivo de mano dinámico (por ejemplo, Android)	Normal	Resolución estándar	x4	x1	16	577	83.3	2.4
Monitoreo del clima (potencia más baja)	Forzado	Ultra bajo consumo	x1	x1	Apagado	0.14	1/60	26.0
Detección de cambio de	Normal	Resolución	x4	x1	4	50.9	7.3	6.4

### 3.5 Ruido

El ruido depende de la configuración de sobremuestreo y filtro seleccionada. Los valores indicados se determinaron en un entorno de presión controlada y se basan en la desviación estándar promedio de 32 puntos de medición consecutivos tomados a la velocidad de muestreo más alta. Esto es necesario para excluir las derivas a largo plazo de la medición del ruido.

Tabla 8: Ruido en la presión

Ruido RMS típico en presión [Pa]					
Configuración de sobremuestreo	Coeficiente IIR filtro				
	apagado	2	4	8	16
Ultra bajo consumo	3.3	1.9	1.2	0.9	0.4
Baja potencia	2.6	1.5	1.0	0.6	0.4
Resolución estándar	2.1	1.2	0.8	0.5	0.3
Alta resolución	1.6	1.0	0.6	0.4	0.2
Ultra alta resolución	1.3	0.8	0.5	0.4	0.2

Tabla 9: Ruido en temperatura

Ruido RMS típico en temperatura [°C]	
Sobremuestreo de temperatura	IIR filter off
sobremuestreo x1	0.005
sobremuestreo x2	0.004
sobremuestreo x4	0.003
sobremuestreo x8	0.003
sobremuestreo x16	0.002

### 3.6 Modos de potencia

La BMP280 ofrece tres modos de potencia: modo de suspensión, modo forzado y modo normal. Estos se pueden seleccionar utilizando los bits `modo[1:0]` en el registro de control `0xF4`.

Tabla 10: configuración del modo

<code>modo[1:0]</code>	Modo
00	Modo de suspensión
01 y 10	Modo forzado
11	Modo normal

### 3.6.1 Modo de suspensión

El modo de suspensión se establece de forma predeterminada después de reiniciar el encendido. En el modo de suspensión, no se realizan mediciones y el consumo de energía ( $I_{DDSM}$ ) es mínimo. Todos los registros son accesibles; Se pueden leer los coeficientes de identificación de chip y compensación.

### 3.6.2 Modo forzado

En el modo forzado, se realiza una sola medición de acuerdo con las opciones de medición y filtro seleccionadas. Cuando finaliza la medición, el dispositivo vuelve al modo de suspensión y los resultados de la medición se pueden obtener de los registros de datos. Para una siguiente medición, el modo forzado debe seleccionarse nuevamente. Esto es similar a la operación BMP180. El modo forzado se recomienda para aplicaciones que requieren una frecuencia de muestreo inferior o sincronización basada en host.

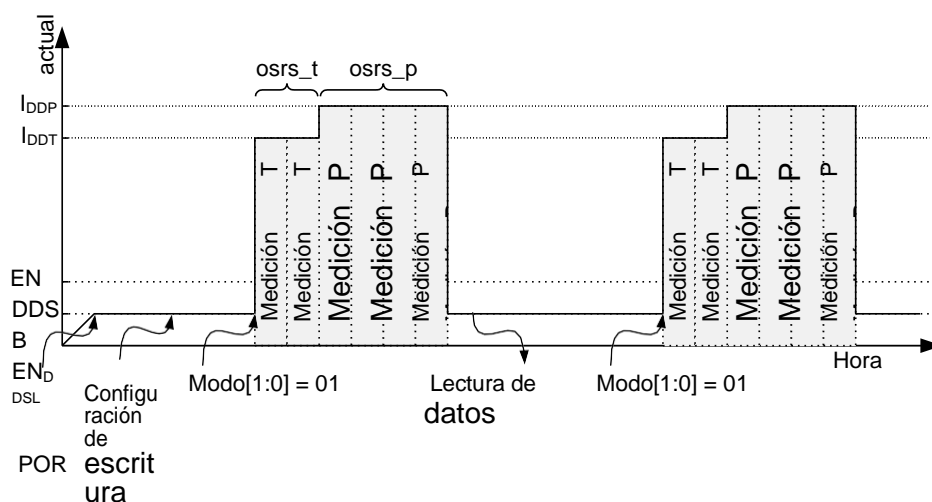
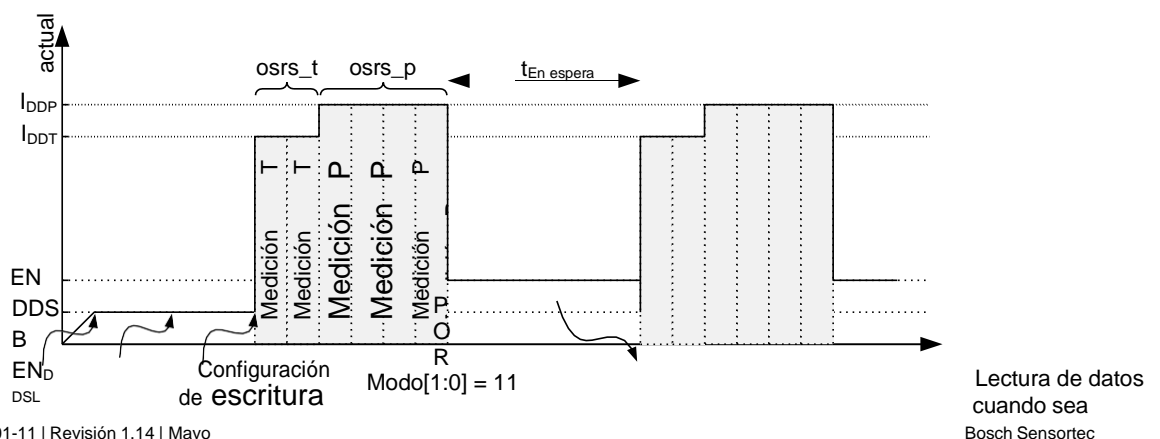


Figura 3: Diagrama de temporización del modo forzado

### 3.6.3 Modo normal

El modo normal alterna continuamente entre un período de medición (activo) y un período de espera (inactivo), cuyo tiempo está definido por  $t_{standby}$ . La corriente en el período de espera ( $I_{DDSB}$ ) es ligeramente mayor que en el modo de suspensión. Después de configurar el modo, la medición y las opciones de filtro, los últimos resultados de medición se pueden obtener de los registros de datos sin necesidad de más accesos de escritura. Se recomienda el modo normal cuando se utiliza el filtro IIR, y es útil para aplicaciones en las que se deben filtrar perturbaciones a corto plazo (por ejemplo, al blo en el sensor).



H  
o  
r  
a

Figura 4: Diagrama de temporización del modo normal



El tiempo de espera está determinado por el contenido de los bits  $t\_sb[2:0]$  en el registro de control 0xF5 de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 11: Configuración  $t\_sb$ 

$t\_sb[1:0]$	$t_{\text{en espera}}$ [ms]
000	0.5
001	62.5
010	125
011	250
100	500
101	1000
110	2000
111	4000

### 3.6.4 Diagrama de transición de modo

Las transiciones de modo admitidas se muestran a continuación. Si el dispositivo está realizando actualmente una medición, la ejecución de los comandos de conmutación de modo se retrasa hasta el final del período de medición en ejecución. Otros comandos de cambio de modo se ignoran hasta que se ejecuta el último comando de cambio de modo. Las transiciones de modo distintas de las que se muestran a continuación se prueban para determinar su estabilidad, pero no representan el uso recomendado del dispositivo.

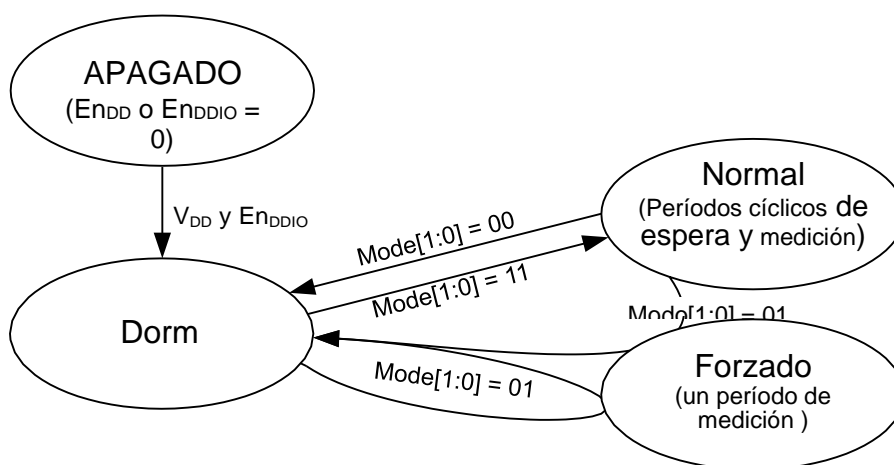


Figura 5: Modo transición diagrama



### 3.7 Consumo de corriente

El consumo de corriente depende de la configuración de ODR y sobremuestreo. Los valores que se indican a continuación se normalizan a un ODR de 1 Hz. El consumo real en un ODR dado puede calcularse multiplicando el consumo de la Tabla 12 por el ODR utilizado. El ODR real se define por la frecuencia con la que el usuario establece las mediciones forzadas o por el sobremuestreo y los ajustes de  $t_{\text{espera}}$  en modo normal en la Tabla 14.

Cuadro 12: Consumo de corriente

Configuración de sobremuestreo	Sobremuestreo de presión	Sobremuestreo de temperatura	I <sub>DD</sub> [μA] @ 1 Hz modo forzado	
			Tipo	Máximo
Ultra bajo consumo	x1	x1	2.74	4.16
Baja potencia	x2	x1	4.17	6.27
Resolución estándar	x4	x1	7.02	10.50
Alta resolución	x8	x1	12.7	18.95
Ultra alta resolución	x16	x2	24.8	36.85

### 3.8 Tiempos de medición

La velocidad a la que se pueden realizar las mediciones en modo forzado depende de los ajustes de sobremuestreo  $osrs\_t$  y  $osrs\_p$ . La velocidad a la que se realizan en modo normal depende de los ajustes de ajuste de sobremuestreo  $osrs\_t$  y  $osrs\_p$  y del tiempo de espera  $t_{\text{standby}}$ . En la siguiente tabla, los ODR resultantes se dan solo para las combinaciones de  $osrs$  sugeridas.

#### 3.8.1 Medición time

En la tabla siguiente se explica el tiempo de medición típico y máximo en función de la configuración de sobremuestreo seleccionada. La frecuencia mínima alcanzable está determinada por el tiempo máximo de medición.

