

### Краткое описание

Микросхема SPM3D представляет собой прецизионный измеритель мощности, предназначенный для применения в недорогих одно-двух- и трехфазных счетчиках электрической энергии. Микросхема содержит дуплексный последовательный интерфейс, для возможности прямого соединения двух или трех микросхем в многофазных вариантах. Микросхема обеспечивает измерение положительной и отрицательной активной электрической мощности, как для переменных, так и для постоянных сигналов, а также может управлять двумя шаговыми двигателями в двухтарифных счетчиках.

Стабильность параметров гарантируется в широком диапазоне температур. Выходная информация представляется в виде последовательности импульсов с фиксированной длительностью и частотой следования, пропорциональной среднему значению произведения (мощности) входных напряжений. Микросхема обеспечивает программирование передаточного числа в широком диапазоне для частотного выхода с фиксированной шириной импульсов.

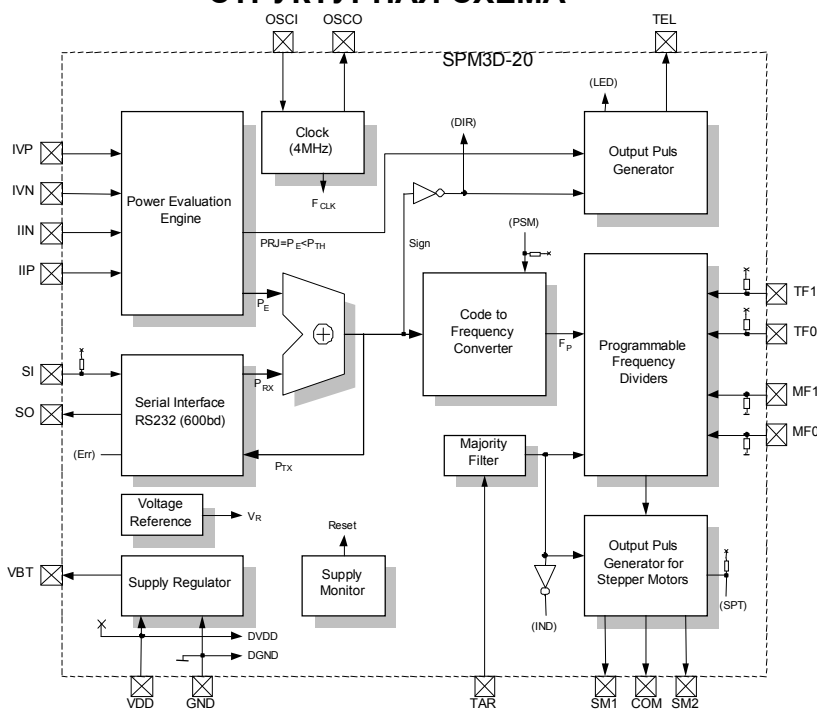
Для изготовления электросчетчика на основе SPM3D требуется лишь небольшое число дискретных компонентов, что делает его весьма недорогим. Питание микросхемы осуществляется от источника напряжением 5В. Микросхема обеспечивает работу как с шунтовыми, так и с трансформаторными датчиками тока.

Калибровка коэффициента передачи осуществляется подстройкой резистивного делителя по входу напряжения в одной точке.

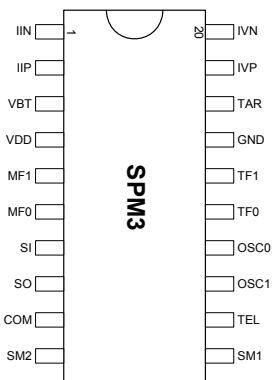
### Особенности

- обеспечивает точность класса 0.5 согласно IEC 61036 в динамической области 500:1
- работает с шунтовыми и трансформаторными датчиками входного тока
- потребляемая мощность - менее 10 мВт
- напряжение питания - 5В
- диапазон рабочих температур - от -45°C до +85°C
- имеет двухтарифную логику, управляет двумя шаговыми двигателями
- детектор нулевой мощности
- индикатор направления движения энергии
- диапазон рабочих частот – DC от 0 до 5КГц
- наличие внутреннего опорного напряжения и регулятора питания
- требует небольшого числа внешних элементов
- может применяться в 3-х фазных электросчетчиках

