

## Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) для весов (24 бит)

### ОПИСАНИЕ

Основанная на запатентованной компанией AVIA Semiconductors технологии микросхема HX711 является прецизионным аналого-цифровым преобразователем (АЦП) (24 бит), разработанным для весов и других применений в промышленной автоматизации. Микросхема HX711 непосредственно подключается к мостовому датчику.

Входной мультиплексор позволяет производить выбор канала А или В и подключать его ко входу усилителя с программируемым коэффициентом усиления PGA и малым уровнем собственных шумов. Для канала А коэффициент усиления программируется 128 или 64, соответствующие входному сигналу напряжением  $\pm 20\text{mV}$  или  $\pm 40\text{mV}$  полной шкалы датчика силы при питании 5В, подключенном к выводу аналогового питания AVDD. Канал В имеет фиксированный коэффициент усиления 32. Встроенный стабилизатор напряжения исключает необходимость во внешнем стабилизаторе напряжения для формирования аналогового питания АЦП и датчика. Вход синхронизации Clock является многофункциональным, на него допускается подавать синхриомпульсы от внешнего источника, к нему допускается подключать кварцевый резонатор. Наряду с этим возможно использование встроенного генератора. В последнем случае отпадает необходимость применения внешних компонентов. Схема первоначальной настройки внутренних узлов микросхемы значительно упрощает инициализацию цифрового интерфейса.

Нет необходимости в программировании внутренних регистров. Управление микросхемой HX711 осуществляется через ее выводы.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

- Два дифференциальных канала усиления, выбираемых с помощью мультиплексора.
- На чипе возможна активация малошумящего усилителя с программируемым коэффициентом усиления 32, 64, 128.
- На чипе имеется встроенный стабилизатор напряжения для формирования аналогового питания датчика и АЦП.
- Встроенный генератор не требует установки внешних компонентов (в качестве опции может устанавливаться внешний кварцевый резонатор).
- Встроенная схема для первоначальной настройки узлов при включении питающего напряжения.
- Несложная логика управления цифровыми узлами микросхемы, в том числе, последовательным интерфейсом. При этом программирование чипа не требуется.
- Скорость обновления данных измерения устанавливается 10 раз в секунду или 80 раз в секунду.
- Подавление в цепи питания наводок 50Гц и 60Гц.
- Энергопотребление с учетом встроенного стабилизатора напряжения:
  - нормальный режим работы  $< 1,5\text{mA}$
  - режим пониженного энергопотребления  $< 1\text{mA}$ .
- Допустимый диапазон питающего напряжения 2,6-5,5 В.
- Рабочий диапазон температур  $-40 - +80\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Упаковка 16 - выводная SOP-16

