

Функции и особенности

Микросхема IN1356D - Микросхема часов реального времени с последовательным интерфейсом.

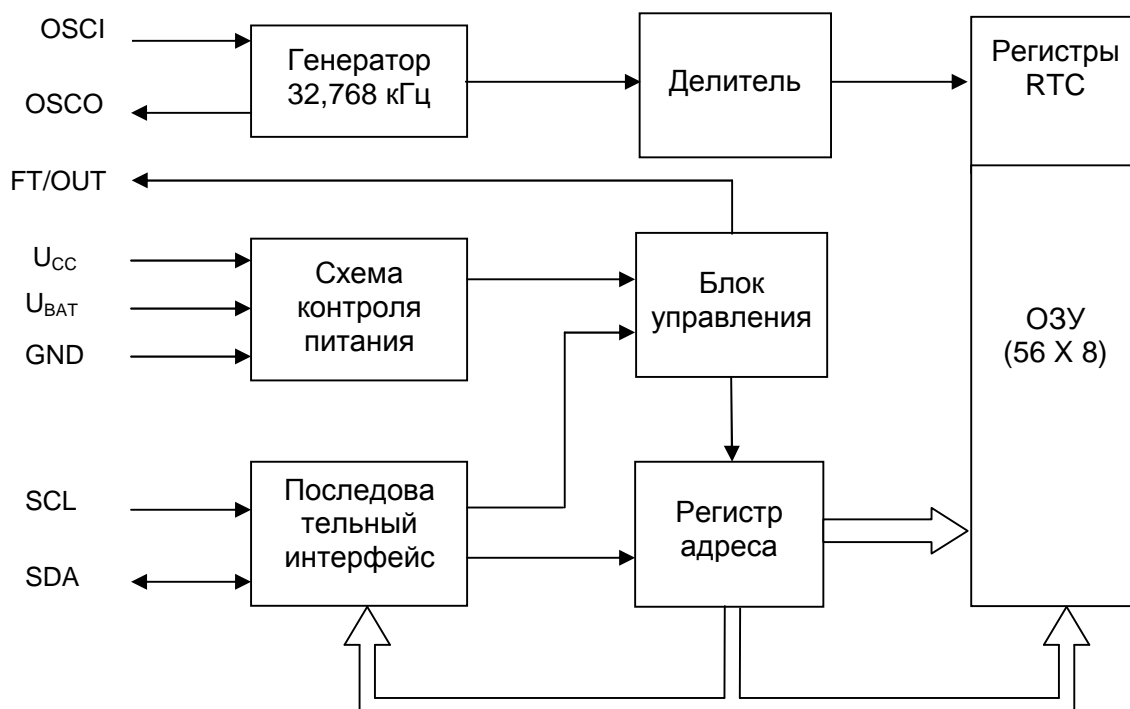
Микросхема IN1356D предназначена для использования в устройствах обработки и подсчета времени.

Ближайшим функциональным аналогом микросхемы IN1356D является микросхема M41T56 фирмы «ST Microelectronics».

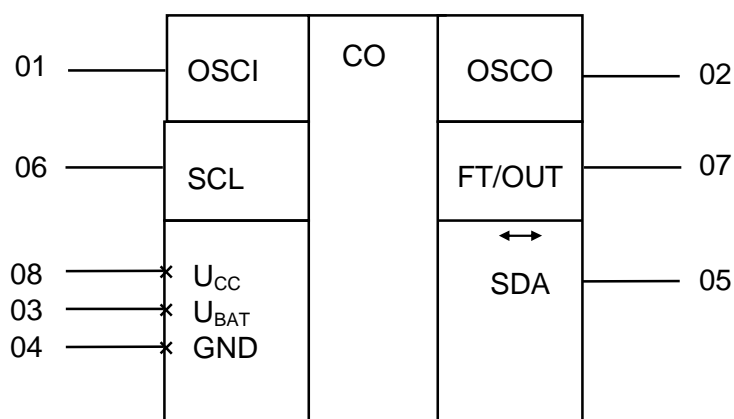
Основные технические характеристики микросхемы:

- подсчет в режиме реального времени секунд, минут, часов, дней недели, даты, месяцев и лет с учетом високосных;
- передача данных по двухпроводному последовательному интерфейсу, совместимому с I²C-интерфейсом;
- хранение данных в 56-байтовом ОЗУ;
- автоматическое переключение на резервный источник (батарейное питание);
- подстройка точности хода часов (точность подстройки хода часов Δf_0 находится в пределах от минус 2,034 до плюс 4,068 ppm).
- микромощный режим потребления в режиме резервного питания с работающим генератором (ток потребления менее 550 нА);
- диапазон рабочих температур среды от минус 40 до плюс 85 °С.