### СТРУКТУРНАЯ СХЕМА



### Информация о корпусе



## Описание выходов/выходов

Chip	Вх./Вых.	Описание	Примечание
1	IIN	Инвертирующий вход от датчика тока	Аналог.вход
2	IIP	Неинвертирующий вход от датчика тока	Аналог.вход
3	VBT	Выход регулятора напряжения	Выход
4	VDD	положительное питание ( 5В )	Питание
5	MF1	Установка области изменения частоты мотора (Бит1)	Привязка к "0"
6	MF0	Установка области изменения частоты мотора (Бит0)	Привязка к "0"
7	SI	Вход данных последовательного интерфейса/ только для теста	Привязка к "1"
8	SO	Выход последов. данных ( 4байт@600 бод каждые 524мс )	Маломощн.вых.
9	COM	Общий выход для шаговых двигателей	Мощн.вых.
10	SM2	Выход для 2-го шагового двигателя	Мощн.вых.
11	SM1	Выход для 1-го шагового двигателя	Мощн.вых.
12	TEL	Выход для подключения поверочных устройств	PMOS выход
13	OSCI	Вход тактовой частоты от 4МГц кварца	Аналог.вход
14	OSCO	Выход тактовой частоты от кварца	Аналог.выход
15	TF0	Установка передаточного числа для телеметрии (Бит0)	Привязка к "1"
16	TF1	Установка передаточного числа для телеметрии (Бит1)	Привязка к "1"
17	GND	отрицательное питание	Питание
18	TAR	Устан. тарифа (цифров. мажоритарн. фильтр для АС сигналов)	Привязка к "0"
19	IVP	Неинвертирующий вход от датчика напряжения	Аналог.вход
20	IVN	Инвертирующий вход от датчика напряжения	Аналог.вход

## Предельные значения режимов эксплуатации

Питание:

VDD к GND от - 0.5В до + 6.0В

Аналоговые входные напряжения:

IIN, IIP, IVP, IVN to GND от - 0.4В до  $V_{AVDD} + 0.4В$

Напряжения на цифровых входах/выходах:

от - 0.4В до  $V_{DVDD} + 0.4В$

Температура:

рабочая от - 45 °С до + 85 °С

хранения от - 65 °С до + 135 °С

пайка (< 10 сек.) до + 260 °С

Рассеиваемая мощность при + 85 °С

100 мВт

Напряжение электростатического разряда

> 2кВ

☛ Стрессы, превышающие перечисленные выше предельные значения, могут приводить к выходу микросхемы из строя.

## Электрические параметры

(  $AV_{DD} = DV_{DD} = +5B \pm 5\%$ ;  $F_{CLK} = 4 \text{ МГц}$ ;  $T_{amb.} : -45^{\circ}\text{C} < T_a < +85^{\circ}\text{C}$ , пока другое не указано)

Параметр	Символ	мин.	тип.	мак.	Ед.изм.	Условия
<b>Системные параметры</b>						
Ошибка измерения мощности	$\delta_p$		$\pm 0.4$	$\pm 0.8$	%	Динамич.диапазон 500:1; $ \varphi  < 60^{\circ}$ ; $T_a = +25^{\circ}\text{C}$
Коэффициент подавления синфазного сигнала	CMRR	80	90		дБ	Частота сигнала 100 Гц
Коэффициент подавления помех по питанию	PSRR	80	90		дБ	Частота помех 1 КГц
<b>Источник опорного напряжения</b>						
Опорное напряжение VCM	$V_{CM}$	2.2	2.4	2.6	В	$R_L \geq 10 \text{ К}\Omega$ ;
VCM выходн. напряж. шума	$V_{NCM}$			100	мкВ <sub>(с кв)</sub>	0.1Гц до 500КГц
Температурный коэффициент	$TC_{VCM}$		$\pm 100$	$\pm 200$	$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	
<b>Аналоговые входы</b>						
Диапазон дифференц. входн. напряжений (пик – пик)	$V_{IVP-VIVN}$			180	мВ	
Диапазон дифференц. входн. Напряжений по току	$V_{IIP-VIIN}$			41	мВ	
Напряжение смещения нуля на входе напряжения	$V_{Vos}$		$\pm 0.5$	$\pm 1$	мВ	
Напряжение смещения нуля на входе тока	$V_{Ios}$		$\pm 10$	$\pm 30$	мкВ	
Температ. дрейф смещения нуля по входу тока	$TC_{Ios}$			0.2	мкВ/ $^{\circ}\text{C}$	
Эффективный входной импеданс входа тока	$R_{iin}$	11	14		К $\Omega$	
Эффективный входной импеданс входа напряжения	$R_{vin}$	110	140		К $\Omega$	
Входная емкость : ток напряжение	$C_{iin}$	60	72	90	пФ	
	$C_{vin}$	5	7	9		
Постоянный ток утечки	$I_{in}$			10.0	нА	$T_a = +25^{\circ}\text{C}$
<b>Потребление мощности</b>						
Напряжение питания : анал. цифр.	$V_{SA}$	4.5	5.0	5.5	В	относится к AGND относится к DGND
	$V_{SD}$	4.0		6.0		
Потребление тока : аналогов. цифров.	$I_{SA}$	1.1	1.4	1.7	мА	(замечание 1)
	$I_{SD}$	0.2	0.3	0.5		
Потребление мощности	$P_S$	6	9	14	мВт	
Пороги монитора питания	$V_{MTH}$	3.7		4.3	В	