Tabla 13: tiempo de medición

Configuración de sobremuestreo	Sobremuestreo de presión	Sobremuestreo de temperatura	Tiempo de medición [ms]		Velocidad de medición [Hz]	
			Tipo	Máximo	Tipo	Min
Ultra bajo consumo	x1	x1	5.5	6.4	181.8	155.6
Baja potencia	x2	x1	7.5	8.7	133.3	114.6
Resolución estándar	x4	x1	11.5	13.3	87.0	75.0
Alta resolución	x8	x1	19.5	22.5	51.3	44.4
Ultra alta resolución	x16	x2	37.5	43.2	26.7	23.1

### 3.8.2 Velocidad de medición en modo normal

En la tabla siguiente se explican las tasas de medición que se pueden esperar en modo normal en función de la configuración de sobremuestreo y el  $t_{\text{modo de espera}}$ .


Tabla 14: velocidad de datos de salida típica (ODR) en modo normal [Hz]

Configuración de sobremuestreo	$t_{\text{en espera}}$ [ms]							
	0.5	62.5	125	250	500	1000	2000	4000
Ultra bajo consumo	166.67	14.71	7.66	3.91	1.98	0.99	0.50	0.25
Baja potencia	125.00	14.29	7.55	3.88	1.97	0.99	0.50	0.25
Resolución estándar	83.33	13.51	7.33	3.82	1.96	0.99	0.50	0.25
Alta resolución	50.00	12.20	6.92	3.71	1.92	0.98	0.50	0.25
Ultra alta resolución	26.32	10.00	6.15	3.48	1.86	0.96	0.49	0.25

Tabla 15: Temporización del sensor según la configuración recomendada (según los casos de uso)

Caso de uso	Modo	Configuración de sobremuestreo	osrs_p	osrs_t	IIR filtro coeff. (véase 3.3.3)	Cronometraje	ODR [Hz] (véase 3.8.2)	BW [Hz] (véase 3.3.3)
Dispositivo portátil de baja potencia (por ejemplo, Android)	Normal	Ultra alta resolución	x16	x2	4	$t_{\text{en espera}} = 62,5 \text{ ms}$	10.0	0.92
Dispositivo portátil dinámico (p. ej. Android)	Normal	Resolución estándar	x4	x1	16	$t_{\text{en espera}} = 0,5 \text{ ms}$	83.3	1.75
Monitoreo del clima (potencia más baja)	Forzado	Ultra bajo consumo	x1	x1	Apagado	1/min	1/60	lleno
Ascensor / cambio de piso detección	Normal	Resolución estándar	x4	x1	4	$t_{\text{en espera}} = 125 \text{ ms}$	7.3	0.67
Detección de caídas	Normal	Baja potencia	x2	x1	Apagado	$t_{\text{en espera}} = 0,5 \text{ ms}$	125	lleno
Navegación en interiores	Normal	Ultra alta resolución	x16	x2	16	$t_{\text{en espera}} = 0,5 \text{ ms}$	26.3	0.55

### 3.9 Lectura de datos

 <b>BOSCH</b>	Hoja de datos BMP280 Digital Presión Sensor	Página 2
--	--	----------

Para leer los datos después de una conversión, se recomienda encarecidamente utilizar una lectura en ráfaga y no abordar cada registro individualmente. Esto evitará una posible confusión de bytes pertenecientes a diferentes mediciones y reducirá el tráfico de la interfaz. La lectura de datos se realiza iniciando una lectura en ráfaga de 0xF7 a 0xFC. Los datos se leen en un formato de 20 bits sin signo tanto para la presión como para la temperatura. Se recomienda encarecidamente utilizar la API BMP280, disponible en Bosch Sensortec, para la lectura y compensación. Para obtener información sobre el mapa de memoria y las interfaces, consúltense los capítulos 3.12 y 5, respectivamente.

El calendario de lectura de los datos en modo forzado debe hacerse de manera que se respeten los tiempos máximos de medición (véase el capítulo 3.8.1). En el modo normal, la lectura se puede realizar a una velocidad similar a la velocidad de salida de datos esperada (véase el capítulo 3.8.2). Después de leer los valores de 'ut' y 'up', la presión y la temperatura reales deben calcularse utilizando los parámetros de compensación almacenados en el dispositivo. El procedimiento se detalla en el capítulo 3.11.

### 3.10 Data register shadowing

En modo normal, el tiempo de medición no está necesariamente sincronizado con la lectura. Esto significa que los nuevos resultados de medición pueden estar disponibles mientras el usuario lee los resultados de la medición anterior. En este caso, el shadowing se realiza para garantizar la coherencia de los datos. El sombreado solo funcionará si todos los registros de datos se leen en una sola lectura de ráfaga. Por lo tanto, el usuario debe utilizar lecturas de ráfaga si no sincroniza la lectura de datos con el ciclo de medición. El uso de varios comandos de lectura independientes puede dar lugar a datos incoherentes.

Si se finaliza una nueva medición y los registros de datos aún se están leyendo, los nuevos resultados de medición se transfieren a registros de datos sombra. El contenido de los registros de sombra se transfiere a los registros de datos tan pronto como el usuario finaliza la lectura de ráfaga, incluso si no se leyeron todos los registros de datos. Por lo tanto, solo se puede garantizar que la lectura en varios registros de datos sea consistente dentro de un ciclo de medición si se utiliza un solo comando de lectura de ráfaga. El final de la lectura de ráfaga está marcado por el borde ascendente del pin CSB en el caso SPI o por el reconocimiento de una condición de parada en el caso I2C. Después del final de la lectura de ráfaga, todos los registros de datos de usuario se actualizan a la vez.

### 3.11 Compensación de salida


La salida BMP280 consta de los valores de salida ADC. Sin embargo, cada elemento de detección se comporta de manera diferente, y la presión y la temperatura reales deben calcularse utilizando un conjunto de parámetros de calibración. El cálculo recomendado en el capítulo 3.11.3 utiliza aritmética de punto fijo. En lenguajes de alto nivel como Matlab™ o LabVIEW™, el código de punto fijo puede no ser bien soportado. En este caso, el código de coma flotante del apéndice 8.1 puede utilizarse como alternativa. Para microcontroladores de 8 bits, el tamaño variable puede ser limitado. En este caso, en el apéndice 8.2 figura un código entero simplificado de 32 bits con precisión reducida.

#### 3.11.1 Requisitos generales

La siguiente tabla muestra el número de ciclos de reloj necesarios para los cálculos de compensación en un microcontrolador Cortex-M3 de 32 bits con nivel de optimización GCC – O2. Este controlador no contiene una unidad de coma flotante, por lo que se emulan todos los cálculos de coma flotante. La coma flotante solo se recomienda para aplicaciones de PC donde hay una FPU.

Cuadro 16: Requisitos computacionales para fórmulas de compensación

Compensación de	Número de ciclos de reloj (ARM Cortex-M3)		
	Entero de 32 bits	Entero de 64 bits	Doble precisión
Temperatura	~46	–	~2400 <sup>7</sup>
Presión	~112 <sup>8</sup>	~1400	~5400 <sup>7</sup>

 <b>BOSCH</b>	Hoja de datos BMP280 Digital Presión Sensor	Página 2
--	--	----------

---

<sup>7</sup> Uso recomendado solo para lenguajes **de** programación de alto nivel **como** Matlab™ o LabVIEW™

<sup>8</sup> Solo se recomienda su uso **para** microcontroladores de 8 bits

### 3.11.2 Recorte de lectura de parámetros

Los parámetros de recorte se programan en la memoria no volátil (NVM) de los dispositivos durante la producción y no pueden ser alterados por el cliente. Cada palabra de compensación es un valor entero con signo o sin signo de 16 bits almacenado en el complemento de dos. Como la memoria está organizada en palabras de 8 bits, siempre se deben combinar dos palabras para representar la palabra de compensación. Los registros de 8 bits se denominan calib00... Calib25 y se almacenan en direcciones de memoria 0x88... 0xA1. Las palabras de compensación correspondientes se denominan dig\_T# para los valores relacionados con la compensación de la potencia y dig\_P# para los valores relacionados con la compensación de presión. El mapeo se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17: Almacenamiento de parámetros de compensación, denominación y tipo de datos

Dirección de registro LSB / MSB	Registrar contenido	Tipo de datos
0x88 / 0x89	dig_T1	corto sin firmar
0x8A / 0x8B	dig_T2	Corto firmado
0x8C / 0x8D	dig_T3	Corto firmado
0x8E / 0x8F	dig_P1	corto sin firmar
0x90 / 0x91	dig_P2	Corto firmado
0x92 / 0x93	dig_P3	Corto firmado
0x94 / 0x95	dig_P4	Corto firmado
0x96 / 0x97	dig_P5	Corto firmado
0x98 / 0x99	dig_P6	Corto firmado
0x9A / 0x9B	dig_P7	Corto firmado
0x9C / 0x9D	dig_P8	Corto firmado
0x9E / 0x9F	dig_P9	Corto firmado
0xA0 / 0xA1	reservado	reservado

### 3.11.3 Fórmula de compensación

Tenga en cuenta que se recomienda encarecidamente utilizar la API disponible en Bosch Sensortec para realizar la lectura y la compensación. Si esto no se desea, el siguiente código se puede aplicar a riesgo del usuario. Se espera que los valores de presión y temperatura se reciban en formato de 20 bits, positivo, almacenado en un entero con signo de 32 bits.

La variable t\_fine (con signo 32 bits) lleva un valor de temperatura de resolución fina a la fórmula de compensación de presión y podría implementarse como una variable global.

El tipo de datos "BMP280\_S32\_t" debe definir un tipo de variable entera con signo de 32 bits y, por lo general, se puede definir como "long signed int".

El tipo de datos "BMP280\_U32\_t" debe definir un tipo de variable entera sin signo de 32 bits y, por lo general, se puede definir como "long unsigned int".

Para obtener la mejor precisión de cálculo posible, se necesita compatibilidad con enteros de 64 bits. Si esto no es posible en su plataforma, consulte el apéndice 8.2 para una alternativa de 32 bits.

El tipo de datos "BMP280\_S64\_t" debe definir un tipo de variable entera con signo de 64 bits, que en la mayoría de las plataformas de soporte se puede definir como "long signed int". La revisión del código es rev.1.1.

Devuelve la temperatura en DegC, la resolución es de 0.01 DegC. El valor de salida de "5123" es igual a 51,23 grados C. t\_fine lleva la temperatura fina como valor global BMP280\_S32\_t

```
t_fine;
BMP280_S32_t bmp280_compensate_T_int32(BMP280_S32_t adc_T)
{
    BMP280_S32_t var1, var2, T;
    var1 = (((adc_T >> 3) - ((BMP280_S32_t)dig_T1 << 1))) * ((BMP280_S32_t)dig_T2) >> 11;
    var2 = (((((adc_T >> 4) - ((BMP280_S32_t)dig_T1)) * ((adc_T >> 4) - ((BMP280_S32_t)dig_T1))) >> 12) *
            ((BMP280_S32_t)dig_T3)) >> 14;
    t_fine = var1 + var2;
    T = (t_fine * 5 + 128) >> 8; devolver T;
}
```

Devuelve la presión en Pa como entero de 32 bits sin signo en formato Q24.8 (24 bits enteros y 8 bits fraccionarios).