Схема электрическая структурная



Условное графическое обозначение



Назначение выводов

Номер вывода	Обозначение	Назначение
01	OSCI	Вход для подключения кварцевого резонатора
02	OSCO	Выход для подключения кварцевого резонатора
03	U _{BAT}	Вывод питания от резервного источника напряжения
04	GND	Общий вывод
05	SDA	Вход/выход последовательных данных
06	SCL	Вход синхросигнала
07	FT/OUT	Выход сигнала контроля частоты / выход сигнала управления
08	U _{CC}	Вывод питания от источника напряжения

Описание выводов и сигналов

U_{CC} – вывод питания от источника напряжения

При напряжении питания в пределах от 4,5 до 5,5 В микросхема полностью доступна для чтения и записи информации. Когда U_{CC} падает ниже $1,25 \times U_{BAT}$, чтение или запись данных запрещается. Однако счет времени продолжается, поддерживаемый низким напряжением питания. Когда U_{CC} падает ниже U_{BAT} , ОЗУ и схема счета времени переключаются на резервное питание U_{BAT} .

U_{BAT} – вывод питания от резервного источника напряжения

В качестве резервного источника напряжения питания используется любой стандартный литиевый элемент питания напряжением 3 В или другой источник энергии. Для правильной работы схемы напряжение резервного элемента питания должно быть в пределах от 2,5 до 3,5 В. Напряжение защиты от записи, при котором прекращается доступ к часам реального времени и ОЗУ, установлено внутренней схемой в значение $1,25 \times U_{BAT}$. При отсутствии основного питания литиевый батарейный источник питания с емкостью 48 мАч будет поддерживать микросхему в резервном режиме работы более 10 лет при температуре $(25 \pm 10) ^\circ\text{C}$.

SCL - вход синхросигнала

Синхросигнал используется для синхронизации передачи данных по последовательному интерфейсу.

SDA - вход/выход последовательных данных

Вывод SDA является входом/выходом данных для двухпроводного последовательного интерфейса. Выход SDA имеет открытый сток, для которого необходимо подключение внешнего нагрузочного резистора.

FT / OUT – выход сигнала контроля частоты / выход сигнала управления

Если бит FT регистра управления находится в «1», выход FT/OUT генерирует прямоугольные импульсы частотой 512 Гц. Если бит FT находится в «0», выход FT/OUT выдает состояние («1» или «0») бита OUT регистра управления. Вывод FT/OUT имеет открытый сток, для которого необходимо подключение внешнего нагрузочного резистора. Когда U_{CC} падает ниже $1,25 \times U_{BAT}$, вывод FT/OUT находится в третьем состоянии.

OSCI, OSCO – вход и выход для подключения кварцевого резонатора

Между выводами OSCI и OSCO подключается кварцевый резонатор со следующими характеристиками:

- частота параллельного резонанса $f_p = 32,768$ кГц при емкости нагрузки $C_L = 12,5$ пФ;
- последовательное сопротивление $R_S \leq 60$ кОм.

Микросхема IN1356D может работать от внешнего генератора с частотой 32,768 кГц, при этом вывод OSCI подключают к внешнему генератору сигнала, а вывод OSCO оставляют неподключенным.