### ПРИМЕНЕНИЯ

- Весы
- Управление технологическими процессами

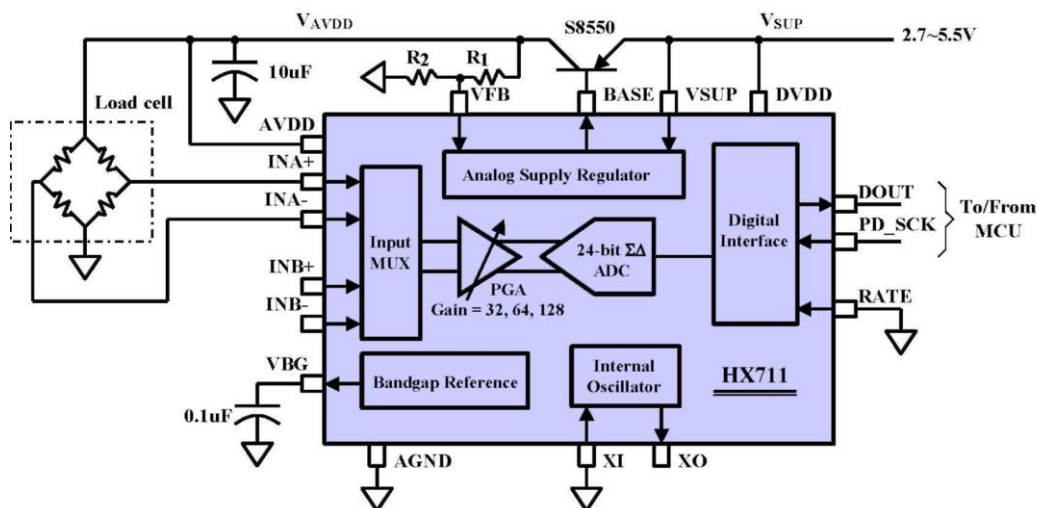


Рис. 1 Типовая структурная схема весов

## Назначение выводов

Питание стабилизатора VSUP	1	16	DVDD	Цифровое питание
Выход управления стабилизатором BASE	2	15	RATE	Вход управления скоростью обновления данных
Аналоговое питание AVDD	3	14	XI	Вход подключения кварца и внешней синхронизации
Вход управления стабилизатором VFB	4	13	XO	Вход подключения кварца
Аналоговая земля AGND	5	12	DOUT	Цифровой выход данных
Отвод опорного напряжения VBG	6	11	PD_SCK	Вход синхронизации и управление снижением потребления
Канал А Отрицательный вход INNA	7	10	INPB	Канал В Положительный вход
Канал А Положительный вход INPA	8	9	INNБ	Канал В Отрицательный вход

Упаковка SOP-16L

Выв. №	Обознач.	Назначение	Описание
1	VSUP	Питание	Питание стабилизатора: 2,7 - 5,5 В
2	BASE	Аналоговый выход	Выход управления регулирующим элементом (свободен, если не используется по назначению)
3	AVDD	Питание	Питание аналоговых цепей: 2,6 – 5,5 В
4	VFB	Аналоговый вход	Вход управления стабилизатором (connect to AGND when not used)
5	AGND	Общий	Аналоговая земля
6	VBG	Аналоговый выход	Отвод источника опорного напряжения
7	INA-	Аналоговый вход	Канал А отрицательный вход
8	INA+	Аналоговый вход	Канал А положительный вход
9	INB-	Аналоговый вход	Канал В отрицательный вход
10	INB+	Аналоговый вход	Канал В положительный вход
11	PD SCK	Цифровой вход	Управление режимом пониженного энергопотребления (Лог. 1 – активизация режима) и вход синхронизации, на который подается последовательность синхроимпульсов.
12	DOUT	Цифровой выход	Цифровой выход данных
13	XO	Цифровой вход/выход	Вход/выход кварцевого резонатора (свободен, если не используется по назначению)
14	XI	Цифровой вход	Вход/выход кварцевого резонатора или вход внешней синхронизации, Лог. 0: использование встроенного генератора.
15	RATE	Цифровой вход	Управление скоростью обновления данных, Лог. 0: 10 Гц; Лог. 1: 80 Гц.
16	DVDD	Питание	Цифровое питание: 2,6 – 5,5 В.

Табл. 1 Назначение выводов

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Параметр	Описание	МИН	ТИП	МАКС	ЕД.
Диапазон входных сигналов полной шкалы измеряемой величины	V(inp)-V(inn)	±0,5(AVDD/GAIN)			В
Синфазный входной сигнал		AGND+1.2		AVDD-1.3	В
Скорость обновления данных измерения	Встроенный генератор, RATE = 0	10			Гц
	Встроенный генератор, RATE = DVDD	80			
	Кварц или внешняя синхрозация, RATE = 0	f <sub>clk</sub> /1105920			
	Кварц или внешняя синхрозация, RATE = DVDD	f <sub>clk</sub> /138240			
Формат выходных данных	Двоичное дополнение	800000		7FFFFFF	HEX
Время установления данных <sup>1)</sup>	RATE = 0	400			мсек
	RATE = DVDD	50			
Погрешность смещения	Gain = 128 (Усиление=128)	0,2			мВ
	Gain = 64 (Усиление=64)	0,4			
Шумы на входе	Gain = 128, RATE = 0	50			нВ(ср. кв. зн.)
	Gain = 128, RATE = DVDD	90			
Погрешность от температуры	Смещение по входу (Gain = 128)	±6			нВ/°C
	Усиление (Gain = 128)	±5			ppm/°C
Коэффициент подавления синфазной составляющей	Gain = 128, RATE = 0	100			дБ
Подавление помех по питанию	Gain = 128, RATE = 0	100			дБ
Ответвление источника опорного напряжения (VBG)		1,25			В
Кварц или Внешняя синхронизация		1	11,0592	20	МГц
Напряжение питания	DVDD	2,6		5,5	В
	AVDD, VSUP	2,6		5,5	
Ток потребления аналоговых схем (Включая стабилизатор)	Нормальный режим	1400			мкА
	Режим пониженного энергопотребления	0,3			
Ток потребления цифровых схем	Нормальный режим	100			мкА
	Режим пониженного энергопотребления	0,2			

- 1) Время установления данных на выходе учитывает такие задержки как время включения питания, время первоначальной настройки узлов микросхемы, задержка при изменении настройки входа канала и коэффициента усиления.