# SPM3D

Параметр	Символ	Мин.	Тип.	Мак.	Ед.Изм.	Условия
<b>Цифровые входы</b>						
Входной ток (Замечание 2)	$I_{IN}$	-20		+20	нА	$0 \leq V_{IN} \leq V_{SD}$
Входной ток привязки к "0"	$I_{IDN}$	+9	+17	+37	мкА	$V_{IDN} = 5.0B$
Входной ток привязки к "1"	$I_{IUP}$	-6	-10	-18	мкА	$V_{IUP} = 0$
Напр. низк. уровня (Замеч.2)	$V_{IL}$			1.5	В	$V_{SD} = 5.0B$
Напр. высок. уровня (Замеч.2)	$V_{IH}$	3.5			В	$V_{SD} = 5.0B$
<b>Цифровые выходы</b>						
Ток утечки выходов SM1, SM2, TEL в 3-м состоянии	$I_{OZ}$	- 10		+ 10	мкА	$0 \leq V_{OUT} \leq V_{SD}$
Напряж. низк. уровня (Замеч.2)	$V_{OL}$			0,5	В	$V_{SD} = 5.0B$
Напряж. выс. уровня (Замеч.2)	$V_{OH}$	4.5			В	$V_{SD} = 5.0B$
Вытекающий ток на выводах: COM, SM2, SM1, TEL; SO		16.2 8.1 3.2	22.8 11.4 4.5		мА	$V_{OH} = 4.5B,$ $V_{SD} = 5.0B$
Втекающий ток на выводах: COM, SM2, SM1, SO		13.8 2.6	19.6 3.8		мА	$V_{OL} = 0.5B,$ $V_{SD} = 5.0B$

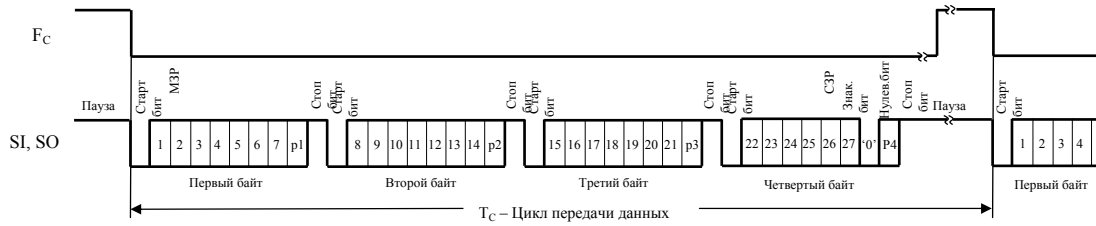
Замечания:

- 1) Без тока потребления выходных драйверов (COM, SM1, SM2, TEL);
- 2) Кроме выводов OSCI, OSCO.

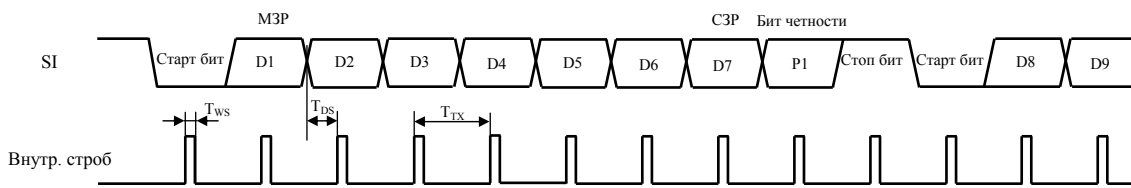
## Временные параметры

( $AV_{DD} = DV_{DD} = +5B \pm 5\%$ ;  $F_{CLK} = 4$  МГц;  $T_{amb}: -45^\circ C < T_a < +85^\circ C$ , пока другое не указано)