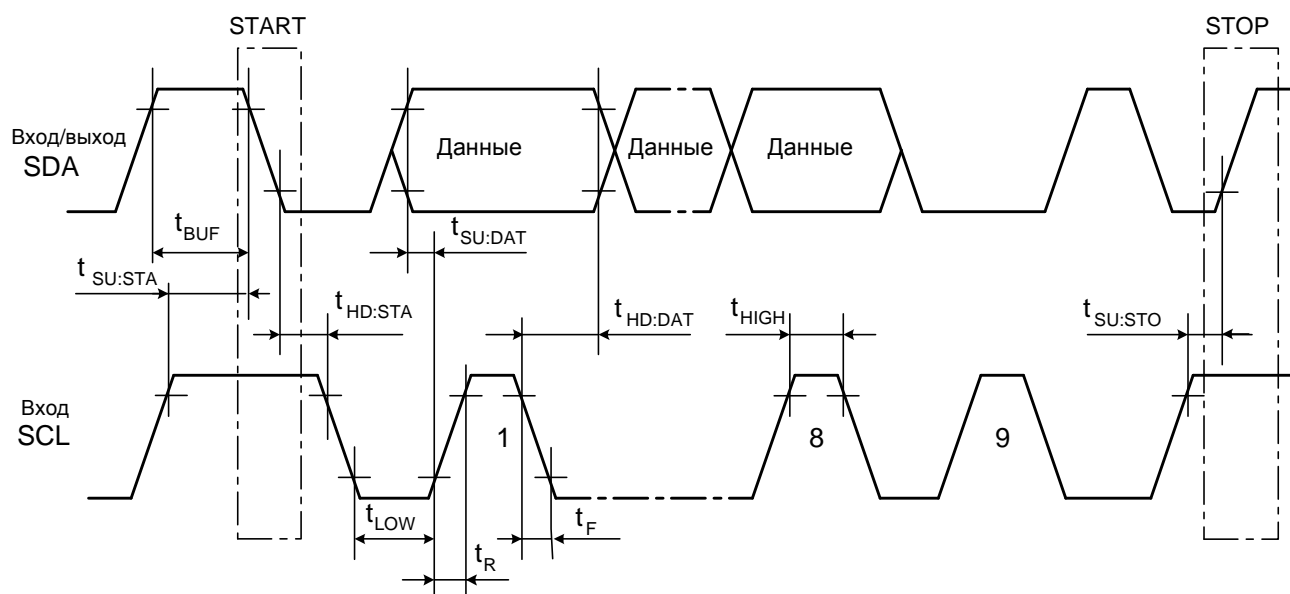
Электрические параметры

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозна- чение	Норма		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Выходное напряжение низкого уровня, В $U_{CC}=4,5$ В, $U_{BAT}=3,0$ В, $U_{IL}=0$ В, $U_{IH}=4,5$ В, $I_{OL}=5$ мА	U_{OL}	-	$\frac{0,36}{0,4}$	25 ± 10 -40 85
Ток утечки низкого уровня на входе, мкА $U_{CC}=5,5$ В, $U_{BAT}=3,5$ В, $U_I=0$ В	I_{ILL}	-	$\frac{ -0,9 }{ -1,0 }$	
Ток утечки высокого уровня на входе, мкА $U_{CC}=5,5$ В, $U_{BAT}=3,5$ В, $U_I=5,5$ В	I_{ILH}	-	$\frac{0,9}{1,0}$	
Ток утечки низкого уровня на выходе, мкА $U_{CC}=5,5$ В, $U_{BAT}=3,5$ В, $U_{IL}=0$ В, $U_{IH}=5,5$ В, $U_O=0$ В	I_{OLL}	-	$\frac{ -0,9 }{ -1,0 }$	
Ток утечки высокого уровня на выходе, мкА $U_{CC}=5,5$ В, $U_{BAT}=3,5$ В, $U_{IL}=0$ В, $U_{IH}=5,5$ В, $U_O=5,5$ В	I_{OLH}	-	$\frac{0,9}{1,0}$	
Динамический ток потребления, мА $U_{CC}=5,5$ В, $U_{BAT}=3,5$ В, $U_{IL}=0$ В, $U_{IH}=5,5$ В, $f_{SCL}=100$ кГц	I_{OCC}	-	$\frac{0,27}{0,3}$	
Ток потребления, мкА $U_{CC}=5,5$ В, $U_{BAT}=3,5$ В, $U_{IL}=0$ В, $U_{IH}=5,5$ В	I_{CC}	-	$\frac{180}{200}$	
Ток потребления от резервного источника на- пряжения, мкА $U_{CC}=0$ В, $U_{BAT}=3,0$ В	I_{BAT}	-	$\frac{0,5}{0,55}$	

