

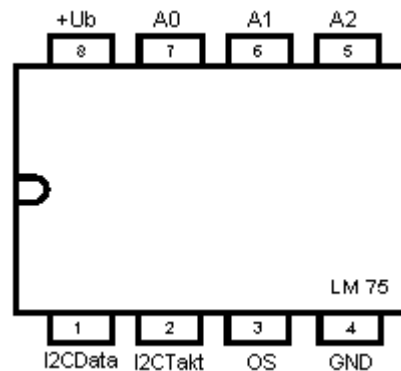
Bausteine

I²C -Gatter



LM 75

Temperatursensor



Orientierung

Der LM 75 ist ein Temperatursensor der Fa. National Semiconductor, der am I²C-Bus betrieben werden kann. Er arbeitet in einem Temperaturbereich zwischen -55°C und +125°C, jedoch besitzt er hier einen Fehler, der $\pm 3^\circ\text{C}$ beträgt. Liegt der Temperaturbereich zwischen -25°C und +100°C so sinkt die Fehlertoleranz auf $\pm 2^\circ\text{C}$. Eine Messung der Temperatur sowie die dazugehörige Wandlung benötigen 100ms. Den LM75 gibt es nur in der SMD-Ausführung.



Der Sensor wird für die Versorgungsspannungen 3,3V und 5V ausgeliefert. Beide Varianten arbeiten jedoch fehlerfrei im Bereich zwischen 3,0V-5,5V. Die Angabe der zu benutzenden Versorgungsspannung weist nur darauf hin, bei welcher der Sensor seine genauesten Werte von sich gibt.

Neben den Anschlüssen I2CData und I2CTakt mit denen der Baustein am I²C-Bus angeschlossen werden kann, verfügt er über einen Ausgang OS, der beim Über- oder Unterschreiten von Temperatur-Grenzwerten aktiv wird. Diese liegen ohne weitere Programmierung bei 80°C bzw. 75°C. Mit dieser Einstellung kann der LM75 auch als 'stand alone' Baustein eingesetzt werden. Beim Einsatz an Einchipcomputern wird dieser Ausgang normalerweise nicht benutzt, denn hier übernimmt der Computer typischerweise die Reaktion auf das Über- oder Unterschreiten der Temperaturgrenzen.

Adresse des LM75 am I²C-Bus

Der LM 75 Baustein besitzen drei Pins A0-A1 zur Einstellung seiner Adresse am

I2C-Bus (Verbindungen gegen GND (log 0) oder Vcc (log1)). Die restlichen Bits der Adresse sind vom Hersteller vorgegeben. Insgesamt lassen sich damit 8 Bausteine am Bus betreiben.

Bit:	7	6	5	4	3	2	1	0
Adresse:	1	0	0	1	A2	A1	A0	R/W
	Gruppe 1				Gruppe2			

Das letzte 'Adressbit' (R/W) gibt an, ob der Baustein beschrieben oder gelesen werden soll. Ist dieses Bit=0, so will der Master schreiben, ist das Bit=1, so will der Master lesen.

Die Steuerregister des LM75

Insgesamt sind im LM75 fünf Register vorhanden, mit denen der Baustein gesteuert werden kann.

- **Das Zeiger Register**

Mit ihm werden die vier weiteren Register mit den Adressen 00-03 adressiert. Nach dem Start des Bausteins ist es auf 00 gesetzt und macht es so möglich, sofort das Temperaturregister zu lesen. Zum Lesen der anderen Register muss zunächst deren Adresse in das Zeiger-Register geschrieben werden, von nun an beziehen sich alle Lesevorgänge auf das eingestellte Register.

Die Register mit den Adressen 01-03 können auch beschrieben werden. Hierzu muss vor jedem Schreibvorgang ihre Adresse in das Zeiger-Register eingeschrieben werden. Erst der zweite Schreibvorgang betrifft das gewählte Register.

Bit:	7	6	5	4	3	2	1	0
Inhalt:	0	0	0	0	0	0	Register-Auswahl	
	Temperaturregister						0	0
	Konfigurationsregister						0	1
	THYST-Register						1	0
	TOS-Register						1	1

- Adresse: **00 das Temperatur-Register (16Bit)**

Dieses 16 Bit -Register enthält den gemessenen Temperaturwert. Seine Adresse ist nach dem ersten Einschalten des Bausteins ausgewählt, so dass es sofort über zwei I2C- 8 Bit Abfragen gelesen werden kann. Das Register kann nicht beschrieben werden. Ein Lesevorgang hält die momentan ablaufende Temperaturwandlung an, so dass der gelesene Wert während des Lesevorgangs keiner Veränderung unterliegt. Nach dem Lesevorgang wird die nächste Temperaturwandlung automatisch gestartet. Sie benötigt eine Zeit von 100ms. Erst nach diesem Zeitraum macht es Sinn das Register erneut zu lesen.

- Adresse: **01 das Konfigurations-Register (8Bit)**

In diesem Register können einige Voreinstellungen des Bausteins

vorgenommen werden. (s.unten) Es kann gelesen und beschrieben werden. Um dieses Register zu erreichen muss im Zeigerregister die Adresse 01 eingeschrieben werden. Diese Adresse bleibt gültig, bis im Zeigerregister eine andere Adresse gesetzt wird.