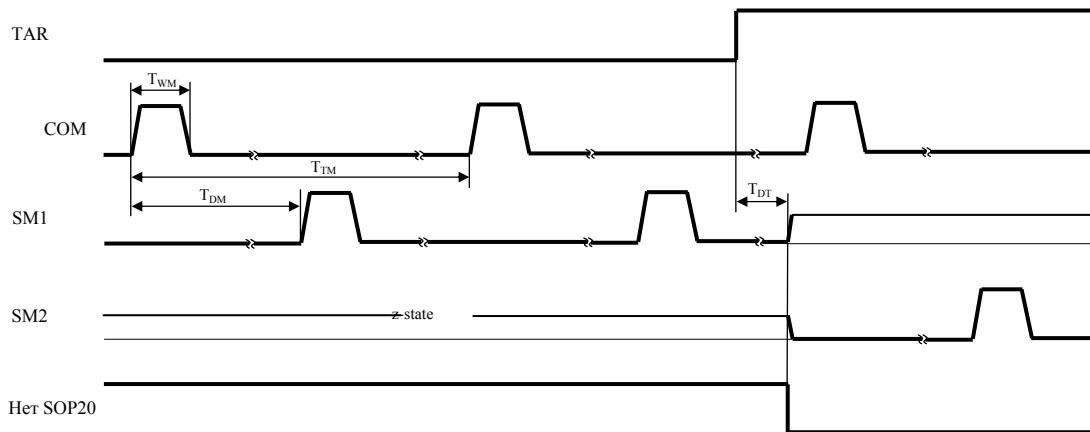
Параметр	Символ	Мин.	Тип.	Мак.	Ед.изм	Условия
Основная тактовая частота	$F_{CLK}$	0.4	4.0	6.0	МГц	$T_a = +25^\circ C$
Частота сэмплирован. входов	$F_{SAMP}$		$F_{CLK}/4$		Гц	
Скорость перед. послед. порта	$F_{TX}$	$F_{CLK}/6656 = 601$			Гц	
<b>Временные параметры последовательного порта</b>						
Период передачи данных	$T_C$	$2^{21}/F_{CLK} = 524.3$			мс	
Длительн. бита послед. порта	$T_{TX}$	$(13 \times 2^9)/F_{CLK} = 1.664$			мс	
Ширина импульса строба	$T_{WS}$	$8/F_{CLK} = 2.0$			мкс	
Задержка между фронтами данных и строба	$T_{DS}$	min: $4160/F_{CLK} = 1.04$ ; max: $4992/F_{CLK} = 1.248$			мс	
<b>Временные параметры частотного выхода</b>						
Ширина импульса шагов. двиг. (см. раздел выходы мотора)	$T_{WM}$	$(124 \times 2^{12})/F_{CLK} = 127$			мс	
Период импульса шагов. двиг. (см. раздел выходы мотора)	$T_{TM}$	$F_{SM} = (D_{MF}/F_P)$			сек	См. таблицу 2
Задержка между полож. фронт. сигналов COM и SM1,2	$T_{DM}$	$1/(2 \times T_{TM})$			сек	
Задержка переключения тарифов	$T_{DT}$	min: $2^{19}/F_{CLK} = 131$ max: $2^{19}/F_{CLK} + T_{WM}$			мс	
Ширина сигнала телеметрич. выхода для полож. энергии	$T_{WT}$	$260/F_{CLK} = 65$ ; $122884/F_{CLK} = 30.7$			мкс мс	$TF1=TF0= '1'$ ; люб. другой TF1,0
Ширина сигнала телеметрич. выхода для отрицат. энергии	$T_{WTN}$	$484/F_{CLK} = 121$ ; $245764/F_{CLK} = 61.4$			мкс мс	$TF1=TF0= '1'$ ; люб. другой TF1,0
Период телеметрич. сигналов (см. раздел выходы мотора)	$T_{TT}$	$F_T = (D_{TF}/F_P)$			сек	См. таблицу 4



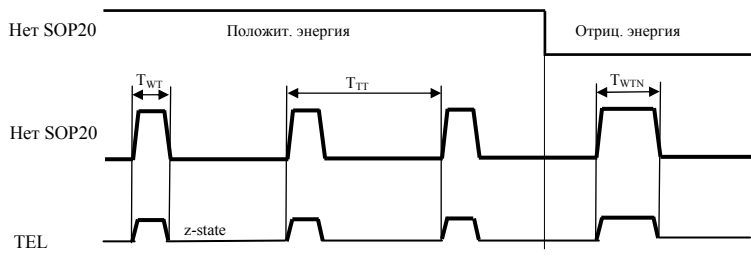
**Рис.1. Временная диаграмма передачи по последовательному интерфейсу**