Предельно допустимые и предельные режимы эксплуатации

Наименование параметра режима, единица измерения	Буквенное обозначение	Предельно допустимый режим		Предельный режим	
		не менее	не более	не менее	не более
Напряжение питания, В	U_{CC}	4,5	5,5	-0,3	7,0
Напряжение питания от резервного источника напряжения, В	U_{BAT}	2,5	3,5	-0,3	7,0
Входное напряжение низкого уровня, В	U_{IL}	0	1,5	-0,3	-
Входное напряжение высокого уровня, В	U_{IH}	3,0	$U_{CC}+0,8$	-	7,0
Выходной ток низкого уровня, мА	I_{OL}	-	5	-	20
Частота входного сигнала, кГц на входе SCL при $C_L \leq 100$ пФ	f_{SCL}	-	100	-	-

Временная диаграмма режима передачи данных



Время свободной шины между состояниями STOP и START $t_{BUF} \geq 4,7$ мкс

Время удержания условия START $t_{HD:STA} \geq 4,0$ мкс

Длительность сигнала низкого уровня $t_{LOW} \geq 4,7$ мкс

Длительность сигнала высокого уровня $t_{HIGH} \geq 4,0$ мкс

Время установки условия START $t_{SU:STA} \geq 4,7$ мкс

Время удержания данных $t_{HD:DAT} \geq 0$ мкс

Время установки данных $t_{SU:DAT} \geq 250$ нс

Длительность фронта сигнала SCL $t_R \leq 1000$ нс

Длительность спада сигнала SCL $t_F \leq 300$ нс

Время установки условия STOP $t_{SU:STO} \geq 4,7$ мкс



Функционирование

Микросхема IN1356D работает как «ведомое» устройство на последовательной шине. Для доступа к нему нужно установить состояние START и передать следом за идентификационным кодом устройства адрес регистра. К следующим регистрам можно обращаться последовательно до установления состояния STOP. Когда уровень напряжения питания U_{CC} становится ниже $1,25 \times U_{BAT}$, происходит прекращение доступа к микросхеме, и счетчик адреса сбрасывается. В это время микросхема не распознает входные данные, исключая запись ошибочной информации. Когда U_{CC} падает ниже U_{BAT} , микросхема переключается в батарейный режим, потребляя низкий ток. При питании U_{CC} выше $U_{BAT}+0,2$ В устройство переключается с батарейного питания на U_{CC} , а распознает входные данные - при U_{CC} выше $1,25 \times U_{BAT}$.

Карта адресов RTC и ОЗУ

Карта адресов регистров RTC (real time clock) и ОЗУ отображена на рисунке. Регистры часов реального времени имеют адреса 00H – 07H. Регистры ОЗУ имеют адреса 08H – 3FH. В режиме многобайтового доступа адрес 3FH (конец адресного пространства ОЗУ) переходит к адресу 00H (начало адресного пространства регистров RTC).

00H	Секунды
	Минуты
	Век / часы
	День
	Число
	Месяц
	Год
07H	Управление
08H	ОЗУ
3FH	56 x 8

Часы и календарь

Получение информации о времени и дате осуществляется посредством чтения соответствующих регистровых байтов. При включении питания начальное состояние всех регистров не определено. Установка и инициализация времени и календаря производится посредством записи соответствующих байтов. Информация, содержащаяся в регистрах времени и календаря, представляет собой двоично-десятичный код.

Бит ST (stop bit) регистра секунд (адрес 0) является битом остановки часов. Когда он установлен в «1», генератор выключен.

Бит СЕВ (century enable bit) управляет состоянием бита СВ (century bit) регистра часов (адрес 2). Если бит СЕВ установлен в «1», происходит переключение бита СВ из «1» в «0» либо из «0» в «1» (определяется начальным состоянием) каждые 100 лет. Если бит СЕВ установлен в «0», переключение бита СВ блокируется и он находится в исходном состоянии.

