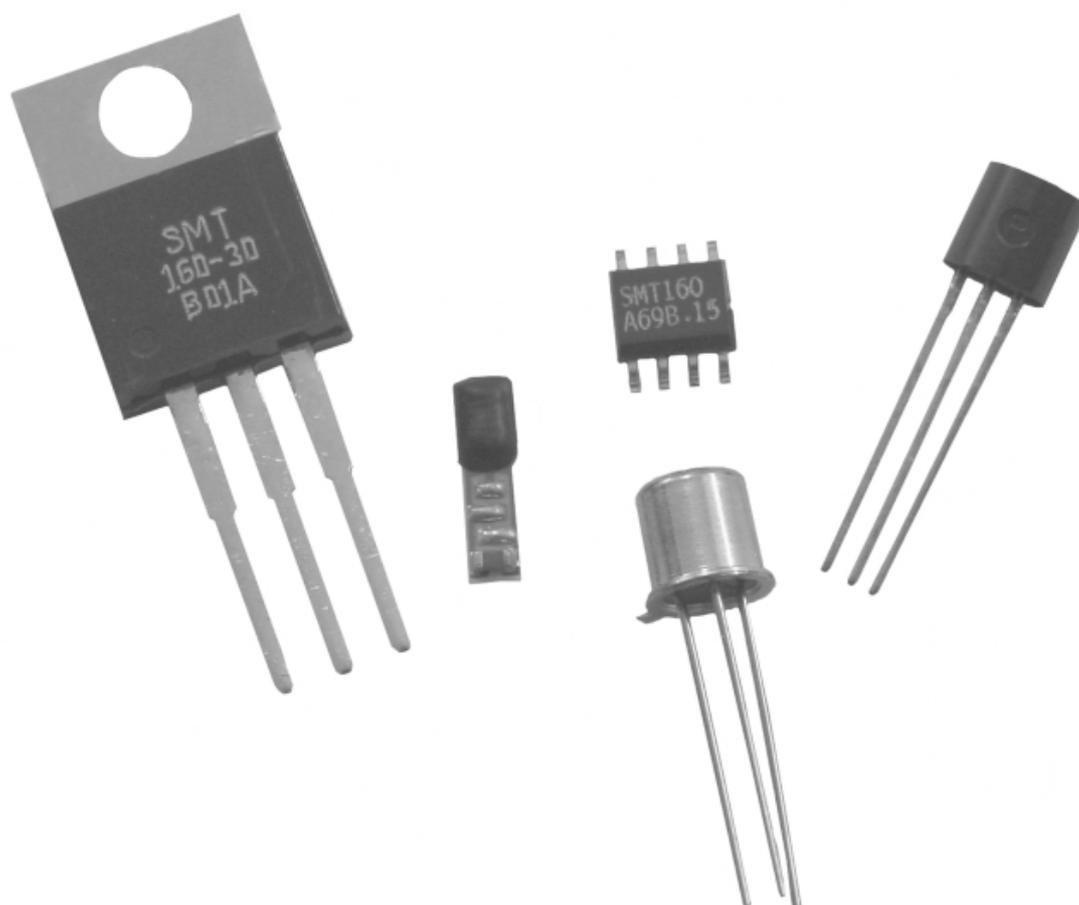

Senzor teploty

Katalogový list SMT 160-30



Obsah

1. Úvod	strana 2
2. Inteligentní senzor teploty	strana 2
3. Vývody a pouzdro	strana 4
4. Popis výrobku	strana 4
5. Charakteristické údaje	strana 5
6. Definice údajů	strana 6
7. Činnost obvodu	strana 7

1. Úvod

Senzor teploty Smartec je důmyslný integrovaný senzor vyrobený na křemíkovém substrátu s dvouhodnotovým (logickým) výstupním signálem. Výstupní signál senzoru ve tvaru impulsní šířkové modulace (modulace střídání - činitele plnění - impulsního průběhu) je kompatibilní s tvary vstupních signálů mikropočítačů a mikrokontrolérů a lze jej tedy bez nutnosti analogově - číslicového převodu jediným vodičem spojit přímo s některým ze vstupů mikropočítače.

Teplotní rozsah senzoru je -45 °C až 130 °C . Senzor se dodává v různých pouzdech, jako jsou TO18, TO92, TO220 nebo pro aplikace v hromadné výrobě také v pouzdru SOIC.