**Рис.2. Временная диаграмма чтения по последовательному интерфейсу**



**Рис.3. Временная диаграмма шагового двигателя и выхода указателя тарифов**



**Рис.4. Временная диаграмма выходов телеметрии**

## Описание микросхемы

SPM3D представляет собой интегральную микросхему прецизионного однофазного измерителя мощности формирующую выходную информацию как в частотном виде, так и в виде последовательного цифрового кода. В составе ИС интегрирована большая часть компонентов, позволяющая производить дешевые бытовые и промышленные электросчетчики. Базовая схема построения однофазного электросчетчика с датчиком тока шунтового типа на ИС SPM3D показана на рисунке 5. Два дифференциальных входных напряжения перемножаются, усредняются и преобразуются в цифровой код измерительной частью ИС, включающей в себя два сигма-дельта модулятора, блоки цифровой обработки сигнала и калибровки смещения. Выходной код представляет собой величину биполярной активной мощности, усредненной за время около 1 сек, с режекцией уровней ниже  $2^{-16}$  максимального пикового значения. Измеренная активная мощность затем подается к низкоскоростному последовательному порту SO, а также преобразуется в частоту  $F_p$ , формирующую выходы шагового двигателя и телеметрии COM, SM1, SM2, TEL.

Входное усиление канала тока ( $\times 24$ ) адаптировано к типичным диапазонам датчиков тока шунтового типа с максимальным пиковым уровнем от 40 мВ. SPM3D не нуждается в калибровке внутренних

фазовых ошибок, так как цифровая обработка сигнала в канале тока не содержит дополнительной задержки (характерной для электросчетчиков с режекцией постоянной составляющей мощности с помощью фильтра высокой частоты). Только коэффициент передачи должен быть откалиброван в одной точке (для нормированной типовой мощности); это обычно выполняется подстройкой резистивного делителя по входу напряжения. Из-за высокой частоты сэмпирования входных сигналов SPM3D обычно не нуждается в дополнительных внешних входных фильтрах, предотвращающих наложение спектров.

Полный дуплексный последовательный интерфейс с RS232 протоколом и скоростью 600 бод вместе со вспомогательным сумматором позволяет как соединять микросхемы SPM3D во многофазные конфигурации, так и передавать информацию ко внешнему микроконтроллеру. Низкая частота обмена была выбрана для того, чтобы облегчить подключение к самым дешевым микроконтроллерам и уменьшить шум выходного буфера SO. Для аккумуляции энергии от нескольких источников в многофазных конфигурациях ИС SPM3D могут непосредственно соединяться в цепочку, когда конечный результат будет доступен на выходах последней ИС.

