

## I<sup>2</sup>C-programmierbare CMOS-Taktgeneratoren und VCXO

### Grenzwerte

Parameter	Kurzzeichen	min.	max.	Einheit
Betriebsspannung	$U_B$	-0,5	3,8	V
Eingangsspannung, Pins CLKIN, SCL, SDA	$U_{ECLKIN}$	-0,5	3,8	V
Eingangsspannung, Pin VC	$U_{EVC}$	-0,5	$U_B+0,3$	V
Eingangsspannung, Pins XA, XB	$U_{EXA/XB}$	-0,5	1,3	V
Sperrschichttemperatur	$\vartheta_j$	-55	150	°C

### Kennwerte ( $U_B = 2,5\text{ V}$ , $\vartheta_B = -40\dots+85\text{ °C}$ )

Parameter	Kurzzeichen	min.	typ.	max.	Einheit
Betriebsspannungen (wahlweise)					
für Oszillatoren	$U_B$	3,0	3,3	3,6	V
für Oszillatoren	$U_B$	2,25	2,5	2,75	V
für Ausgangsstufen	$U_{BA}$	1,71	1,8	1,89	V
für Ausgangsstufen	$U_{BA}$	2,25	2,5	2,75	V
für Ausgangsstufen	$U_{BA}$	3,0	3,3	3,6	V
Betriebsstrom					
bei drei Ausgängen	$I_B$		22	35	mA
bei acht Ausgängen	$I_B$		27	45	mA
Betriebstemperatur	$\vartheta_B$	-40	25	85	°C
Startzeit	$t_s$		1	10	ms
Quarzoszillator					
Frequenz	$f_Q$	25		27	MHz
Lastkapazität	$C_L$	6		12	pF
VCXO (nur Si5351B)					
Steuerspannung	$U_S$	0	$0,5 \cdot U_B$	$U_B$	V
Verstärkung	$V$	18		150	ppm/V
Steuerlinearität	$\Delta V$	-5		5	%
Ziehbereich	$\Delta f$	$\pm 30$	0	$\pm 240$	ppm
Modulationsbandbreite	$\Delta f_M$		10		kHz
Ausgang					
Frequenz	$f_A$	0,008		160	MHz
Lastkapazität	$C_L$			15	pF
Strom, $C_L = 5\text{ pF}$	$I_A$		2,2	5	mA
Impedanz, $U_{BA} = 3,3\text{ V}$	$Z_A$		50		$\Omega$
High-Pegel	$U_{AH}$	$U_B - 0,6$			V
Low-Pegel	$U_{AL}$			0,6	V
thermischer Widerstand					
MSOP-10-Gehäuse	$\vartheta_{JA}$		131		K/W
QFN-20-Gehäuse	$\vartheta_{JA}$		51		K/W

### Kurzcharakteristik

- Ausgangsfrequenz 8 kHz bis 160 MHz
- drei (Si5351A) bzw. acht (Si5351B/C) unabhängig voneinander einstellbare Ausgänge
- via I<sup>2</sup>C-Bus konfigurierbar
- nur Quarz als externes Bauteil erforderlich
- separate Betriebsspannungen für Oszillatoren und Ausgangsstufen möglich
- im MSOP-10- (Si5351A) und QFN-20-Gehäuse (Si5351B/C) verfügbar

### Beschreibung

Die Schaltkreise der Serie Si5351 sind per I<sup>2</sup>C-Schnittstelle konfigurierbare Taktgeneratoren, die sich als Ersatz für Quarzoszillatoren, VCXOs und Phasenregelschleifen (PLL) eignen.

Die Frequenzerzeugung erfolgt intern im Si5351A über einen Quarzoszillator und zwei nachgeschaltete PLL-Stufen. Beim Si5351B ist nach dem Quarzoszillator nur eine PLL-Stufe vorhanden, dafür jedoch noch ein extern steuerbarer VCXO. Die Frequenzerzeugung beim Si5351C ist identisch zum Si5351, jedoch lassen sich die Signale unterschiedlicher Schaltkreise über einen externen Referenztakt synchronisieren.

Die Frequenzerzeugung erfolgt bei allen ICs in zwei Schritten. In der PLL-Stufe wird aus der Quarzfrequenz durch Vervielfachung ein höherfrequentes Signal erzeugt. Alternativ kommt ein VCXO zum Einsatz. Anschließend teilen drei bzw. acht einzelne Synthesizer die Frequenz dieses Signals im nichtgeradzahligen Verhältnis zur den gewünschten Ausgangsfrequenzen.

Der Si5351A besitzt drei Ausgänge, der Si5351B und Si5351C je acht Ausgänge, wobei sich bei allen ICs über die Matrix jeder Generator an jeden Ausgang schalten lässt.

Um zumindest den Einsatz des Si5351A zu erleichtern, steht ein vom US-amerikanischen Hersteller Adafruit ([www.adafruit.com](http://www.adafruit.com)) entwickeltes sogenanntes Breakout-Board zur Verfügung.