2. Inteligentní senzor teploty

Nejdůležitější vlastnosti senzoru

- Nevyžaduje A/Č převodník
- Absolutní přesnost $\pm 0,7\text{ °C}$
- Převodní charakteristika s odchylkou od linearit menší než $0,2\text{ °C}$
- Výstupní signál snadno převoditelný na číslicový
- Výstupní signál snadno převoditelný na analogový
- Kalibrace senzoru na čipu
- Výstupní signál kompatibilní s logickými signály TTL, CMOS
- Teplotní rozsah 175 °C (-45 až $+130\text{ °C}$)
- Výstupní signál přímo spojitelný s datovými vstupy mikroprocesoru
- Snadné multiplexování více senzorů
- Malá spotřeba ($< 1\text{ mW}$)

Typické použití

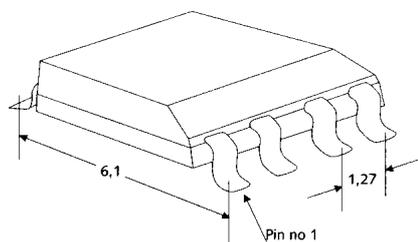
- Systémy vytápění
- Klimatizační zařízení
- Pračky
- Ochrana před přehřátím
- Domácí spotřebiče

Hlavní přednosti výrobku

1. INTELIGENTNÍ SENZOR TEPLoty představuje významný a zcela nový vývojový stupeň v oblasti obvodů pro zpracování signálů ze senzorů a převodníků. Obvody rozhraní jsou vyrobeny na čipu spolu se senzorem. Koncepce a vlastnosti senzoru plně vyhovují náročným požadavkům průmyslové a spotřební elektroniky na spolehlivou komunikaci s mikroprocesory a přímé spojení výstupních signálů senzoru se vstupy mikropočítače.
2. INTELIGENTNÍ SENZOR TEPLoty generuje výstupní napětí obdélníkového tvaru s odezvou lineárně závislou na měřené teplotě v celém rozsahu od $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+130\text{ }^{\circ}\text{C}$. Odchylka od linearity je menší $1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a pro rozpětí teplot od -30 až do $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ klesne na hodnotu menší než $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (platí pro pouzdro TO18).
3. INTELIGENTNÍ SENZOR TEPLoty je cejchovaný v procesu výroby během testování a zahořování čipu. Na čipu integrovaný modulátor střídavy zajišťuje, že obvod senzoru může spolehlivě a účinně komunikovat i s levnými procesory přímo, tj. bez použití převodníků A/Č.
4. INTELIGENTNÍ SENZOR TEPLoty kombinuje digitální výstup s kalibrací prováděnou během výroby na čipu s cílem získat při nízké ceně výhodné vlastnosti.
5. Přímé spojení výstupu senzoru ke vstupu mikroprocesoru dovoluje zmenšit počet součástek a svorek na minimum, což vede ke snížení nákladů a zvýšení spolehlivosti.
6. V aplikacích s více senzory lze multiplexování snadno realizovat využitím dalších vstupů mikropočítače nebo zapojením jednoduchých a levných číslicových multiplexerů.
7. Jelikož senzor po výrobě nevyžaduje následnou kalibraci, klesají jak výrobní, tak i provozní a servisní náklady.

3. Vývody a pouzdro

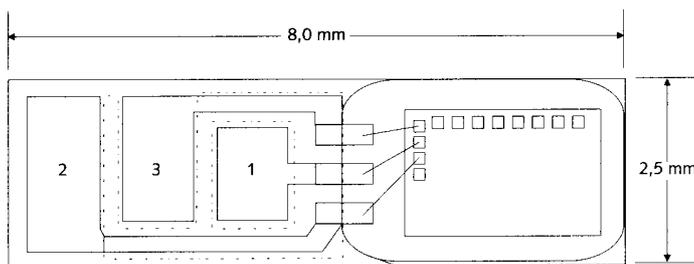
pouzdro SO8L



pin 1 +V
pin 7 GND
pin 8 Out

pouzdro HE

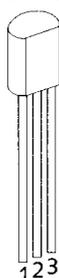
vývod 1 Výstup (Output)
vývod 2 +V_{cc} (kladné napájecí napětí)
vývod 3 GND (zem)



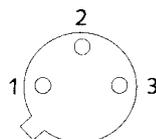
velikost: 1,55 x 2,5 mm

pouzdro TO-92

pin 1 Output
pin 2 +V
pin 3 GND



pouzdro TO-18
pohled zespodu



pouzdro TO-220
pohled shora



4. Popis výrobku

Součástka SMT160-30 je třívorkový integrovaný senzor teploty s výstupním signálem ve tvaru impulsní šířkové modulace. Dvě svorky jsou určeny pro připojení napájecího zdroje 5 V a na třetí je k dispozici výstupní signál. Impulsní šířková modulace (modulace střídy impulsu) je použita proto, aby výstupní signál byl převeditelný do číslicové formy i bez zapojení převodníku A/Č a jednoduše připojitelný ke vstupům mikroprocesoru. Přitom zůstává možnost získat z výstupního signálu informaci i v analogové formě (např. měřením střední hodnoty signálu).