**Табл. 2 Основные технические характеристики**

## Аналоговые входы

Дифференциальный вход канала А выполнен для непосредственного подключения к дифференциальному выходу мостового датчика. В нем программируется коэффициент усиления 128 или 64. Большой коэффициент усиления соответствует малым значениям выходного сигнала датчика. При питании 5 В, поданном на вывод AVDD, эти коэффициенты усиления соответствуют входным напряжениям полной шкалы измеряемых величин  $\pm 20$  мВ или  $\pm 40$  мВ соответственно.

Дифференциальный вход канала В имеет фиксированный коэффициент усиления 32. Значение входного напряжения полной шкалы измеряемой величины составляет  $\pm 80$  мВ при подаче питания 5 В на вывод AVDD.

## Опции питания

Цифровое питание DVDD должно быть тем же самым, что питание микроконтроллера.

При использовании внешнего стабилизатора значение выходного напряжения зависит от характеристик транзистора. Значение выходного напряжения равняется  $V_{AVDD} = V_{BG} \cdot (R1 + R2) / R1$  (Рис. 1). Значение этого напряжения должно быть меньше на 100 мВ (и более), чем напряжение VSUP.

Если встроенный стабилизатор не задействован, то вывод VSUP должен быть подключенным к цепям AVDD или DVDD в зависимости от того, где значение напряжения выше. Кроме того, вывод VFB должен быть соединен с общим проводом Ground, а вывод BASE должен оставаться свободным. В этом случае не требуется внешний конденсатор 0,1 мкФ на выводе VBG.

## Опции синхронизации

Работа встроенного генератора активируется при подаче общего провода Ground на вывод XI. При использовании встроенного генератора скорость обновления данных составляет 10 (RATE=0) или 80 (RATE=1) циклов измерения в секунду.

Для установления точного значения скорости обновления данных используется кварц или внешний источник опорной частоты. Кварц подключается к выводам XI и XO. Внешние синхросигналы допускаются подавать на вывод XI через неполярный конденсатор 20 пФ. Внешний синхросигнал необязательно должен быть прямоугольной формы. Допускается снимать синхросигнал непосредственно с выхода кварца микроконтроллера амплитудой менее 150 мВ.

При использовании кварца или внешних синхроимпульсов встроенный генератор автоматически отключается.

## Скорость обновления и формат данных

Применение встроенного генератора обеспечивает скорость обновления данных 10 (RATE=0) или 80 (RATE=1) циклов измерения в секунду.

При использовании внешних синхроимпульсов или кварца скорость обновления данных прямо пропорциональна частоте повторения внешних синхроимпульсов или резонансной частоте кварца. Применение синхроимпульсов или кварца 11,0592 Мгц приводит к скорости обновления 10 (RATE=0) или 80 (RATE=1) циклов измерения в секунду.

24 бита данных представляются в дополнительном двоичном коде. Если входной дифференциальный сигнал выходит за пределы диапазона 24 бит, выходные данные будут находиться в пределах от 800000h (МИН) или до 7FFFFFFh (МАКС.), до тех пор, пока входной сигнал не вернется к допустимому диапазону входных сигналов.

## Последовательный интерфейс

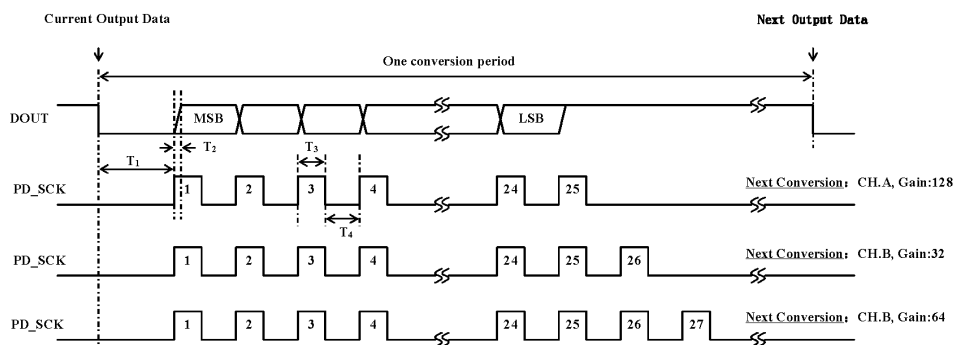
Выводы PD\_SCK и DOUT используются для извлечения данных, выбора входа, выбора усиления и управления режимом пониженного энергопотребления.