Микросхема IN1356D работает в 24-часовом режиме.

При очередном появлении состояния START на входе SDA происходит запись текущего времени из счетчиков в соответствующие регистры (при первичном появлении состояния START относительно включения питания микросхемы запись текущего времени отсутствует). Данные о времени из этих регистров считываются последовательно побайтно путем указания их адресов, а часы продолжают работать.



Регистры RTC

Адрес	Данные								Функции/диапазон	
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
0	ST	Десятки секунд			Единицы секунд			Секунды	00=59	
1	X	Десятки минут			Единицы минут			Минуты	00-59	
2	CEB	CB	Десятки часов		Единицы часов			Век / часы	0-1 / 00-23	
3	X	X	X	X	X	День недели		Дни недели	01-07	
4	X	X	Десятки числа		Единицы числа			Числа	01-31	
5	X	X	X	10M	Единицы месяца			Месяцы	01-12	
6	Десятки годов			Единицы годов			Годы	00-99		
7	OUT	FT	S	Калибровка			Управление	-		
Примечания 1 10M – десятки месяца. 2 X – любое состояние («0» или «1»)										

Регистр управления

Регистр управления (адрес 7) используется для управления выводом FT/OUT и подстройки хода часов. Если бит FT (frequency test) находится в «1», выход FT/OUT генерирует прямоугольные импульсы частотой 512 Гц. Если бит FT находится в «0», выход FT/OUT выдает состояние («1» или «0») бита OUT. Бит S (sign bit) и пять младших разрядов регистра управления задают величину калибровки частоты.

Точность хода часов реального времени зависит от кварцевого резонатора и температурного дрейфа его характеристик. Для обеспечения требований некоторых систем микросхема содержит модуль цифровой подстройки хода, который обеспечивает коррекцию времени до +126,108 ppm или -63,054 ppm (ppm – parts per million, или миллионная часть). Величина подстройки задается операндом в регистре управления: 5 младших разрядов регистра задают величину подстройки и могут принимать значения от 0 до 31, а 6-ой разряд определяет знак подстройки (положительная или отрицательная). Если значение 5-ти младших разрядов регистра равно «0», то подстройки нет. Операнд в регистре представляется в двоичном формате.

Калибровка

Система анализирует частоту 512 Гц на выходе FT/OUT микросхемы и затем в регистр управления загружает соответствующий операнд подстройки. Частота 512 Гц отражает уход частоты кварцевого резонатора. Подстройка выполняется внутри 64 минутного цикла в течение первых 62-минутных циклов, в каждом из которых корректируется только одна секунда путем замены одного импульса частотой 128 Гц двумя импульсами частотой 256 Гц в случае положительной подстройки (секунда укорачивается) или исключением одного импульса частотой 256 Гц в случае отрицательной настройки (секунда удлиняется).

Такой механизм обеспечивает следующую точность подстройки в 64-минутном цикле:

- при положительной подстройке точность равна + 2,034 ppm [256 циклов/(32768 циклов x 60 секунд x 64 минуты) x 1000000 = 2,034];

- при отрицательной подстройке точность равна – 1,017 ppm [(128 циклов/(32768 циклов x 60 секунд x 64 минуты)) x 1000000 = 1,017].