El valor de salida de "24674867" representa  $24674867/256 = 96386.2 \text{ Pa} = 963.862 \text{ hPa}$  BMP280\_U32\_t

```
bmp280_compensate_P_int64(BMP280_S32_t adc_P)
{
    BMP280_S64_t var1, var2, p;
    var1 = ((BMP280_S64_t)t_fine) - 128000; var2 = var1
    * var1 * (BMP280_S64_t)dig_P6;
    var2 = var2 + ((var1 * (BMP280_S64_t)dig_P5) << 17); var2 =
    var2 + ((BMP280_S64_t)dig_P4) << 35;
    var1 = ((var1 * var1 * (BMP280_S64_t)dig_P3) >> 8) + ((var1 * (BMP280_S64_t)dig_P2) << 12); var1 =
    (((((BMP280_S64_t)1) << 47) + var1)) * ((BMP280_S64_t)dig_P1) >> 33;
    if (var1 == 0)
    {
        devolver 0; // evitar la excepción causada por la división por cero
    }
    p = 1048576 - adc_P;
    p = (((p << 31) - var2) * 3125) / var1;
    var1 = (((BMP280_S64_t)dig_P9) * (p >> 13) * (p >> 13)) >> 25;
    var2 = (((BMP280_S64_t)dig_P8) * p) >> 19;
    p = ((p + var1 + var2) >> 8) + ((BMP280_S64_t)dig_P7) << 4; retorno
    (BMP280_U32_t)p;
}
```

### 3.12 Cálculo de presión y temperatura

La siguiente figura muestra el algoritmo detallado para la medición de presión y temperatura.

Este algoritmo está disponible para los clientes como código fuente C de referencia ("API BMP28x\_") de Bosch Sensortec y a través de sus socios de ventas y distribución.

**Póngase en contacto con su representante de Bosch Sensortec para obtener más información.**

### Calculation of pressure and temperature for BMP280

Sample trimming values			
Register Address (LSB / MSB)	Name	Value	Type
0x88 / 0x89	dig_T1	27504	unsigned short
0x8A / 0x8B	dig_T2	26435	short
0x8C / 0x8D	dig_T3	-1000	short
0x8E / 0x8F	dig_P1	36477	unsigned short
0x90 / 0x91	dig_P2	-10685	short
0x92 / 0x93	dig_P3	3024	short
0x94 / 0x95	dig_P4	2855	short
0x96 / 0x97	dig_P5	140	short
0x98 / 0x99	dig_P6	-7	short
0x9A / 0x9B	dig_P7	15500	short
0x9C / 0x9D	dig_P8	-14600	short
0x9E / 0x9F	dig_P9	6000	short
0xA0 / 0xA1			

Sample measurement values			
Register Address (MSB / LSB / XLSB)	Name	Value	Type
0xF7 / 0xF8 / 0xF9[7:4]	UT [20 bit]	519888	signed long (*)
0xFA / 0xFB / 0xFC[7:4]	UP [20 bit]	415148	signed long (*)

(\*) Value is always positive, even though the compensation functions expect a signed integer as input  
 (\*) Value is always positive, even though the compensation functions expect a signed integer as input

```

var1 = 128793,1787
var2 = -370,8917052
tline = 128422
T = 25,08
integer result (**): 2508

var1 = 211,1435029
var2 = -9,523652701
var2 = 59110,65716
var2 = 187120057,7
var1 = -4,302618389
var1 = 36472,21037
p = 633428
p = 100717,8456
var1 = 28342,24444
var2 = -44875,50492
p = 100653,27
int32 result (**): 100653
int64 result (**): 25767236

var1 = (((double)adc_T)/16384.0 - ((double)dig_T1)/1024.0) * ((double)dig_T2);
var2 = (((double)adc_T)/131072.0 - ((double)dig_T1)/8192.0) * (((double)adc_T)/131072.0 - ((double)dig_T1)/8192.0) * ((double)dig_T3);
t_line = (BMP280_S32_t){var1 + var2};
T = (var1 + var2) / 5120.0;

var1 = ((double)t_line/2.0) - 64000.0;
var2 = var1 * var1 * ((double)dig_P6) / 32768.0;
var2 = var2 * var1 * ((double)dig_P5) * 2.0;
var2 = (var2/4.0) - (((double)dig_P4) * 65536.0);
var1 = (((double)dig_P3) * var1 * var1 / 524288.0 + ((double)dig_P2) * var1) / 524288.0;
var1 = (1.0 + var1 / 32768.0) * ((double)dig_P1);
p = 1048576.0 - (double)adc_P;
p = (p - (var2 / 4096.0)) * 6250.0 / var1;
var1 = ((double)dig_P9) * p * p / 2147483648.0;
var2 = p * ((double)dig_P8) / 32768.0;
p = p * (var1 + var2 + ((double)dig_P7)) / 16.0;

Temperature [°C]
Temperature [1/100 °C]

Pressure [Pa]
Pressure [Pa]
Pressure [1/256 Pa]

```

(\*\*) The actual result of the integer calculation may deviate slightly from the values shown here due to integer calculation rounding errors



## 4. Mapa de memoria global y descripción del registro

### 4.1 Observaciones generales

Toda la comunicación con el dispositivo se realiza leyendo y escribiendo en los registros. Los registros tienen un ancho de 8 bits. Hay varios registros que están reservados; No deben escribirse y no se garantiza ningún valor específico cuando se leen. Para obtener más información sobre la interfaz, consulte el capítulo 5.

### 4.2 Mapa de memoria

El mapa de memoria figura en el cuadro 18 infra. No se muestran los registros reservados.

Tabla 18: Mapa de memoria

Nombre del registro	Dirección	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	Restablecimiento estado
temp_xlsb	0xFC	temp_xlsb<7:4>				0	0	0	0	0x00
temp_lsb	0xFB	temp_lsb<:0:0>								0x00
temp_msb	0xFA	temp_msb<:0:0>								0x80
press_xlsb	0xF9	press_xlsb<7:4>				0	0	0	0	0x00
press_lsb	0xF8	press_lsb<:0:0>								0x00
press_msb	0xF7	press_msb<:0:0>								0x80
config	0xF5	t_sb[2:0]			filtro[2:0]			spi3w_en[0]		0x00
ctrl_meas	0xF4	osrs_t[2:0]			osrs_p[2:0]			modo[1:0]		0x00
estado	0xF3					Medición[0]		im_update[0]		0x00
restablecimiento	0xE0	reiniciar[7:0]								0x00
identificación	0xD0	chip_id[7:0]								0x58
Calib25... Calib00	0xA1... 0x88	Datos de calibración								individual

Registros:	Reservado Registros	Calibración datos	Control Registros	Datos Registros	Estado Registros	Revisión	Restablecimiento
Tipo:	No escribir	Sólo	leer /	Sólo	Sólo	Sólo	Sólo

### 4.3 Descripción del registro

#### 4.3.1 Regístrese 0xD0 "id"

El registro "id" contiene el número de identificación del chip chip\_id[7:0], que es 0x58. Este número se puede leer tan pronto como el dispositivo finalice el restablecimiento del encendido.

#### 4.3.2 Regístrese 0xE0 "reiniciar"

El registro "reset" contiene la palabra de restablecimiento suave reset[7:0]. Si el valor 0xB6 se escribe en el registro, el dispositivo se restablece mediante el procedimiento completo de restablecimiento durante el encendido. Escribir valores distintos de 0xB6 no tiene ningún efecto. El valor de lectura siempre es 0x00.

#### 4.3.3 Regístrese 0xF3 "status"

El registro de "estado" contiene dos bits que indican el estado del dispositivo.

Cuadro 19: Registro 0xF3 "estado"

Regístrese 0xF3 "estado"	Nombre	Descripción
Bit 3	Medición[0]	Se establece automáticamente en '1' cada vez que se ejecuta una conversión y de nuevo en '0' cuando los resultados se han transferido a los registros de datos.
Bit 0	im_update[0]	Se establece automáticamente en '1' cuando los datos NVM se copian en registros de imagen y de nuevo en '0' cuando se realiza la copia. Los datos se copian al reiniciar y antes de cada conversión.

#### 4.3.4 Register 0xF4 "ctrl\_meas"

El registro "ctrl\_meas" establece las opciones de adquisición de datos del dispositivo.

Cuadro 20: Registro 0xF4 "ctrl\_meas"

Regístrese 0xF4 "ctrl_meas"	Nombre	Descripción
Bits 7, 6, 5	osrs_t[2:0]	Controla el sobremuestreo de los datos de temperatura. Ver capítulo 3.3.2 para más detalles.
Bits 4, 3, 2	osrs_p[2:0]	Controla el sobremuestreo de los datos de presión. Ver capítulo 3.3.1 para más detalles.
Bit 1, 0	modo[1:0]	Controla el modo de energía del dispositivo. Véase el capítulo 3.6. para más detalles.

Tabla 21: configuración de registro osrs\_p

osrs_p[2:0]	Sobremuestreo de presión
000	Omitido (salida establecida en 0x80000)
001	sobremuestreo x1
010	sobremuestreo x2
011	sobremuestreo x4
100	sobremuestreo x8
101, Otros	sobremuestreo x16

Tabla 22: configuración de registro *osrs\_t*

<i>osrs_t</i> [2:0]	Sobremuestreo de temperatura
000	Omitido (salida establecida en 0x80000)
001	sobremuestreo x1
010	sobremuestreo x2
011	sobremuestreo x4
100	sobremuestreo x8
101, 110, 111	sobremuestreo x16

#### 4.3.5 Registrar 0xF5 "config"

El registro "config" establece la velocidad, el filtro y las opciones de interfaz del dispositivo. Las escrituras en el registro "config" en modo normal pueden ser ignoradas. En el modo de suspensión, las escrituras no se ignoran.

Tabla 23: Registrar 0xF5 "config"


Regístrese 0xF5 "config"	Nombre	Descripción
Bits 7, 6, 5	<i>t_sb</i> [2:0]	Controla la duración inactiva <i>t<sub>standby</sub></i> en modo normal. Ver Capítulo 3.6.3 para más detalles.
Bits 4, 3, 2	filtro[2:0]	Controla la constante de tiempo del filtro IIR. Ver capítulo 3.3.3 para más detalles.
Bit 0	<i>spi3w_en</i> [0]	Habilita la interfaz SPI de 3 hilos cuando se establece en '1'. Consulte el capítulo 5.3 para obtener más información.

#### 4.3.6 Regístrese 0xF7... 0xF9 "prensa" (*\_msb*, *\_lsb*, *\_xlsb*)

El registro "press" contiene los datos de salida de medición de presión en bruto [19: 0]. Para obtener más información sobre cómo leer la información de presión y temperatura del dispositivo, consulte el capítulo 3.9.

Cuadro 24: Registro 0xF7 ... 0xF9 "prensa"

Regístrese 0xF7-0xF9 "prensa"	Nombre	Descripción
0xF7	<i>press_msb</i> [7:0]	Contiene la parte MSB arriba[19:12] de los datos de salida de medición de presión sin procesar.
0xF8	<i>press_lsb</i> [7:0]	Contiene la parte LSB hacia arriba [11:4] de la presión bruta Datos de salida de medición .
0xF9 (bit 7, 6, 5, 4)	<i>press_xlsb</i> [3:0]	Contiene la parte XLSB arriba[3:0] de los datos de salida de medición de presión sin procesar. El contenido depende de

 <b>BOSCH</b>	Hoja de datos BMP280 Digital Presión Sensor	Página 2
		Resolución de temperatura, véase la tabla 5.