Senzor SMT160-30 (pouzdro TO18) má celkovou přesnost 0,7 °C pro teploty od -30 °C do +100 °C a 1,2 °C pro teploty od -45 do +130 °C. Tyto vlastnosti umožňují využití senzoru zvláště v aplikacích, určených pro řízení a monitorování požadovaných podmínek prostředí (např. klimatizace, potravinářský průmysl). Zdroj výstupního signálu má vlastnosti obdobné jako u obvodů typu C-MOS a dovoluje připojení kabelu o délce až 20 m. Senzor SMT160-30 je tedy velmi dobře využitelný pro dálkové měření a řízení.

Parametr	Hodnota	Jednotka
Napájecí napětí	4.75 - 7	V
Napájecí proud	max. 200	μA
Ochrana proti zkratu	bez časového omezení (v rozsahu napájecího napětí)	-
Rozsah pracovních teplot	-45 do +130	°C
Skladovací teplota	-50 do +150	°C

5. Charakteristické údaje

Údaje	TO18			TO92	TO220	HE	SOIC	jednotky
	min.	typ	max.	max. ¹	max.	max.	max.	
Napájecí napětí ²	4.75	5	7	*	*	*	*	V.
Napájecí proud	160		200	*	*	*	*	μA.
Teplotní rozsah ³	-45	-	130	*	*	*	*	°C
Celková přesnost ⁴	-30 + 100 C		0,7	1,2	1,7	1,5	1	°C
	-45 + 130 C		1,2	2	1,7	1,5	1,5	°C
Nelinearita ⁵			0,2	0,4	0,5	1,0	1,0	°C
Vliv změn napájecího napětí			0,1	*	*	*	*	°C/V
Opakovatelnost			0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	°C
Dlouhodobý drift			0,05	-	-	-	0,05	°C
Výstup:								
- střída impulsu = $0,320 + 0,00470 \cdot t$ (t = teplota ve °C)								
- kmitočet	1	-	4	*	*	*	*	kHz
- šum			0,005	*	*	*	*	°C
- impedance			200	*	*	*	*	Ohm

¹ Všechny nezmiňené specifikace stejné jako pro TO18

² Pouzdro spojené se zemí

³ Senzor SMT 30-160-18 může být po krátkou dobu provozován i v rozsahu teplot -65 až do +160 °C aniž by došlo k jeho poškození. Udávaná přesnost platí však pouze pro rozsah teplot dovolený v trvalém provozu.

⁴ Celková přesnost respektuje všechny chyby

⁵ Použitelné od -30 do +100 °C

6. Definice údajů

Popis obvodu SMT160-30 je koncipován tak, aby usnadnil návrh jeho použití pro široký okruh různých měřicích a regulačních aplikací. Správný návrh vyžaduje přesnou interpretaci charakteristických údajů a znalost jejich vlivu na přesnost. Obvod SMT160-30 je v podstatě bipolární senzor teploty (základem je polovodičový přechod PN polarizovaný v propustném směru), doplněný elektronickými obvody pro převod signálu senzoru na impulsní šířkovou (resp. modulaci střídý impulsního signálu). Velkou předností senzoru je, že jeho obvody jsou kalibrovány již při výrobě a nevyžadují tedy dodatečnou kalibraci uživatelem.

Výstupní signál

Jak bylo již uvedeno výstupní signál má pravoúhlý průběh s přesně definovanou závislostí střídý impulsního signálu na teplotě. Střída impulsního signálu, tj. poměr šířky impulsu k době periody je lineárně závislá na teplotě podle rovnice:

$$D.C. = 0.320 + 0.00470 \cdot t$$

D.C. ... je duty cycle (střída impulsního signálu)
t ... teplota [°C]

Výpočtem z rovnice snadno zjistíme, že např.
při teplotě 0 °C je D.C. = 0,320 neboli 32,0 % a
při teplotě 130 °C je D.C. = 0,931 neboli 93,1 %.