Пока цифровые данные не готовы для извлечения, цифровой выход DOUT принимает значение Лог. 1. При этом на входе синхронизации PD\_SCK должен быть Лог. 0. Появление Лог. 0 на выходе DOUT указывает на то, что данные готовы для извлечения. С помощью подачи 25 – 27 импульсов на вывод PD\_SCK данные выдвигаются на выход DOUT. По каждому импульсу на выводе PD\_SCK 1 бит данных выдвигается на цифровой выход DOUT, причем старшими разрядами вперед. Так происходит до тех пор, пока все 24 бита не будут использованы для выдвигания данных. 25-ый импульс на входе PD\_SCK снова вернет на выходе DOUT значение Лог. 1 (См. Рис. 2).

Выбор входа и коэффициента усиления производится подачей определенного числа импульсов на вход PD\_SCK (См. табл. 3). Для того, чтобы не возникали ошибки при последовательной передаче данных, количество импульсов, подаваемых на вход PD\_SCK, должно быть в диапазоне 25 – 27 в пределах интервала (или цикла) обработки.

Импульсы на PD_SCK	Вход канала	Усиление
25	A	128
26	B	32
27	A	64

**Табл. 3 Выбор входа канала и усиления**



**Рис. 2 Временные диаграммы выходных данных, выбора входа и усиления**

**Надписи на рисунке:** Current Output Data – мгновенные значения выходных данных;

One conversion period – один цикл преобразования;

Next Conversion: CH.A, Gain:128 – Следующее преобразование: Канал A, Усиление: 128

Next Conversion: CH.B, Gain:32 – Следующее преобразование: Канал B, Усиление: 32

Next Conversion: CH.A, Gain:64 – Следующее преобразование: Канал A, Усиление: 64 (описка в оригинале B вместо A)

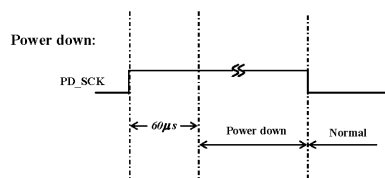
Next Output Data – следующие выходные данные

Обозн.	Описание	МИН	ТИП	МАКС	ЕД
T <sub>1</sub>	Интервал между спадом DOUT и подъемом PD_SCK	0,1			мксек
T <sub>2</sub>	Интервал между подъемом PD_SCK и готовностью данных DOUT			0,1	мксек
T <sub>3</sub>	Продолжительность импульса на PD_SCK	0,2	1	50	мксек
T <sub>4</sub>	Продолжительность интервала между импульсами на PD_SCK	0,2	1		мксек

### Первоначальная настройка узлов и режим пониженного энергопотребления

При подаче питания на чип происходит первоначальная настройка внутренних узлов.

Входной сигнал на выводе PD\_SCK используется для управления режимом пониженного энергопотребления HX711. При подаче на вход PD\_SCK. Лог. 0 микросхема находится в нормальном рабочем состоянии.



**Рис. 3 Управление режимом пониженного энергопотребления.**

Если сигнал на выводе PD\_SCK изменится от Лог. 0 к Лог. 1 на время более 60 мксек, то микросхема HX711 перейдет в режим пониженного энергопотребления (См. рис. 3). Встроенный стабилизатор и внешний датчик также перейдут в режим пониженного энергопотребления.

Если сигнал PD\_SCK возвратится к значению Лог.0, то в микросхеме произойдет первоначальная настройка

узлов и по умолчанию будет выбран канал A с коэффициентом усиления 128.

Надписи на рис. 3: Power down – пониженное энергопотребление;

Normal – нормальный режим энергопотребления

### Пример практического применения

На рис. 1 представлен типовой вариант весов с применением HX711. В данном техническом решении используется встроенный генератор (XI=0), скорость обновления данных 10 Гц (RATE=0). Однополярное питание (2,7 – 5,5 В) поступает непосредственно от цепи питания микроконтроллера MCU. Канал B может отслеживать уровень напряжения батареи. Цепи, относящиеся к контролю батареи на рис. 1 не показаны.