#### 4.3.7 Regístrese 0xFA... 0xFC "temp" (\_msb, \_lsb, \_xlsb)

El registro "temp" contiene los datos de salida de medición de temperatura sin procesar ut[19:0]. Para obtener más información sobre cómo leer la información de presión y temperatura del dispositivo, consulte el capítulo 3.9.

Cuadro 25: Registro 0xFA ... 0xFC "temp"

Regístrese 0xF7-0xF9 "prensa"	Nombre	Descripción
0xFA	temp_msb[7:0]	Contiene la parte MSB ut[19:12] de la temperatura bruta Datos de salida de medición .
0xFB	temp_lsb[7:0]	Contiene la parte de LSB ut[11:4] de los datos de salida de medición de temperatura sin procesar .
0xFC (bit 7, 6, 5, 4)	temp_xlsb[3:0]	Contiene la parte XLSB ut[3:0] de la temperatura bruta Datos de salida de medición. El contenido depende de la resolución de la presión, ver Tabla 4.

## 5. Interfaces digitales

El BMP280 soporta las interfaces digitales I<sup>2</sup>C y SPI; Actúa como esclavo para ambos protocolos. La interfaz I<sup>2</sup>C es compatible con los modos Standard, Fast y High Speed. La interfaz SPI admite tanto el modo SPI '00' (CPOL = CPHA = '0') como el modo '11' (CPOL = CPHA = '1') en configuración de 4 y 3 hilos.

Se admiten las siguientes transacciones:

- Escritura de un solo byte e
- Escritura de bytes múltiples (utilizando pares de direcciones de registro y datos de registro)
- Lectura de un solo byte
- Lectura de varios bytes (utilizando una sola dirección de registro que se incrementa automáticamente)

### 5.1 Selección de interfaz

La selección de la interfaz se realiza automáticamente en función del estado CSB (selección de chip). Si CSB está conectado a V<sub>DDIO</sub>, la interfaz I<sup>2</sup>C está activa. Si CSB se despliega, se activa la interfaz SPI. Después de que CSB se haya desactivado una vez (independientemente de si se produjo algún ciclo de clock), la interfaz I<sup>2</sup>C se desactiva hasta el siguiente restablecimiento de encendido. Esto se hace para evitar decodificar inadvertidamente el tráfico SPI a otro esclavo como datos I<sup>2</sup>C. Dado que el restablecimiento en encendido solo se ejecuta cuando se establecen V<sub>DD</sub> y V<sub>DDIO</sub>, no hay riesgo de detección incorrecta del protocolo debido a la secuencia de encendido utilizada. Sin embargo, si se va a utilizar I<sup>2</sup>C y CSB no está conectado directamente a V<sub>DDIO</sub> sino a través de un pin programable, debe asegurarse de que este pin ya emita el nivel V<sub>DDIO</sub> durante el encendido y reinicio del dispositivo. Si este no es el caso, el dispositivo se bloqueará en modo SPI y no responderá a los comandos I<sup>2</sup>C.

### 5.2 Interfaz I<sup>2</sup>C

La interfaz esclava I<sup>2</sup>C es compatible con Philips I<sup>2</sup>C Specification versión 2.1. Para conocer los horarios detallados, véase el cuadro 27. Todos los modos (estándar, rápido, alta velocidad) son compatibles. SDA y SCL no son pura de drenaje abierto. Ambas almohadillas contienen diodos de protección ESD para VDDIO y GND. Como los dispositivos no realizan el estiramiento del reloj, la estructura SCL es una entrada de alta Z sin capacidad de drenaje.

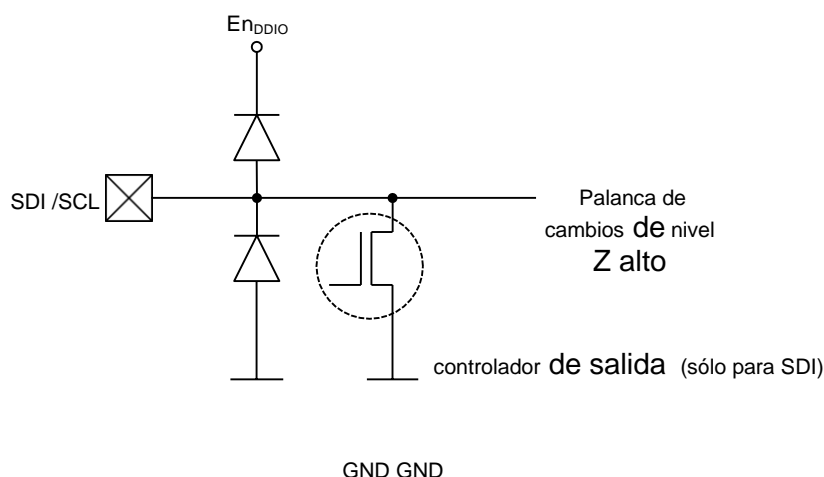



Figura 6: Dibujo SDA/SCK ESD

La dirección del dispositivo de 7 bits es 111011x. Los 6 bits MSB son fijos. El último bit se

	<p>puede cambiar según el valor de SDO y se puede cambiar durante la operación. La conexión de SDO a GND da como resultado 11101110 de direcciones esclavas (0x76); respectarlo a VDDIO da como resultado la dirección esclava 11101111 (0x77), que</p>	<p>Hoja de datos BMP280 Digital Pressure Sensor Página 2</p>
---	---	--



es la misma que la dirección I<sup>2</sup>C de BMP180. El pin SDO no se puede dejar flotando; si se deja flotante, la dirección I<sup>2</sup>C no estará definida.

La interfaz I<sup>2</sup>C utiliza los siguientes pines:

- SCK: reloj serie (SCL)
- SDI: datos (SDA)
- SDO: Dirección esclava LSB (GND = '0', V<sub>DDIO</sub> = '1')

CSB debe estar conectado a V<sub>DDIO</sub> para seleccionar la interfaz I<sup>2</sup>C. SDI es bidireccional con drenaje abierto a GND: debe estar conectado externamente a V<sub>DDIO</sub> a través de una resistencia pull-up. Consulte el capítulo 6 para obtener instrucciones de conexión.

Las siguientes abreviaturas se utilizarán en las figuras del protocolo I<sup>2</sup>C:

- S Inicio
- P Detener
- ACKS Reconocer por esclavo
- ACKM Reconocido por maestro
- NACKM No reconocido por el maestro

### 5.2.1 Escritura I<sup>2</sup>C

La escritura se realiza enviando la dirección esclava en modo de escritura (RW = '0'), lo que resulta en la dirección esclava 111011X0 ('X' está determinada por el estado del pin SDO). A continuación, el maestro envía pares de direcciones de registro y datos de registro. La transacción finaliza mediante una condición stop. Esto se muestra en la Figura 7.



Figura 7: Escritura de bytes múltiples I<sup>2</sup>C (no incrementada automáticamente)

### 5.2.2 I<sup>2</sup>C leer

Para poder leer registros, primero se debe enviar la dirección del registro en modo de escritura (dirección esclava 111011X0). A continuación, se debe generar una parada o una condición de inicio repetido. Después de esto, el esclavo se dirige en modo de lectura (RW = '1') en la dirección 111011X1, después de lo cual el esclavo envía datos desde direcciones de registro incrementadas automáticamente hasta que se produce una condición NOACKM y stop. Esto se muestra en la Figura 8, donde se leen dos bytes de 0xF6 de registro y 0xF7.





Figura 8: Lectura de múltiples bytes I<sup>2</sup>C

### 5.3 Interfaz SPI

La interfaz SPI es compatible con el modo SPI '00' (CPOL = CPHA = '0') y el modo '11' (CPOL = CPHA = '1'). La selección automática entre los modos '00' y '11' está determinada por el valor de SCK después del borde de caída del CSB.

La interfaz SPI tiene dos modos: 4 hilos y 3 hilos. El protocolo es el mismo para ambos. El modo de 3 hilos se selecciona estableciendo '1' en el spi3w\_en de registro. El pad SDI se utiliza como un pad de datos en modo de 3 hilos.

La interfaz SPI utiliza los siguientes pines:

- CSB: selección de chip, baja activa
- SCK: reloj serie
- SDI: entrada de datos serie; Entrada/salida de datos en modo de 3 hilos
- SDO: salida de datos en serie; hi-Z en

modo de 3 hilos Consulte el capítulo 6 para obtener instrucciones de conexión.

CSB es activo bajo y tiene una resistencia pull-up integrada. Los datos en SDI son bloqueados por el dispositivo en el borde ascendente de SCK y SDO se cambia en el borde de caída de SCK. La comunicación comienza cuando CSB va a bajo y se detiene cuando CSB va a alto; durante estas transiciones en CSB, SCK debe ser estable. El protocolo SPI se muestra en la Figura 9. Para obtener detalles sobre el tiempo, consulte la Tabla 28.

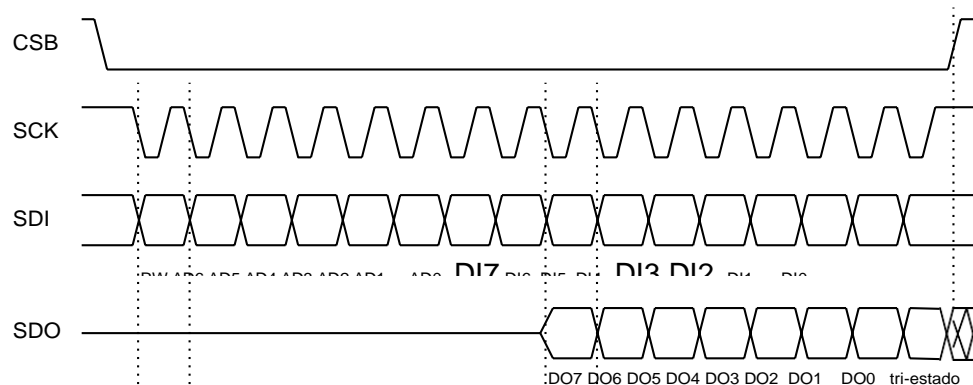


Figura 9: Protocolo SPI (mostrado para el modo '11' en configuración de 4 hilos)

En el modo SPI, solo se utilizan 7 bits de las direcciones de registro; el MSB de la dirección de registro no se utiliza y se reemplaza por un bit de lectura/escritura (RW = '0' para escritura y RW = '1' para lectura).

Ejemplo: se accede a la dirección 0xF7 mediante el 0x77 de direcciones de registro SPI. Para el acceso escrito, se transfiere el 0x77 de bytes, para el acceso de lectura, se transfiere el 0xF7 de bytes.