Celková přesnost

Výše uvedený vztah představuje základní (nominální) rovnici. Celková přesnost je definovaná jako maximální odchylka od závislosti popsané nominální rovnicí. Pro teploty nad 100 °C přesnost klesá.

Nelinearita

Nelinearita je v případě obvodu SMT160-30 definována jako odchylka od regresní přímky vypočtené z dat naměřených v celém rozsahu teplot. Pro rozsah teplot od -30 °C do +100 °C je nelinearita menší než 0,2 °C (platí pro TO18).

Dlouhodobý drift

Dlouhodobý drift silně závisí na pracovních podmínkách. Při pokojové teplotě je velmi malý (< 0,05 °C). Při vyšších teplotách dochází k jeho zvýšení hlavně v důsledku změn vlastností obvodu vyvolaných mechanickým napětím (např. dilatace). Dlouhodobý drift je částečně nevratný, zhoršuje opakovatelnost a může způsobit i dlouhodobé změny parametrů. Při teplotách nad 100 °C, ležících však ještě v pracovním rozsahu, lze očekávat dlouhodobý drift lepší než 0,1 °C.

Šum

Rozlišovací schopnost je lepší než 0,005 °C. Směrodatná odchylka šumu (efektivní hodnota), měřená v časovém úseku 20 ms, je menší než 0,005 °C.

Časové konstanty

Časová konstanta je definovaná jako časový interval nutný k tomu, aby teplota senzoru dosáhla 63% skokové změny na senzor působící teploty. Časové konstanty senzoru jsou měřeny za různých okolních podmínek. Aby je bylo možné srovnávat navzájem a s jinými typy senzorů, byly pro měření použity stejné postupy.

Podmínky práce senzoru	časová konstanta (s) (TO18)
senzor v hliníkovém bloku na jisté teplotě (střední hodnota z několika měření)	0,6
senzor ponořený do míchané olejové lázně (střední hodnota z několika měření)	1,4
senzor ve vzduchu proudícím rychlostí asi 3 m/s - bez chladiče	13,5
senzor ve vzduchu proudícím rychlostí asi 3 m/s s chladičem	5,0
klidný vzduch - bez chladiče	60
klidný vzduch- s chladičem	100

Výše uvedené údaje jsou obtížně měřitelné, jejich přesnost je odhadována na 5 %. Jsou platné pro senzor v pouzdru TO-18, neplatí pro pouzdro TO-92 nebo čip.

7. Činnost obvodu

Střída impulsního průběhu je snadno měřitelná mikrokontrolérem. Stačí připojit výstup senzoru na jeden ze vstupů mikrokontroléru a jednoduchým programem zjišťovat, zda vstup je na nízké nebo vysoké logické úrovni. Program tedy provádí vzorkování stavu vstupního signálu a rychlost vzorkování (tj. doba mezi sousedními testy stavu vstupního signálu) je omezena dobou výkonu instrukcí mikroprocesoru. Vzorkováním více než jedné periody výstupního signálu senzoru se zvyšuje přesnost měření a potlačuje (filtruje) vliv rušení (šumu). Z teorie zpracování signálů může být odvozeno, že existuje vztah mezi kmitočtem signálu senzoru, vzorkovací rychlostí a šumem vzorkování. Šum vzorkování omezuje přesnost a je roven:

T_{error} = chyba měření (= směrodatná odchylka vzorkovacího šumu)

t_s = doba vzorkování mikrokontrolérem

t_m = celkový čas měření

t_p = opakovací perioda výstupního signálu senzoru

Mikrokontroléry mohou vzorkovat s vysokým kmitočtem, takže krátkým programem je možné určit střidu výstupního signálu senzoru za 50 ms a dosáhnout rozlišení 0,01 °C.

$$T_{error} = \frac{200 * t_s}{\sqrt{6 * t_m * t_p}}$$

Poznámka:

Výše uvedená chyba nemá principiálně žádnou souvislost s přesností senzoru; slouží pouze k získání představy o přesnosti měření střidy impulsu pomocí mikrokontrolérů (směrodatná odchylka).

Další informace o měření střidy pomocí mikrokontrolérů lze získat v Aplikačních zprávách SMARTEC.

SMARTEC

 **omnitron**

V případě zájmu o další informace, příp. vzorky obraťte se prosím na adresu:
OMNITRON s.r.o., Dopraváků 723, 184 00 Praha 8
Tel.: 02/830 85 244, 5 (02/2830 85 244, 5); fax: 02/830 85 295 (02/2830 85 295)
www.omnitron.cz; www.smartec.nl; www.smartec.cz; e-mail: info@omnitron.cz