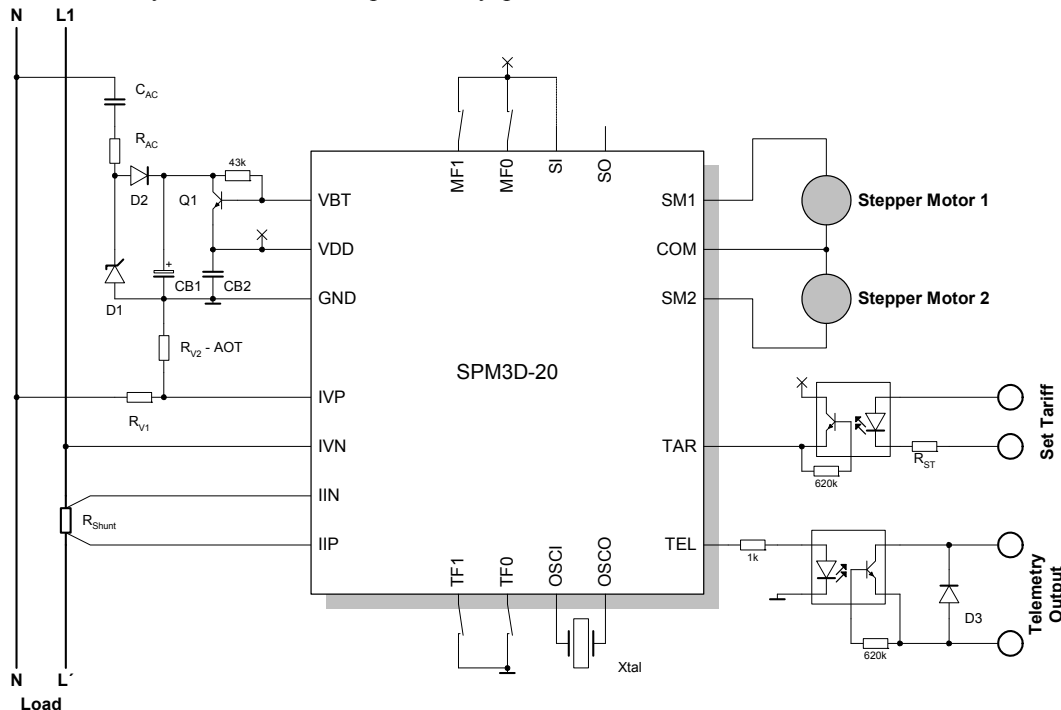


Рис.5. Схема подключения SPM3D для однофазного счетчика электроэнергии

Частотный выход ИС представляет собой импульсный сигнал с постоянной шириной импульсов и переменной частотой пропорциональной произведению входных аналоговых напряжения и тока. Электромеханические или электронные счетчики могут напрямую использоваться для накопления электрической энергии. ИС осуществляет управление двумя шаговыми двигателями для двухтарифных приложений, при этом длительность импульсов и коэффициент передачи могут программироваться. Телеметрический выход предоставляет величину мощности в частотной форме, обновляя ее значение с 0.5 сек периодом.

## Вычисление мощности

Измерительная часть ИС SPM3D построена на основе сигма-дельта модуляторов и вычисляет входную мощность как постоянного тока, так и переменного в диапазоне частот до 5КГц. Точность вычисления мощности обычно ограничена остаточным напряжением смещения нуля и стабильностью опорного напряжения. Входное напряжение смещения нуля и низкочастотный шум в канале тока уменьшаются до диапазона в несколько микровольт с помощью комбинированной высоко-/низкочастотной модуляции/демодуляции сигнала. Благодаря этому с точки зрения цена/качество наиболее предпочтительными датчиками тока выглядят резистивные шунты в диапазоне сопротивлений от нескольких сотен микроом до нескольких миллиом в зависимости от величины измеряемых мощностей.

Измерительная часть SPM3D преобразует произведение входных напряжений ( $V_{V_{СКВ}} \times V_{I_{СКВ}}$ ) в цифровой код и аккумулирует мгновенную активную мощность в течение интервала времени  $T_c$  около 0.5сек (или более точно,  $T_c = 2^{21}/F_{CLK}$ ). Чтобы сгладить скачки между выборками энергии в течение переходных процессов (в основном по причине преобразования кода в частоту на последующей стадии обработки), осуществляется интерполяция первого порядка двух последовательных выборок. Для предотвращения “самохода” измерителя мощности в отсутствие входного сигнала из-за остаточного напряжения смещения нуля и шума, цифровая схема режектирует данные величиной менее  $2^{-16}$  от максимального значения. Это дает теоретический динамический диапазон измеряемой мощности  $2^{16}$ . Значение вычисленной входной мощности  $P_E$  ( $P_E$  это биполярная десятичная величина) определяется следующим выражением:

ИС SPM3D позволяет проектировать недорогие источники питания за счет того, что включает в себя схему управления единственным внешним n-p-n (или NMOS) транзистором регулятора напряжения питания, уменьшая также величину конденсаторов фильтра по питанию. Встроенная схема мониторинга напряжения питания останавливает цифровую схему обработки после того, как напряжение питания падает ниже 4.0В. Ток потребления ИС составляет менее 2мА (без учета потребления тока внешними нагрузками).

$$P_E = \frac{(K_V \times V_{V_{СКВ}}) \times (K_I \times V_{I_{СКВ}})}{V_R^2} \times \cos(\varphi) \times P_{EMAX} \times \text{sign}(V_V \times V_I); \quad (1)$$

$P_E = 0$ , если вычисленное в соответствии с (1) значение окажется меньше порога чувствительности -  $P_E \leq P_{TH}$ ,

где:

$V_R = 1.24V$  – опорное напряжение;

$K_V$  – усиление по входам IVP, IVN управляемое выводом GV;

$K_I$  – усиление по входам ИП, ИН управляемое выводом GI;

$V_{V_{СКВ}}$  – среднеквадратическая величина входного напряжения  $V_V$ ;

$V_{I_{СКВ}}$  – среднеквадратическая величина входного напряжения  $V_I$ ;

$\cos(\varphi)$  – коэффициент мощности, и  $\varphi$  – фазовый сдвиг между сигналами по входам напряжения и тока;

$P_{EMAX} = 16\,777\,088 \approx 2^{24}$  – масштабный коэффициент, определяющий максимальный уровень вычисленной мощности;

$P_{TH} = 2^{-16} \times P_{EMAX} = 2^8$  – порог чувствительности входной мощности;

$\text{sign}(V_V \times V_I)$  – знак входной мощности за время преобразования в код.