### 5.3.1 Escritura SPI

La escritura se realiza bajando CSB y enviando pares de bytes de control y datos de registro. Los bytes de control consisten en la dirección de registro SPI (= dirección de registro completa sin bit 7) y el comando write (bit7 = RW = '0'). Se pueden escribir varios pares sin raising CSB. La transacción finaliza con un CSB de aumento. El protocolo de escritura SPI se representa en la figura 10.

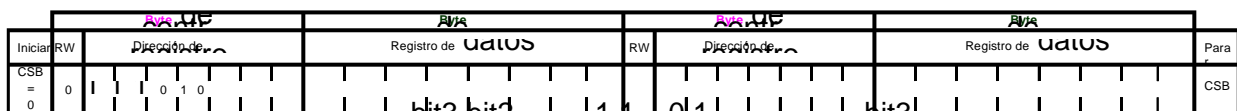


Figura 10: Escritura de bytes múltiples SPI (no incrementada automáticamente)

### 5.3.2 Lectura de SPI

La lectura se realiza bajando CSB y enviando primero un byte de control. Los bytes de control consisten en la dirección de registro SPI (= dirección de registro completa sin bit 7) y el comando read (bit 7 = RW = '1'). Después de escribir el byte de control, los datos se envían desde el pin SDO (SDI en modo de 3 hilos); La dirección de registro se incrementa automáticamente. El protocolo SPI read se muestra en la Figura 11.



Figura 11: Lectura de múltiples bytes SPI

## 5.4 Especificación de parámetros de interfaz

### 5.4.1 Parámetros generales de la interfaz

Los parámetros generales de la interfaz figuran en el cuadro 26 infra.

Cuadro 26: parámetros de interfaz

Parámetro	Símbolo	Condición	Min	Tip o	Máxim o	Unid ades
Entrada – bajo nivel	Vil_si	EnDDIO=1.2V a 3.6V			0,2 * EnDDIO	En
Entrada – alto nivel	Vih_si	EnDDIO=1.2V a 3.6V	0,8 * EnDDIO			En
Salida : bajo nivel para I2C	Vol_SDI	VDDIO=1,62V, iol=3 mA			0,2 * EnDDIO	En
Salida : bajo nivel para I2C	Vol_SDI_1.2	VDDIO=1.20V, iol=3 mA			0,23 * EnDDIO	En
Salida – bajo nivel	Vol_SD EI	VDDIO=1.62V, iol=1 mA			0,2 * EnDDIO	En
Salida – bajo nivel	Vol_SD O_1.2	VDDIO=1.20V, iol=1 mA			0,23 * EnDDIO	En
Salida – alto nivel	Voh	EnDDIO=1.62V, ioh=1 pero (SDO, SDI)	0.8 * EnDDI o			En
Salida – alto nivel	Voh_1.2	VDDIO=1.2V, ioh=1 mA (SDO, SDI)	0.6 * EnDDIO			En
Resistencia pull-up	Rpull	Resistencia internapull-up a VDDIO	70	120	190	kΩ
Condensador de carga de bus I <sup>2</sup> C	Cb	Sobre SDI y SCK			400	Pf

### 5.4.2 Tiempos I<sup>2</sup>C

Para los tiempos I<sup>2</sup>C, se utilizan las siguientes abreviaturas:

- "Modo S&F" = modo estándar y rápido
- "Modo HS" = modo de alta velocidad
- Cb = capacitancia de bus en línea SDA

Todos los demás nombres se refieren a la especificación I<sup>2</sup>C

2.1 (enero de 2000). El diagrama de temporización de I<sup>2</sup>C se

muestra en

Figura 12. Los valores correspondientes figuran en el cuadro 27.

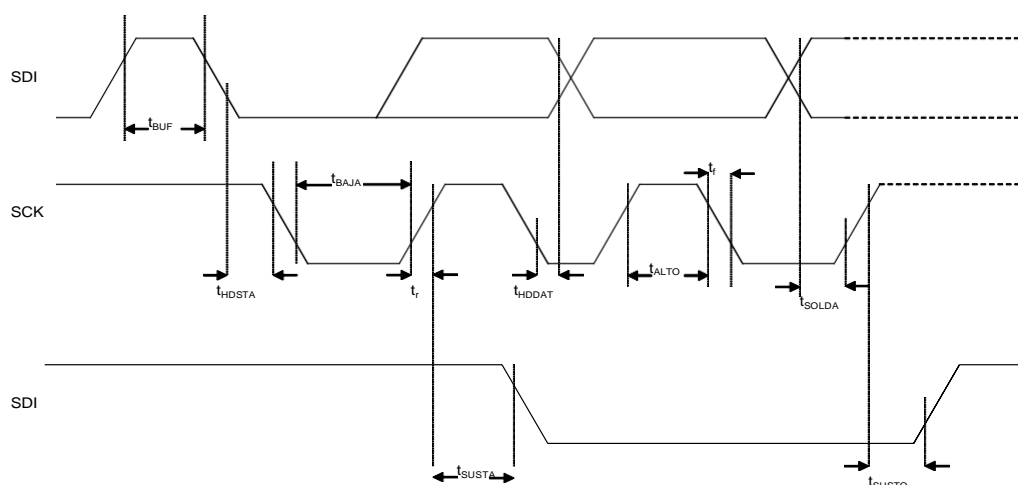

 Figura 12: Calendario de I<sup>2</sup>C

 Tabla 27: Tiempos  
 de I<sup>2</sup>C

Parámetro	Símbolo	Condición	Min	Tipo	Máximo	Unidades
Tiempo de configuración de SDI	$t_{SU;DAT}$	Modo S&F	160			Ns
		Modo HS	30			Ns
Tiempo de espera de SDI	$t_{HD;DAT}$	Modo S&F, $C_b \leq 100$ pF	80			Los llamados
		Modo S&F, $C_b \leq 400$ pF	90			ns
		Modo HS, $C_b \leq 100$ pF	18		115	ns
		Modo HS, $C_b \leq 400$ pF	24		150	ns
SCK de pulso bajo	$t_{BAJA}$	Modo HS, $C_b \leq 100$ pF $V_{DDIO} = 1,62$ V	160			Ns
SCK de pulso bajo	$t_{BAJA}$	Modo HS, $C_b \leq 100$ pF $V_{DDIO} = 1,2$ V	210			Ns

Los tiempos específicos de I<sup>2</sup>C mencionados anteriormente corresponden a los siguientes retrasos internos adicionales:

- Retardo de entrada entre las entradas SDI y SCK: SDI se retrasa más que SCK en 100 ns en los modos estándar y rápido y en 20 ns en el modo de alta velocidad.
- El retardo de salida del borde de caída SCK a la propagación de salida SDI suele ser de 140 ns en los modos estándar y rápido y, por lo general, de 70 ns en el modo de alta velocidad.

### 5.4.3 Tiempos SPI

El diagrama de temporización del SPI se encuentra en la Figura 13, mientras que los valores correspondientes se dan en la Tabla 28. Todos los tiempos se aplican tanto al SPI de 4 como al de 3 hilos.

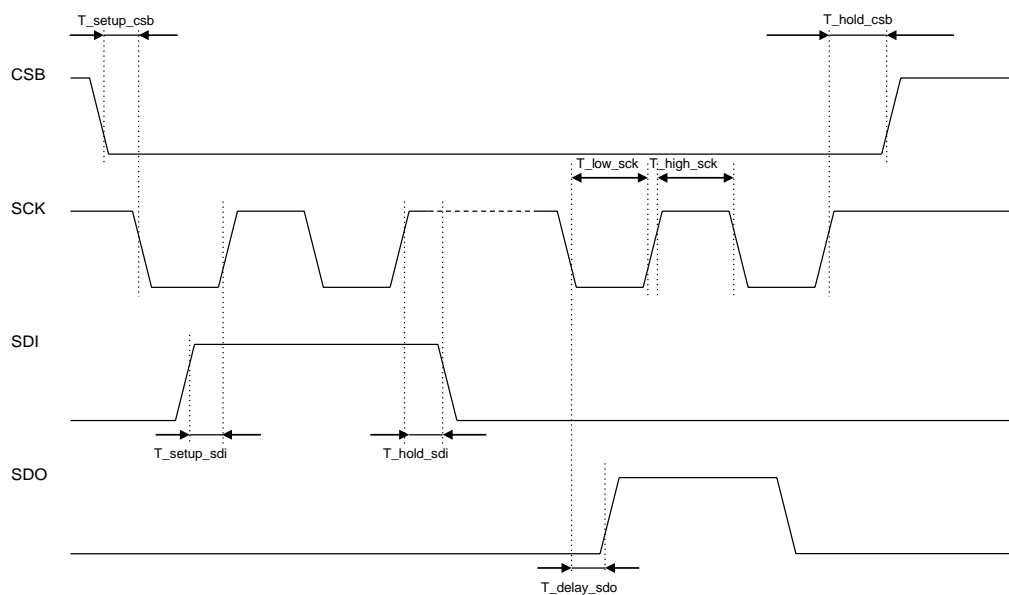


Figura 13: Diagrama de temporización SPI

Tabla 28: Tiempos del SPI

Parámetro	Símbolo	Condición	Min	Tipo	Máximo	Unidades
Frecuencia de entrada de reloj SPI	F_spi		0		10	MHz
SCK de pulso bajo	T_low_sck		20			Ns
SCK de pulso alto	T_high_sck		20			Ns
Tiempo de configuración de SDI	T_setup_sdi		20			Ns
Tiempo de espera de SDI	T_hold_sdi		20			Ns
Retraso de salida SDO	T_delay_sdo	Carga de 25pF, V <sub>DDIO</sub> = 1.6V min			30	Ns
Retraso de salida SDO	T_delay_sdo	Carga de 25pF, V <sub>DDIO</sub> =1.2V min			40	Ns
Tiempo de configuración de CSB	T_setup_csb		20			Ns
Tiempo de espera de CSB	T_hold_csb		20			Ns