Надписи на рис. 1:

Input MUX – мультиплексор входов

Analog Supply Regulator – стабилизатор аналогового напряжения питания

Gain – 32, 64, 128 - усиление 32, 64, 128

24 bit  $\Sigma\Delta$  ADC – сигма-дельта АЦП 24 бит

Bandgap Reference – источник опорного напряжения bandgap

Internal Oscillator – встроенный генератор

Digital Interface – цифровой интерфейс

To/From MCU – к микроконтроллеру / из микроконтроллера

Load cell – тензодатчик

AGND – аналоговая земля.



### Reference PCB Board (Single Layer)

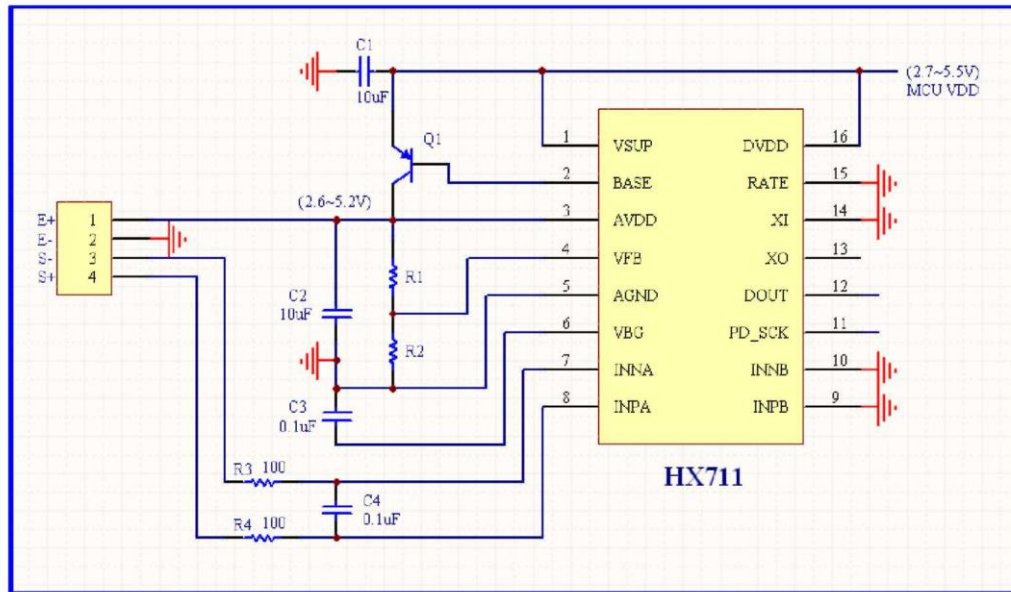


Fig.4 Reference PCB board schematic

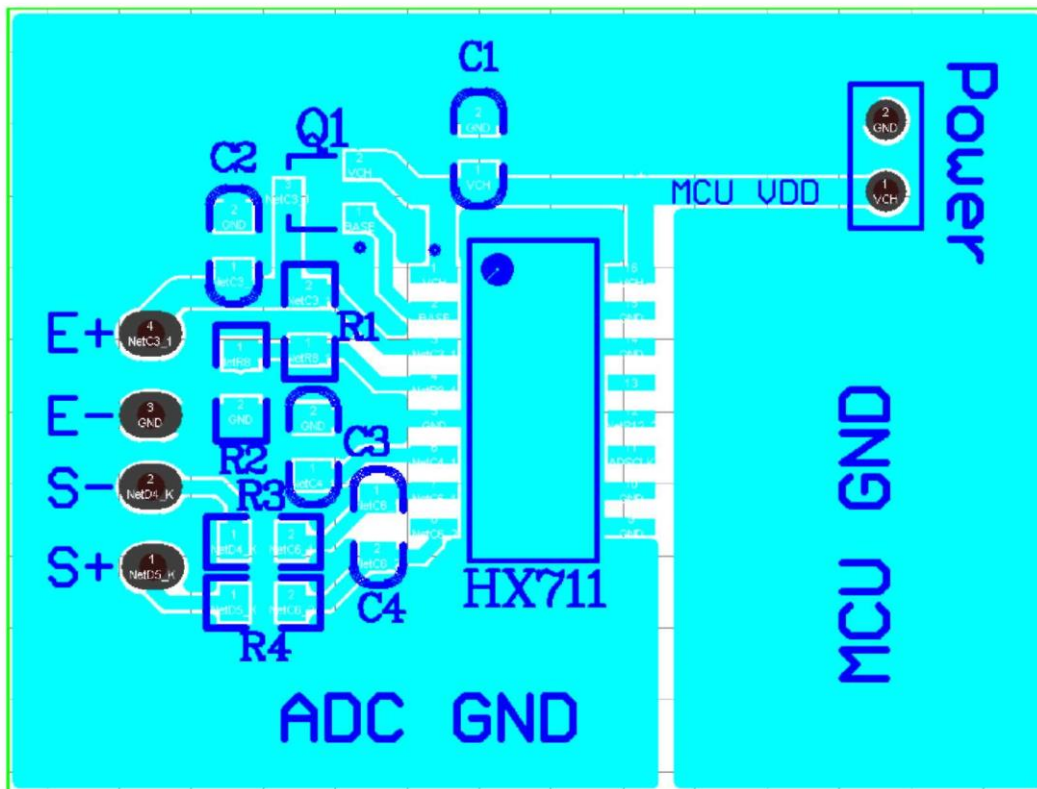


Fig.5 Reference PCB board layout

**Reference Driver (Assembly)**

```
/*-----  
Call from ASM:      LCALL   ReaAD  
Call from C:      extern unsigned long ReadAD(void);  
  
      .  
      .  
      unsigned long data;  
      data=ReadAD();  
  
      .  
      .  
-----*/
```

```
PUBLIC      ReadAD  
HX711ROM   segment   code  
rseg      HX711ROM
```

```
sbit      ADD0 = P1.5;  
sbit      ADSK = P0.0;
```

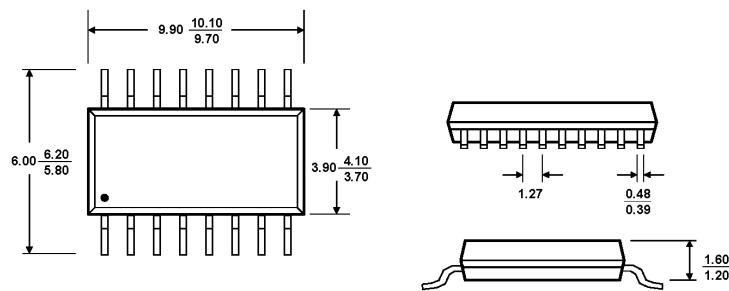
```
/*-----  
OUT:      R4, R5, R6, R7   R7=>LSB  
-----*/
```

```
ReadAD:  
    CLR    ADSK           //AD Enable (PD_SCK set low)  
    SETB   ADD0           //Enable 51CPU I/O  
    JB     ADD0, $         //AD conversion completed?  
    MOV     R4, #24  