### Blockschaltbild

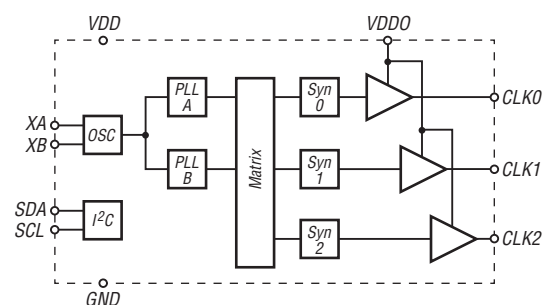


Bild 1: Blockschaltbild des Si5351A

## Weitere Blockschaltbilder

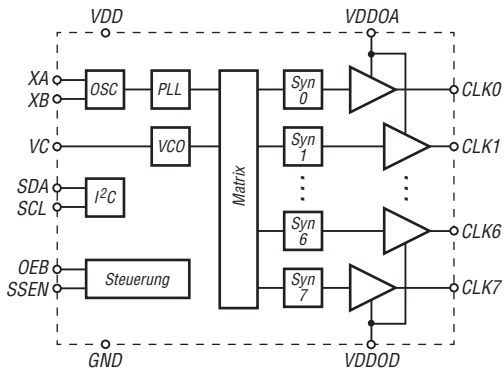


Bild 2: Blockschaltbild des Si5351B

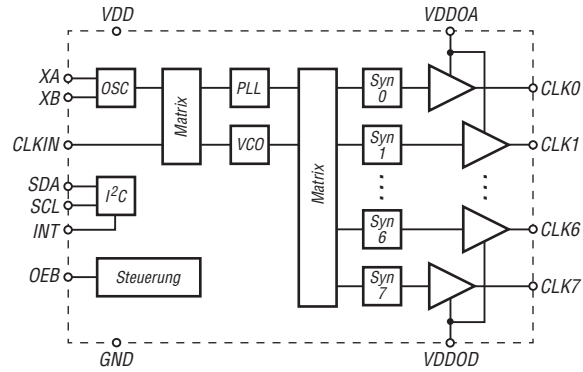


Bild 3: Blockschaltbild des Si5351C

### Anschlussbelegung (Si5351A, MSOP-10)

- Pin 1: Betriebsspannung (VDD)
- Pin 2, 3: Quarzanschlüsse (XA, XB)
- Pin 4: Takt für I²C-Bus (SCL)
- Pin 5: Daten für I²C-Bus (SDA)
- Pin 10, 9, 6: Ausgangssignal 0 ... 2 (CLK0...CLK2)
- Pin 7: Betriebsspannung für Ausgangsstufen (VDDO)
- Pin 8: Masse (GND)

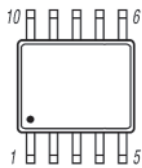


Bild 4: Pinbelegung (MSOP-10)

### Anschlussbelegung (Si5351B, Si5351C, QFN-20)

- Pin 1, 2: Quarzanschlüsse (XA, XB)
- Pin 3: bei Si5351B Steuerspannung VCXO (VC), bei Si5351C Interruptausgang (INT)
- Pin 4: Takt für I²C-Bus (SCL)
- Pin 5: Daten für I²C-Bus (SDA)
- Pin 6: bei Si5351B Streuspektrum-Freigabe (SSEN), bei Si5351C PLL-Takteingang (CLKIN)
- Pin 7: Ausgangstreiberfreigabe (OEB)
- Pin 13, 12, 9, 8, 19, 17, 16, 15: Ausgangssignal 0 ... 7 (CLK0 ... CLK7)
- Pin 11, 10, 18, 14: Betriebsspannungen für Ausgangspaare A ... D (VDDOA ... VDDOD)
- Pin 20: Betriebsspannung für Oszillatoren (VDD)
- Zentralpad: Masse (GND)

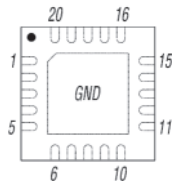


Bild 5: Pinbelegung (QFN-20)

### Hersteller

Silicon Laboratories Inc., 400 West Cesar Chavez, Austin, TX 78701, USA, [www.silabs.com](http://www.silabs.com)

### Bezugsquellen

Mouser Electronics, Elsenheimerstr. 11, 80687 München; [www.mouser.de](http://www.mouser.de) → Si5351A, Si5351B, Si5351C

EXP GmbH, Meerwiesertalweg 23, 66123 Saarbrücken, [www.exp-tech.de](http://www.exp-tech.de) → Adafruit Si5351A Clock Generator Breakout Board – 8 kHz to 160 MHz

### Funktion

Nahezu alle Funktionen der ICs der Si5351-Familie lassen sich durch Lesen und Beschreiben bestimmter Register im RAM-Bereich steuern. Die Kommunikation zwischen der Steuerbaugruppe und den Si5351 erfolgt dabei via I²C-Schnittstelle.

Die ICs besitzen eine aus 7 Bit bestehende Slave-Adresse.

Der Schreibvorgang erfolgt gemäß I²C-Spezifikation durch das Aussenden der Slave-Adresse, eines Schreibbits (0), der 8-Bit-Registeradresse und 8 Bit Da-

ten. Ein Schreibvorgang mit mehreren Datenbytes lässt sich initialisieren, ohne dass jedes Mal die Slave-Adresse neu gesendet werden muss.

Jeder Lesevorgang läuft hingegen in zwei Stufen ab. Zuerst wird die Adresse des auszulesenden Registers gesendet und anschließend werden die Daten von der angegebenen Adresse gelesen. Ein Lesevorgang mit mehreren Datenbytes lässt sich ebenfalls initialisieren, ohne dass jedes Mal die Slave-Adresse neu gesendet werden muss.

Die erforderliche Konfiguration lässt sich auch von einem Rechner mit dem Betriebssystem Microsoft Windows XP, Vista und 7 vornehmen. Das auf der Hersteller-Website unter [www.silabs.com/ClockBuilder](http://www.silabs.com/ClockBuilder) zur Verfügung stehende Programm *ClockBuilder* erzeugt eine Textdatei, die im nicht flüchtigen Speicher des Si5351 abgelegt wird und sich somit zur Initialisierung der Si5351 eignet. Auf diese Weise ist während des Betriebs der ICs keine Verbindung über den I²C-Bus erforderlich.