## 6. Diagrama de conexión y salida de pines

### 6.1 Pin-out

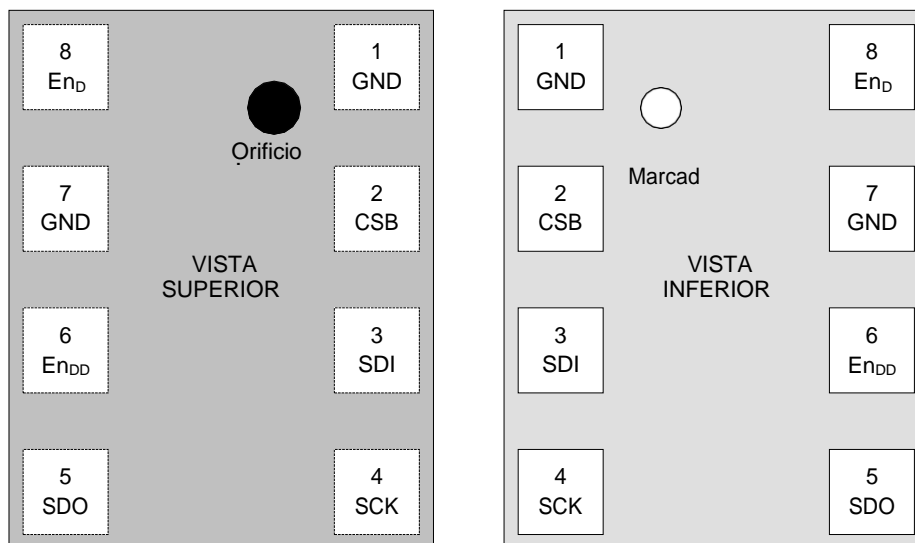



Figura 14: Vista superior e inferior de pines

Tabla 29: Descripción del pin

Ancl ar	Nombr e	Tipo de E/S	Descripción	Conéctese a		
				SPI 4W	SPI 3W	I <sup>2</sup> C
1	GND	Abaste cimient o	Tierra	GND		
2	CSB	En	Selección de chip	CSB	CSB	$En_{DDIO}$
3	SDI	Entrad a/Salid a	Entrada de datos serie	SDI	SDI/SDO	SDA
4	SCK	En	Entrada de reloj serie	SCK	SCK	SCL
5	SDO	Entrad a/Salid a	Salida de datos serie	SDO	DNC	GND para la direcció n predeter minada
6	$En_{DDIO}$	Abaste cimient o	Interfaz digital abastecimiento	$En_{DDIO}$		
7	GND	Abaste cimient o	Tierra	GND		

 <b>BOSCH</b>		Hoja de datos BMP280 Digital Presión Sensor			Página 2
8	En <sub>DD</sub>	Abaste cimient o	Suministro analógico	En <sub>DD</sub>	

## 6.2 Diagrama de conexión SPI de 4 hilos

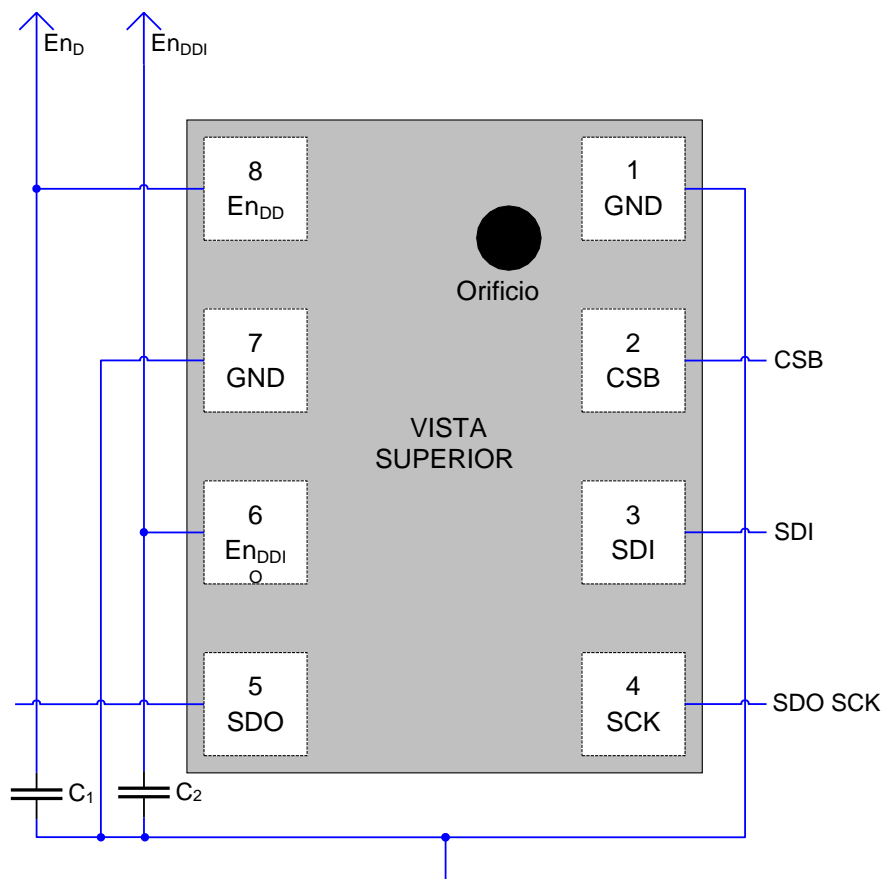


Figura 15: Diagrama de conexión SPI de 4 hilos (se indica el marcado Pin1)

Nota: el valor recomendado para  $C_1$ ,  $C_2$  es 100 nF.



### 6.3 Diagrama de conexión SPI de 3 hilos

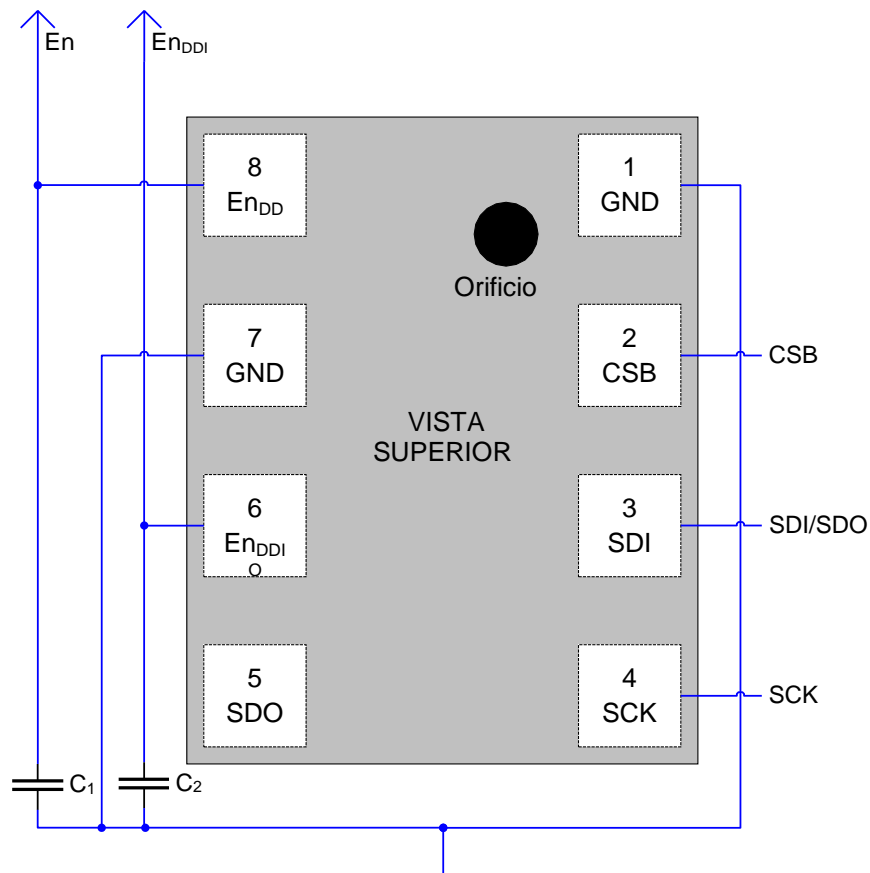


Figura 16: Diagrama de conexión SPI de 3 hilos (se indica el marcado Pin1)

Nota: el valor recomendado para  $C_1$ ,  $C_2$  es 100 nF.





## 7.2 Recomendación de patrón de aterrizaje

Para el diseño de el aterrizaje patrón el siguiente El dimensionamiento es recomendado:

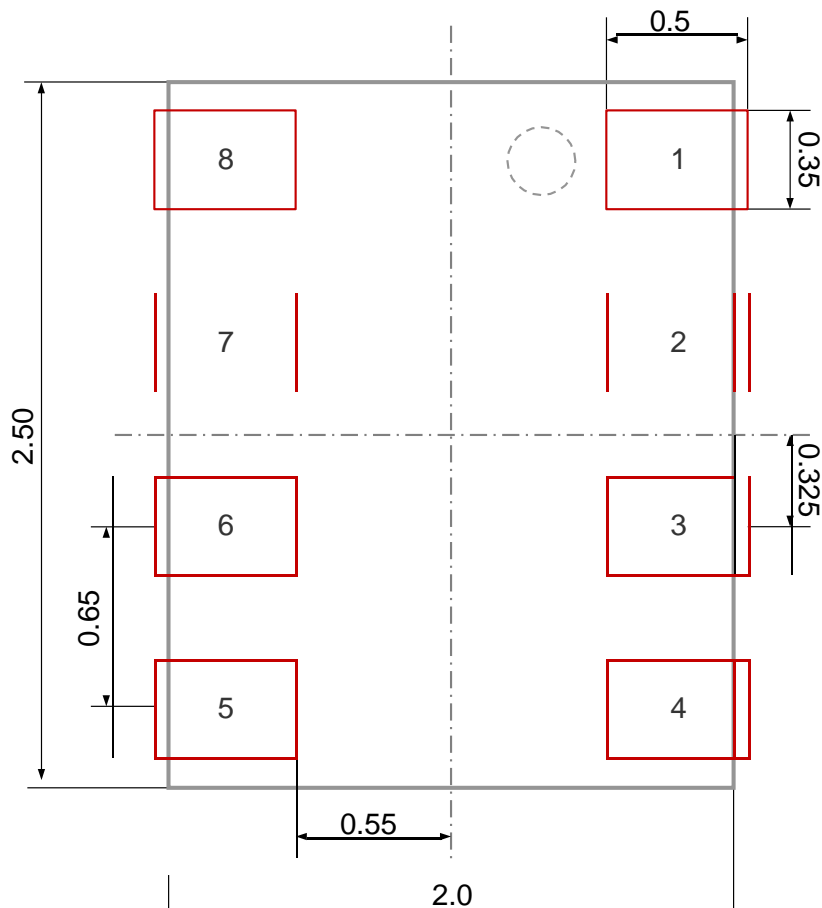


Figura 19: Patrón de aterrizaje recomendado (vista superior); Las

dimensiones están en mm Nota: las áreas rojas marcan las almohadillas metálicas de

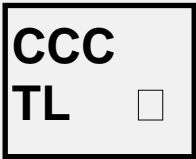

PCB expuestas.

- En el caso de un proceso de PCB definido por máscara de soldadura (SMD), las dimensiones de la tierra deben definirse mediante aberturas de máscara de soldadura. Las almohadillas metálicas subyacentes son más grandes que estas aberturas.
- En el caso de un proceso de PCB definido por máscara de no soldadura (NSMD), las dimensiones de la tierra deben definirse en la capa de metal. Las aberturas de la máscara son más grandes que estas almohadillas de metal.