ShiftOut:  
    SETB   ADSK           //PD_SCK set high (positive pulse)  
    NOP  
    CLR    ADSK           //PD_SCK set low  
    MOV     C, ADD0        //read on bit  
    XCH     A, R7          //move data  
    RLC     A  
    XCH     A, R7  
    XCH     A, R6  
    RLC     A  
    XCH     A, R6  
    XCH     A, R5  
    RLC     A  
    XCH     A, R5  
    DJNZ    R4, ShiftOut   //moved 24BIT?  
    SETB   ADSK  
    NOP  
    CLR    ADSK  
    RET  
END
```

## Reference Driver (C)

```
//-----
sbit  ADD0 = P1^5;
sbit  ADSK = P0^0;
unsigned long ReadCount(void) {
    unsigned long Count;
    unsigned char i;
    ADD0=1;
    ADSK=0;
    Count=0;
    while(ADD0);
    for (i=0;i<24;i++) {
        ADSK=1;
        Count=Count<<1;
        ADSK=0;
        if(ADD0) Count++;
    }
    ADSK=1;
    Count=Count^0x800000;
    ADSK=0;
    return (Count);
}
```

## Размеры упаковки



Typ    

MAX
MIN

    Unit: mm

SOP-16L Package



Надписи на рисунках:

**Reference PCB Board (Single Layer)** – Образцовая печатная плата (однослойная)

**Fig. 4 Reference PCB schematic** - Рис. 4 Принципиальная схема образцовой печатной платы.

**Fig. 5 Reference PCB board layout** – Рис.5 Топология образцовой печатной платы.

**Reference Driver (Assembly)** – Образцовый драйвер (на ассемблере)

**Reference Driver (C)** – Образцовый драйвер (на C)