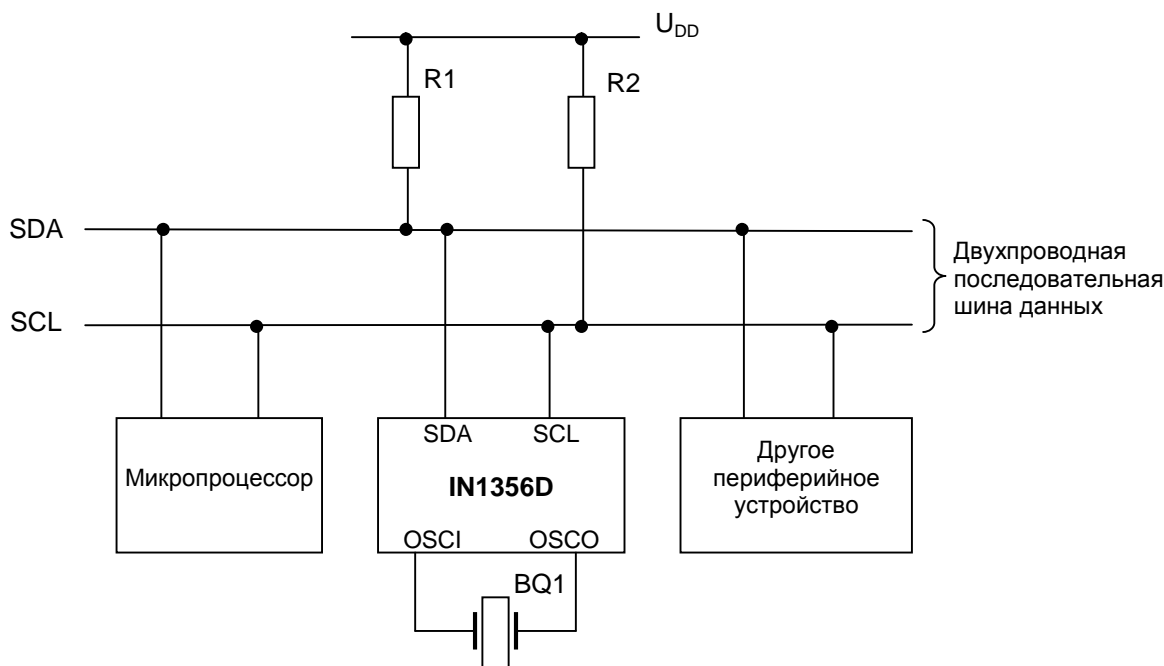
Если значение операнда корректировки в регистре управления равно «1», будут корректироваться первые 2 минуты в 64-минутном цикле и точность одного шага корректировки равна + 4,068 ppm (2,034 x 2 = 4,068) или – 2,034 ppm (1,017 x 2 = 2,034), если значение операнда корректировки равно 6, будут корректироваться первые 12 минут в 64-минутном цикле и точность корректировки равна + 24,408 ppm или – 12,204 ppm и так далее.

Двухпроводная последовательная шина данных

Конфигурация шины с двухпроводным протоколом

Микросхема IN1356D поддерживает двунаправленную двухпроводную шину и ее протокол передачи данных. Шина должна управляться «ведущим» устройством, которое генерирует тактовый сигнал SCL, управляет доступом к шине, генерирует состояния START и STOP.

Конфигурация шины с двухпроводным протоколом



BQ1 – кварцевый резонатор
R1, R2 – резисторы ($R1=R2$)

Передача данных может быть начата только тогда, когда шина не занята. В процессе передачи данных линия данных должна оставаться стабильной, в то время как линия тактового сигнала находится в состоянии высокого уровня. Изменения состояния линии данных в тот момент, когда тактовая линия находится в высоком состоянии, будут пониматься как управляющие сигналы.

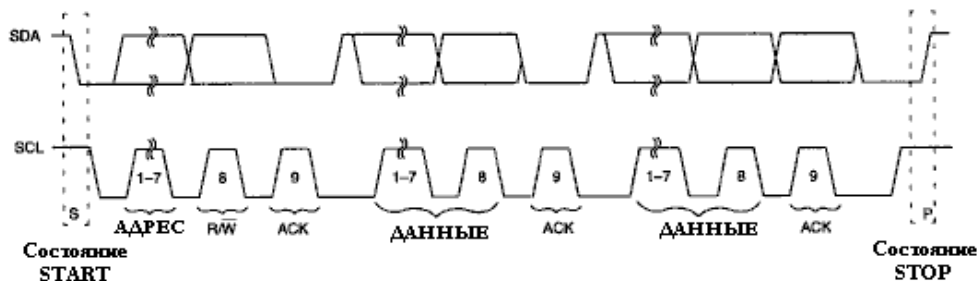
В соответствии с этим определены следующие условия:

- **шина не занята** - обе линии (данных и тактового) сигнала находятся в высоком состоянии;
- **начало передачи данных** - изменение состояния линии данных при переходе из высокого в низкое, в то время как тактовая линия находится в высоком состоянии, определяется как состояние START;
- **остановка передачи данных** - изменение состояния линии данных при переходе из низкого в высокое, в то время как тактовая линия находится в высоком состоянии, определяется как состояние STOP;
- **информационные данные** - состояние линии данных соответствует информационным данным тогда, когда после условия START линия данных стабильна во время высокого состояния тактового сигнала. Данные на линии должны быть изменены во время низкого состояния тактового сигнала: один тактовый импульс на один бит данных.