## 7.3 Marca

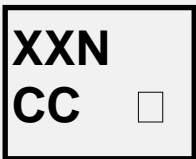

### 7.3.1 Dispositivos de producción en masa

Cuadro 30: Marcado de muestras de producción en masa

Etiquetado	Nombre	Símbolo	Comentario
	Contador de lotes	CCC	3 dígitos alfanuméricos , variable para generar código de seguimiento de producción en masa
	Número de producto	T	1 dígito alfanumérico, fijo para identificar el tipo de producto, T = "K" "K" está asociado con el producto BMP280 (número de pieza 0 273 300 354)
	Sub-con ID	L	1 dígito alfanumérico , variable a Identify sub-con (L = "P", L = "U", L = "N" o L = "W")
	Marcador de orientación		Orificio de ventilación

### 7.3.2 Muestras de ingeniería

Cuadro 31: Marcado de muestras de ingeniería

Etiquetado	Nombre	Símbolo	Comentario
	Ing. ID de muestra	N	1 dígito alfanumérico, fijo para identificar la muestra de ingeniería, N = " " * " o "e" o " E"
	ID de muestra	XX	2 dígitos alfanuméricos , variable para generar código de traza
	ID de contador	CC	2 dígitos alfanuméricos , variable para generar código de traza
	Marcador de orientación		Orificio de ventilación

## 7.4 Directrices para soldadura

El nivel de sensibilidad a la humedad de los sensores BMP280 corresponde al nivel 1 de JEDEC, véase también:

- IPC/JEDEC J-STD-020C "Joint Industry Standard: Moisture / Reflow Sensitivity Classification for non-hermetic Solid State Surface Mount Devices"
- IPC/JEDEC J-STD-033A "Joint Industry Standard: Handling, Packing, Shipping and Use of Moisture/Reflow Sensitive Surface Mount Devices".

El sensor cumple con los requisitos de soldadura sin plomo de la norma IPC/JEDEC mencionada anteriormente, es decir, soldadura por reflujo con una temperatura máxima de hasta 260 °C. La altura mínima de la soldadura después del reflujo será de al menos 50 µm. Esto es necesario para un buen desacoplamiento mecánico entre el dispositivo sensor y la placa de circuito impreso (PCB).

Profile Feature		Pb-Free Assembly
Average Ramp-Up Rate ( $T_{s_{max}}$ to $T_p$ )		3° C/second max.
<b>Preheat</b> – Temperature Min ( $T_{s_{min}}$ ) – Temperature Max ( $T_{s_{max}}$ ) – Time ( $t_{s_{min}}$ to $t_{s_{max}}$ )		150 °C 200 °C 60-180 seconds
Time maintained above: – Temperature ( $T_L$ ) – Time ( $t_L$ )		217 °C 60-150 seconds
Peak/Classification Temperature ( $T_p$ )		260 °C
Time within 5 °C of actual Peak Temperature ( $t_p$ )		20-40 seconds
Ramp-Down Rate		6 °C/second max.
Time 25 °C to Peak Temperature		8 minutes max.

**Note 1:** All temperatures refer to topside of the package, measured on the package body surface.

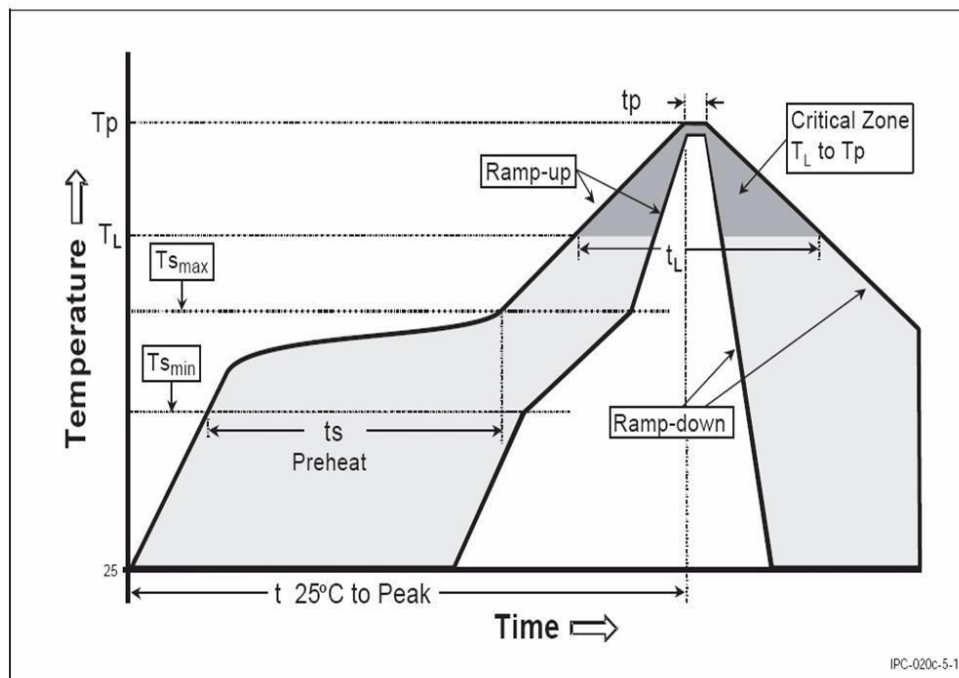


Figura 20: Perfil de soldadura

## 7.5 Especificación de cinta y carrete

### 7.5.1 Dimensiones

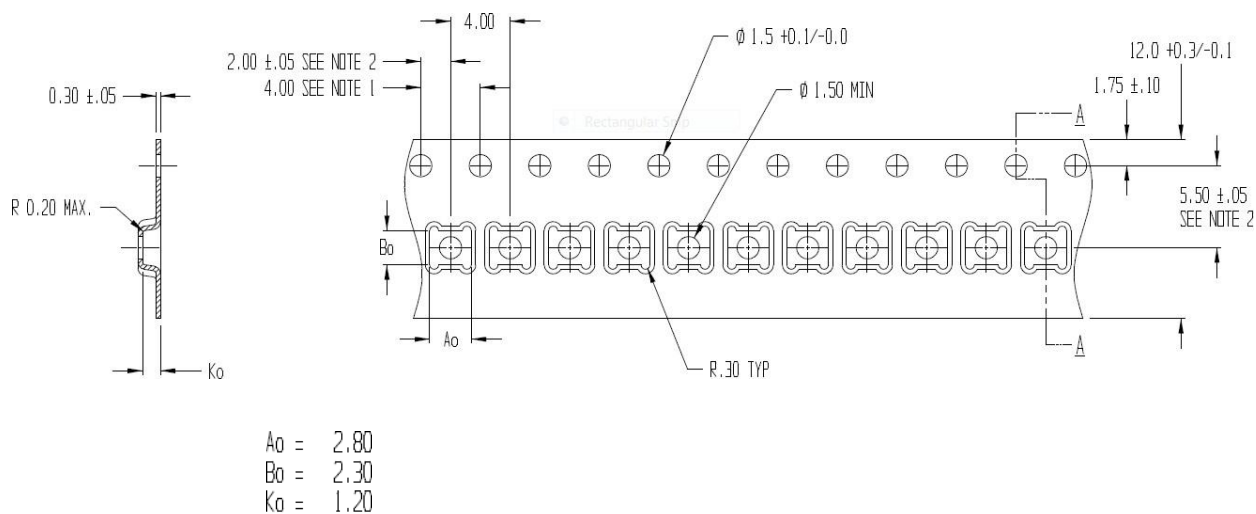


Figura 21: Dimensiones de la cinta y el carrete

Cantidad por carrete: 10 kpcs.

### 7.5.2 Orientación dentro del carrete

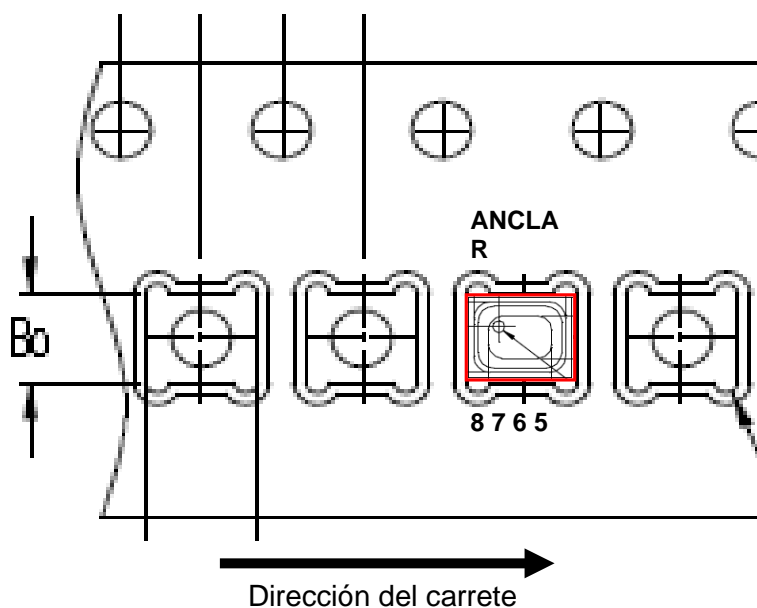


Figura 22: Orientación dentro de la cinta

## 7.6 Recomendaciones de montaje y montaje

Además de "Instrucciones de manipulación, soldadura y montaje BMP280", se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones al montar un sensor de presión en una placa de circuito impreso (PCB):

- La holgura por encima de la tapa metálica será de 0,1 mm como mínimo.
- Para la carcasa del dispositivo, es necesario proporcionar una ventilación adecuada en caso de que se mida la presión ambiente.
- Los líquidos no deben entrar en contacto directo con el dispositivo.
- Durante el funcionamiento, el chip sensor es sensible a la luz, lo que puede influir en la precisión de la medición (fotocorriente de silicio). La posición del orificio de ventilación minimiza la exposición a la luz del chip sensor. Sin embargo, BST recomienda evitar la exposición de BMP280 a fuentes de luz fuertes.
- Es posible que la soldadura no se realice utilizando procesos de fase de vapor ya que el sensor podría estar dañado.

## 7.7 Seguridad ambiental

### 7.7.1 RoHS

El sensor BMP280 cumple con los requisitos de la directiva CE de restricción de sustancias peligrosas (RoHS), consulte también:

*Directiva 2011/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de junio de 2011, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.*

### 7.7.2 Contenido halógeno

La BMP280 está libre de halógenos. Para obtener más detalles sobre los resultados del análisis, póngase en contacto con su representante de Bosch Sensortec.

### 7.7.3 Estructura interna del paquete

Dentro del alcance de la ambición de Bosch Sensortec de mejorar sus productos y asegurar el suministro masivo de productos, Bosch Sensortec califica fuentes adicionales (por ejemplo, 2ª fuente) para el paquete LGA del BMP280.

Si bien Bosch Sensortec se encargó de que todos los parámetros técnicos de los paquetes descritos anteriormente sean 100% idénticos para todas las fuentes, puede haber diferencias en el contenido químico y la estructura interna entre las diferentes fuentes de paquetes.

Sin embargo, como garantiza el extenso proceso de calificación de productos de Bosch Sensortec, esto no tiene ningún impacto en el uso o en la calidad del producto BMP280.

## 8. Apéndice 1: Fórmulas de cálculo para sistemas de 32 bits

### 8.1 Fórmula de compensación en coma flotante

Tenga en cuenta que se recomienda encarecidamente utilizar la API disponible en Bosch Sensortec para realizar la lectura y la compensación. Si esto no se desea, el siguiente código se puede aplicar a riesgo del usuario. Se espera que los valores de presión y temperatura se reciban en formato de 20 bits, positivo, almacenado en un entero con signo de 32 bits.