◦ Adresse: **02 das THYST-Register (16Bit)**

Dieses Register enthält den unteren Temperaturwert, bei dem der Ausgangspin OS wieder inaktiv wird, nachdem er durch das Erreichen des oberen Temperaturwertes aktiviert wurde. Das Register kann beschrieben und gelesen werden. Um dieses Register zu erreichen muss im Zeigerregister die Adresse 02 eingeschrieben werden. Diese Adresse bleibt gültig, bis im Zeigerregister eine andere Adresse gesetzt wird.

◦ Adresse: **03 das TOS-Register (16Bit)**

Dieses Register enthält den oberen Temperaturwert, bei dem der Ausgangspin OS aktiv wird. Das Register kann beschrieben und gelesen werden. Um dieses Register zu erreichen muss im Zeigerregister die Adresse 03 eingeschrieben werden. Diese Adresse bleibt gültig, bis im Zeigerregister eine andere Adresse gesetzt wird.

Die Werte in den Temperaturregistern 00, 02 und 03

Das Temperaturregister und die Register TOS sowie THYST bestehen aus 16 Bits, in denen die Temperaturwerte als vorzeichenbehaftete Dezimalzahlen abgelegt sind. Dabei steht im MSB (Bit15) das Vorzeichen, wobei eine 1 das negative Vorzeichen - und eine 0 das positive Vorzeichen + darstellen. In den folgenden Bits 14-8 befindet sich der ganzzahlige Vorkommateil des Temperaturwertes in binärer Codierung. Die Bits 15-8 des oberen Bytes ergeben also eine vorzeichenbehaftete Binärzahl im Zweierkomplement.

Bit:	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Inhalt:	MSB	Dat7	Dat6	Dat5	Dat4	Dat3	Dat2	Dat1	LSB	x	x	x	x	x	x	x

Das LSB muss als die Nachkommastelle .0 bzw. .5 ausgewertet werden. Ist das LSB = 0 soll die Nachkommastelle .0 dargestellt werden, bei LSB = 1, die Nachkommastelle .5. Die nachfolgenden niederwertigen Bits sind undefiniert und müssen ausmaskiert werden. Da der Übertragungsvorgang dieses Wertes über den I2C-Bus in zwei Bytes durchgeführt wird, wobei das HIGH Byte als erstes erscheint, kann das HIGH Byte bereits als vorzeichenbehafteter Wert verwendet werden, das LOW Byte dagegen bedarf einer Sonderbehandlung.

Das Konfigurationsregister 01

Das Konfigurationsregister des LM75 lässt einige Voreinstellungen des Bausteins zu, die sich vorrangig auf den Ausgangspin OS beziehen. Nach dem Start sind alle Bits auf 0 gesetzt. Das Register kann gelesen und geschrieben werden. Folgende Einstellungen können vorgenommen werden ..

Bit:	7	6	5	4	3	2	1	0
Inhalt:	0	0	0	Fehler-Zyklen		OS -Pin 0/1 aktiv	Compare Interrupt	Power down
Anzahl der Zyklen			1	0	0			
			2	0	1			
			4	1	0			
			8	1	1			

◦ **Bit 0 = 1 -> Power Down**

Der gesamte Baustein kann in einen Sparmodus umgeschaltet werden, bei dem seine Stromaufnahme noch etwa 1µA beträgt. Der Ausgang OS wird dabei zurückgesetzt, es bleibt jedoch das I2C-Interface aktiv, so dass der Baustein wieder eingeschaltet werden kann. Während des 'Power Down' Zustandes können die Register TOS, THYST und das Konfigurationsregister gelesen und beschrieben werden.

◦ **Bit 1 = 1 -> Interruptmodus**

Mit diesem Bit kann der Ausgang OS in den Compare- (Bit1=0) oder den Interruptmodus (Bit1=1) umgeschaltet werden. Der Unterschied beider Zustände liegt darin, dass im Interruptmodus der Aktivitätszustand, der sich bei OS beim Über- oder Unterschreiten der Grenzen einstellt, per Programm zurückgenommen werden muss. Dies geschieht durch das Lesen eines der Register im LM75. Im Comparezustand folgt der Ausgang den Grenzen die in TOS und THYST gesetzt sind automatisch, ein Überschreiten von TOS aktiviert OS ein Unterschreiten von THYST deaktiviert OS. Die Starteinstellungen von TOS beträgt 80°C und die von THYST 75°C.

◦ **Bit 2 = 1 -> OS aktiv bei 1**

Mit diesem Bit kann bestimmt werden, welchen Zustand der Ausgangspin OS bei Aktivität annehmen soll. Ist Bit2 = 0, so signalisiert der Pin mit einer 0 im Ausgang, dass ein Ereignis eingetreten ist. Ist nichts los, so verbleibt er auf log1. Im Fall von Bit2 = 1 ändert sich dieses Verhalten ins Gegenteil.

◦ **Bit 3 und Bit 4 -> Rauschunterdrückung**

Mit diesen beiden Bits kann die Sensibilität beim Überschreiten der Schaltgrenze reduziert werden. Bevor OS tatsächlich schaltet, muss eine vorgegebene Anzahl von Temperaturwerten oberhalb bzw. unterhalb der Schaltschwelle gemessen worden sein. Die Anzahl kann der obigen Tabelle entnommen werden.

◦ **Bit 5 bis 7 -> müssen auf 0**

Diese Bits sind unbenutzt, müssen nach den Herstellerangaben aber, wegen interner nicht dokumentierter Bedeutung, auf 0 gesetzt werden.