Каждая передача данных начинается при наступлении состояния START и прекращается при наступлении состояния STOP. Количество байт данных, переданных между состояниями START и STOP, не ограничено и определяется «ведущим» устройством. Информация передается побайтно и каждый прием байта подтверждается девятым битом. Передача данных осуществляется на частоте 100 кГц;

- **подтверждение приема** - каждое приемное устройство после получения каждого байта генерирует бит подтверждения приема (низкий уровень). «Ведущее» устройство должно генерировать дополнительные тактовые импульсы, которые ставятся в соответствие битам подтверждения.

Передача данных по последовательной двухпроводной шине



В зависимости от состояния бита R/\overline{W} , возможны два типа передачи:

- **данные передаются от «ведущего» передатчика «ведомому» приемнику.** Первый байт, передаваемый «ведущим», является адресом «ведомого». Затем следует последовательность байтов данных. «Ведомый» возвращает биты подтверждения приема после каждого принятого байта. При передаче данных: первым является самый старший разряд (MSB);

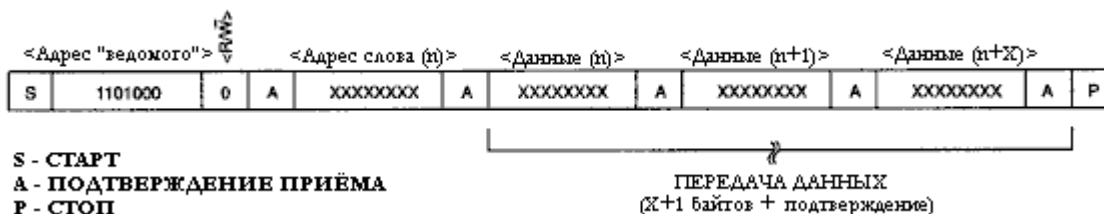
- **данные передаются от «ведомого» передатчика «ведущему» приемнику.** Первый байт (адрес «ведомого») передается «ведущему». Затем «ведущий» возвращает бит подтверждения. Это следует за передачей «ведомым» последовательности данных. «Ведущий» возвращает бит подтверждения приема после каждого принятого байта, за исключением последнего байта. После принятия последнего байта бит подтверждения приема не возвращается.

«Ведущее» устройство генерирует все тактовые импульсы и состояния START и STOP. Передача заканчивается при возникновении состояния STOP или повторного возникновения состояния START. Так как повторное состояние START является началом следующей последовательной передачи, то шина не освобождается. При передаче данных первым является самый старший разряд (MSB).

Микросхема IN1356D может работать в двух следующих режимах:

- **режим «ведомого» приемника (режим записи в IN1356D).** Последовательные данные и такты получены через SDA и SCL соответственно. После передачи каждого байта передается подтверждающий бит. Состояния START и STOP понимаются как начало и конец последовательной передачи. Распознавание адреса выполняется аппаратно после приема адреса «ведомого» и бита направления. Байт адреса является первым байтом, принимаемым после возникновения состояния START, генерируемого «ведущим». Байт адреса равен 1101000 (семь старших битов) адреса и сопровождается битом направления передачи R/\overline{W} (младший разряд), который для записи равен «0». После приема и декодирования байта адреса микросхема IN1356D выдает подтверждение на линию SDA. После подтверждения адреса «ведомого» и бита записи, «ведущий» передает адрес регистра микросхемы IN1356D. Тем самым будет установлен указатель регистра в микросхеме IN1356D. Затем «ведущий» начнет передавать каждый байт данных с последующим приемом подтверждения получения каждого байта. По окончании записи «ведущий» сформирует состояние STOP для прекращения передачи данных;