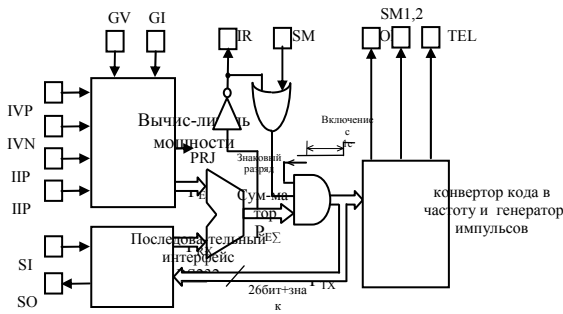
Коэффициенты усиления  $K_V$ ,  $K_I$  – по входам напряжения и тока определяются логическими уровнями на выводах GV, GI как показано в Таблице 1.

# SPM3D

**Таблица 1. Приращения напряжения и тока**

$GV = 0 \rightarrow KV = 6.0$
$GI = 0 \rightarrow KI = 24.0$

Рисунок 6 иллюстрирует более детально цифровую обработку сигналов в SPM3D при вычислении результирующей мощности.



\* GV, GI, DIR, PSM отсутствуют в исполн. SOP20L

**Рис.6. Поток сигналов в SPM3D**

## Аналоговые входы

Аналоговые входы представляют собой схемы на коммутируемых конденсаторах совместно с цепями защиты от электростатических разрядов. Аналоговые входы являются полностью дифференциальными, как показано на рисунке 7, и обеспечивают высокий уровень подавления синфазных помех.

Уровень постоянного тока утечки через любые аналоговые входы не превышает 10нА. Входной импеданс представляет собой динамическое сопротивление конденсаторов C1, C2, переключаемых с внутренней частотой  $F_{SAMP} = F_{CLK}/4 = 1\text{МГц}$ . Выходной импеданс источника сигнала для входов токового канала ИС не должен превышать 100Ω, для канала напряжения – 0.5KΩ.

Диапазон входных напряжений ограничивается максимальными уровнями приведенными в таблице электрических параметров ИС. В измерительных применениях необходимо иметь при проектировании некоторый запас для надежности, принимая во внимание разброс опорного напряжения и содержание гармоник сигнала в типовых случаях. Этот запас должен быть обеспечен, чтобы предотвратить нелинейные эффекты ограничения сигнала в сигма-дельта модуляторах.

### Только для тестовых целей:

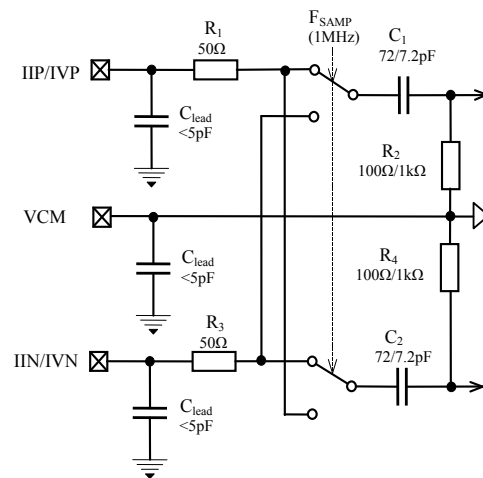
Для того, чтобы аккумулировать мощность от нескольких источников, ИС SPM3D суммирует вычисленную входную мощность  $P_E$  с данными  $P_{RX}$ , которые получает через последовательный интерфейс. Суммарный результат вычисления мощности  $P_{TX}$  следовательно определяется уравнением:

$$P_{TX} = P_E + P_{RX}.$$

Величина биполярной энергии будет использоваться для дальнейшей цифровой обработки. Чтобы избежать учета некорректных начальных данных сразу после включения питания, величина вычисленной результирующей мощности обнуляется принудительно в течение около 1сек (то есть два цикла преобразования,  $2 \times T_c$ ).

Результат  $P_{TX}$  вычисления активной мощности в ИС SPM3D представляет собой 27-разрядное двоичное слово (26 разрядов + знак) в дополнительном формате до двух, которое обновляется каждые 0.5сек (т.е.  $T_c = 2^{21}/F_{CLK}$ ). Полученный биполярный код  $P_{TX}$  передается на последовательный интерфейс и к преобразователю кода в частоту. В последовательном интерфейсе этот код добавлением соответствующих разрядов четности трансформируется в 4-х байтное выходное слово.