La variable `t_fine` (con signo de 32 bits) lleva un valor de temperatura de resolución fina a la fórmula de compensación de presión y podría implementarse como una variable global.

El tipo de datos "BMP280\_S32\_t" debe definir un tipo de variable entera con signo de 32 bits y, por lo general, podría definirse como "long signed int". La revisión del código es rev.1.1.

Devuelve la temperatura en DegC, doble precisión. El valor de salida de "51.23" es igual a 51.23 DegC.  
`t_fine` lleva la temperatura fina como valor global `BMP280_S32_t`

```
t_fine;
double bmp280_compensate_T_double(BMP280_S32_t adc_T)
{
    double var1, var2, T;
    var1 = (((double)adc_T)/16384.0 - ((double)dig_T1)/1024.0) * ((double)dig_T2); var2 =
    (((double)adc_T)/131072.0 - ((double)dig_T1)/8192.0) *
    (((double)adc_T)/131072.0 - ((double)dig_T1)/8192.0) * ((double)dig_T3); t_fine =
    (BMP280_S32_t)(var1 + var2);
    T = (var1 + var2) / 5120.0; devolver T;
}
```

Devuelve la presión en Pa como doble. El valor de salida de "96386.2" es igual a 96386.2 Pa = 963.862 hPa `doble`  
`bmp280_compensate_P_double(BMP280_S32_t adc_P)`

```
{
    double var1, var2, p;
    var1 = ((double)t_fine/2.0) - 64000.0;
    var2 = var1 * var1 * ((double)dig_P6) / 32768.0; var2 = var2 +
    var1 * ((double)dig_P5) * 2.0; var2 =
    (var2/4.0) + (((double)dig_P4) * 65536.0);
    var1 = (((double)dig_P3) * var1 * var1 / 524288.0 + ((double)dig_P2) * var1) / 524288.0; var1 =
    (1.0 + var1 / 32768.0) * ((double)dig_P1);
    si (var1 == 0,0)
    {
        devolver 0; // evitar la excepción causada por la división por cero
    }
    p = 1048576.0 - (double)adc_P;
    p = (p - (var2 / 4096.0)) * 6250.0 / var1;
    var1 = ((double)dig_P9) * p * p / 2147483648.0; var2 = p *
    ((double)dig_P8) / 32768.0;
    p = p + (var1 + var2 + ((double)dig_P7)) / 16.0; devolver p;
}
```

## 8.2 Fórmula de compensación en punto fijo de 32 bits

Tenga en cuenta que se recomienda encarecidamente utilizar la API disponible en Bosch Sensortec para realizar la lectura y la compensación. Si esto no se desea, el código de abajo se puede aplicar a riesgo del usuario. Se espera que los valores de presión y temperatura se reciban en formato de 20 bits, positivos, almacenados en un entero con signo de 32 bits.


La variable `t_fine` (con signo 32 bits) lleva un valor de temperatura de resolución fina over a la fórmula de compensación de presión y podría implementarse como una variable global.

El tipo de datos "BMP280\_S32\_t" debe definir un tipo de variable entera con signo de 32 bits y, por lo general, se puede definir como "long signed int".

El tipo de datos "BMP280\_U32\_t" debe definir un tipo de variable entera sin signo de 32 bits y, por lo general, se puede definir como "long unsigned int".

La compensación del valor de presión con un entero de 32 bits tiene una precisión típica de 1 Pa (1-sigma). A niveles de filtro muy altos, esto agrega una cantidad notable de ruido a los valores de salida y reduce su resolución.

Devuelve la temperatura en DegC, la resolución es de 0.01 DegC. El valor de salida de "5123" es igual a 51,23 grados C.  
`t_fine` lleva la temperatura fina como valor global `BMP280_S32_t`  
`t_fine;`

 <b>BOSCH</b>	Hoja de datos BMP280 Digital Presión Sensor	Página 2
--	--	----------

```
BMP280_S32_t bmp280_compensate_T_int32(BMP280_S32_t adc_T)
{
    BMP280_S32_t var1, var2, T;
```



```

var1 = (((adc_T>>3) - ((BMP280_S32_t)dig_T1<<1))) * ((BMP280_S32_t)dig_T2)) >> 11;
var2 = (((((adc_T>>4) - ((BMP280_S32_t)dig_T1)) * ((adc_T>>4) - ((BMP280_S32_t)dig_T1))) >> 12) *
    ((BMP280_S32_t)dig_T3)) >> 14;
t_fine = var1 + var2;
T = (t_fine * 5 + 128) >> 8; devolver T;
}

```

Devuelve la presión en Pa como entero de 32 bits sin signo. El valor de salida de "96386" es igual a 96386 Pa = 963,86 hPa BMP280\_U32\_t  
bmp280\_compensate\_P\_int32(BMP280\_S32\_t adc\_P)

```

{
    BMP280_S32_t var1, var2;
    BMP280_U32_t p;
    var1 = (((BMP280_S32_t)t_fine)>>1) - (BMP280_S32_t)64000;
    var2 = (((var1>>2) * (var1>>2)) >> 11) * ((BMP280_S32_t)dig_P6); var2 = var2 +
    ((var1*((BMP280_S32_t)dig_P5)<<1);
    var2 = (var2>>2)+(((BMP280_S32_t)dig_P4)<<16);
    var1 = (((dig_P3 * (((var1>>2) * (var1>>2)) >> 13)) >> 3) + (((BMP280_S32_t)dig_P2) * var1)>>1))>>18; var1
    =(((32768+var1))*((BMP280_S32_t)dig_P1)>>15);
    if (var1 == 0)
    {
        devolver 0; // evitar la excepción causada por la división por cero
    }
    p = (((BMP280_U32_t)((BMP280_S32_t)1048576)-(adc_P)-(var2>>12)))*3125; si (p <
    0x80000000)
    {
        p = (p << 1) / ((BMP280_U32_t)var1);
    }
    más
    {
        p = (p / (BMP280_U32_t)var1) * 2;
    }
    var1 = (((BMP280_S32_t)dig_P9) * ((BMP280_S32_t)((p>>3) * (p>>3)>>13))>>12; var2 =
    (((BMP280_S32_t)(p>>2)) * ((BMP280_S32_t)dig_P8))>>13;
    p = (BMP280_U32_t)((BMP280_S32_t)p + ((var1 + var2 + dig_P7) >> 4)); devolver p;
}

```

## 9. Aviso legal

### 9.1 Muestras de ingeniería

Las muestras de ingeniería están marcadas con un asterisco (\*) o (e) o (E). Las muestras pueden variar de las especificaciones técnicas válidas de la serie de productos contenida en esta hoja de datos. Por lo tanto, no están destinados ni son aptos para la reventa a terceros ni para su uso en productos finales. Su único propósito son las pruebas internas del cliente. El ensayo de una muestra de ingeniería no podrá sustituir en modo alguno al ensayo de una serie de productos. Bosch Sensortec no asume ninguna responsabilidad por el uso de muestras de ingeniería. El Comprador indemnizará a Bosch Sensortec de todas las reclamaciones derivadas del uso de muestras de ingeniería.

### 9.2 Uso del producto

Los productos Bosch Sensortec están desarrollados para la industria de bienes de consumo. No están diseñados ni aprobados para su uso en aplicaciones militares, dispositivos de soporte vital, aplicaciones automotrices críticas para la seguridad y dispositivos o sistemas donde se puede esperar razonablemente que el mal funcionamiento de estos productos provoque lesiones personales. Sólo pueden ser utilizados dentro de los parámetros de esta ficha técnica del producto.

La reventa y/o el uso de los productos son bajo el propio riesgo del Comprador y la propia responsabilidad del Comprador.

El Comprador indemnizará a Bosch Sensortec de todas las reclamaciones de terceros que surjan de cualquier uso de productos no cubiertos por los parámetros de esta hoja de datos del producto o no aprobados por Bosch Sensortec y reembolsará a Bosch Sensortec todos los costes relacionados con dichas reclamaciones.

El Comprador acepta la responsabilidad de supervisar el mercado de los productos adquiridos, en particular con respecto a la seguridad del producto, e informar sin demora a Bosch Sensortec de cualquier incidente relevante para la seguridad.

### 9.3 Ejemplos de aplicación y sugerencias

Con respecto a cualquier ejemplo o sugerencia dada en este documento, cualquier valor típico establecido en este documento y / o cualquier información relacionada con la aplicación del dispositivo, Bosch Sensortec renuncia a todas y cada una de las garantías y responsabilidades de cualquier tipo, incluidas, sin licencia, las garantías de no infracción de derechos de propiedad intelectual o derechos de autor de cualquier tercero. La información proporcionada en este documento no se considerará en ningún caso como una garantía de condiciones o características. Se proporcionan solo con fines ilustrativos y no se ha realizado ninguna evaluación con respecto a la infracción de los derechos de propiedad intelectual o derechos de autor o con respecto a la funcionalidad, el rendimiento o el error.

## 10. Historial y modificación del documento

Rev. No	Capítulo	Descripción de la modificación/cambios	Fecha
0.1		Creación de documentos	2012-08-06
1.0	9.2	Cambio de uso del producto	2013-11-26
	Cuadro 2	Actualización de datos mínimos/máximos (solo para la versión restringida)	
		Se ha añadido un comentario sobre la frecuencia de muestreo	
1.1	1, 3.3.1 Español	Valor cambiado para resolución, valores para <i>osrs_p</i> Configuración cambiada	2014-02-10
	5.2	Se ha cambiado la frase y se ha añadido un dibujo	2014-02-18
	3.7	Valores máximos añadidos para el consumo de corriente	2014-05-08
1.11	4.5.3	Escritura modificada en modo normal	2014-06-25
	5.2	Dibujo SDI/SCK ESD modificado	
1.12	1	Valores mínimos/máximos modificados para la corriente de espera, solo válidos para 25 °C	2014-07-12
	Cuadro 1	Resolución de presión 0.16Pa	2014-07-12
1.13	Página 2	Nuevos códigos de referencia técnica añadidos	2014-11-12
	7.3	Se agregaron nuevos detalles sobre el marcado láser	
1.14	Cuadro 6	Contenido modificado de la tabla	2015-05-04
	Página 1	Eliminado TRC 0 273 300 354 y 0273 300 391	
	Página 44	Directiva RoHS actualizada a 2011/65/EU a partir del 8 de junio de 2011	2015-05-07

Bosch Sensortec GmbH  
 Gerhard-Kindler-Strasse 8  
 72770 Reutlingen /  
 Alemania

[contact@bosch-sensortec.com](mailto:contact@bosch-sensortec.com)  
[www.bosch-sensortec.com](http://www.bosch-sensortec.com)

Modificaciones reservadas | Impreso en Alemania  
 Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso



Hoja de datos  
BMP280 Digital Presión Sensor

Página 2

Número de documento: BST-BMP280-DS001-11  
Revision\_1.14\_052015



**BOSCH**

Hoja de datos  
BMP280 Digital Presión Sensor

Página 2