Методика записи данных в режиме «ведомого» приемника



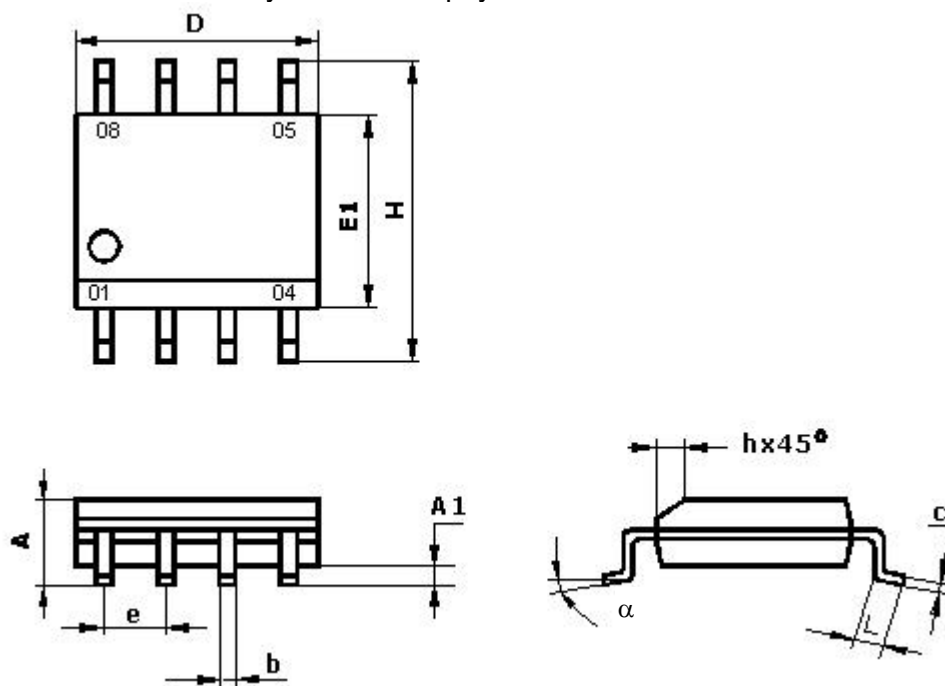
- режим «ведомого» передатчика (режим чтения из IN1356D). Первый байт принимается и обрабатывается как в режиме «ведомого» приемника. Однако, в этом режиме бит направления укажет, что направление передачи изменено. Последовательные данные передаются микросхеме IN1356D по SDA, тактовые импульсы - по SCL. Состояния START и STOP понимаются как начало и конец последовательной передачи. Байт адреса является первым байтом, принимаемым после возникновения состояния START, генерируемого «ведущим». Байт адреса содержит семь битов адреса, равных «1101000», сопровождаемых битом направления передачи R/\bar{W} , который для чтения равен «1». После приема и декодирования байта адреса микросхема IN1356D принимает подтверждение с линии SDA, после чего микросхема IN1356D начинает передавать данные с адреса, на который показывает указатель регистра. Если указатель регистра не записан перед инициализацией режима чтения, то первым прочитанным адресом является последним адрес, сохраненный в указателе регистра. Микросхема IN1356D должна послать бит «неподтверждения», чтобы закончить чтение.

Методика чтения данных в режиме «ведомого» передатчика



Габаритные размеры корпуса

Микросхема IN1356D выпускается в корпусе MS-012AA по JEDEC Publication N 95.



Габаритные размеры корпуса

	D	E1	H	b	e	α	A	A1	c	L	h
Миллиметры											
min	4,80	3,80	5,80	0,33	1,27	0°	1,35	0,10	0,19	0,41	0,25
max	5,00	4,00	6,20	0,51		8°	1,75	0,25	0,25	1,27	0,50
Дюймы											
min	0,1890	0,1497	0,2284	0,013	0,100	0°	0,0532	0,0040	0,0075	0,016	0,0099
max	0,1968	0,1574	0,2440	0,020		8°	0,0688	0,0090	0,0098	0,050	0,0196