Из-за высокой чувствительности расположение входных цепей на печатной плате должно быть симметричным по отношению к источникам помех, насколько это возможно. Специальные меры должны приниматься для минимизации цифровых помех и шума.



**Рис. 7. Структура аналоговых входов**



## Генератор тактовой частоты

Тактовая частота в ИС SPM3D генерируется с помощью 4МГц кварцевого или керамического резонатора, подключаемого между выводами OSCI и OSCO встроенного генератора. Тактовый генератор содержит внутренние конденсаторы величиной около 8пФ на каждом из этих выводов, но в

зависимости от параметров применяемого резонатора, вспомогательные внешние конденсаторы величиной 0...20пФ могут быть необходимы для обеспечения запуска и стабильной тактовой частоты.

## Опорное напряжение

SPM3D содержит внутренний источник 1.2В опорного напряжения основанный на ширине запрещенной зоны с температурным дрейфом

$80 \times 10^{-4} \text{ } \%/^{\circ}\text{C}$ . Опорный буферизованный 2.5В выход VCM может использоваться только для целей тестирования.

## Источник питания

ИС SPM3D работает от однополярного напряжения питания +5В. Для построения недорогого регулятора напряжения вывод VBT, представляющий открытый сток, соединяется в общем случае с внешним биполярным n-p-n транзистором Q1, как это показано на рисунке 5. Здесь регулятор напряжения питания представляет собой зарядовую помпу, в которой заряд конденсатора, подключаемого к линии, “накачивает” низковольтный конденсатор большей емкости. Величина этого конденсатора может быть существенно уменьшена, если для линейного управления напряжением используется транзистор. Вывод VBT представляет собой выход шунтового типа, стабилизирующий уровень входного сигнала AVDD вблизи 5В.

SPM3D содержит схему мониторинга напряжения питания. Работа этой схемы иллюстрируется на рисунке 8. Логика сброса активизируется на уровне напряжения 4В ( $\pm 0.25\text{В}$ ). 0.5В гистерезис делает возможным стабильный сброс в случаях низкого напряжения питания.

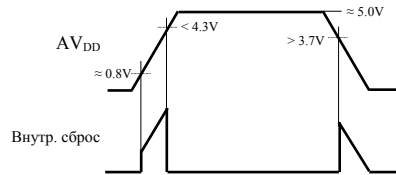


Рис. 8. Работа схемы мониторинга питания

## Последовательный интерфейс

SPM3D включает в себя полный дуплексный (т.е. отдельные регистры данных для приемника и для передатчика) асинхронный последовательный ин-

терфейс с RS232 протоколом обмена данными на скорости 600 бод (при  $F_{\text{CLK}} = 4\text{МГц}$ ). Блок диаграмма интерфейса приведена на рисунке 9. Интерфейс принимает и передает данные содержащие 27-разрядное двоичное слово кода входной мощности в дополнительном формате до двух, 4 разряда контроля четности и старт-стоповые разряды. Структура передаваемых данных показана на рисунке 1. Слово данных содержит 4 фрейма: каждый фрейм представляет собой последовательность, состоящую из стартового разряда (низкий уровень), семи разрядов данных (МЗР первый), разряда четности для 7 предыдущих разрядов, и стопового разряда (высокий уровень), как показано на рисунке 2. Седьмой разряд данных четвертого фрейма является пустым (всегда низкий уровень), и шестой разряд представляет знаковый разряд вычисленной мощности. Работа интерфейса син-

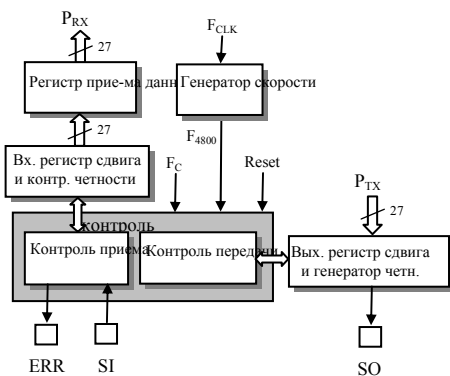


Рис. 9. Блок диаграмма последоват. интерфейса

хронизируется тактовым сигналом  $F_{4800}$  производимым из системного тактового сигнала  $F_{CLK}$  генератором скорости передачи ( $F_{4800} = F_{CLK} / (13 \times 2^6)$ ).

Передача данных интерфейсом инициализируется периодически, после каждого измерительного цикла. При отрицательном перепаде сигнала  $F_C$  величина  $P_{TX}$  загружается в выходной сдвиговый регистр. Затем 4 байта данных сдвигаются через порт SO (МЗР первым) с добавлением соответствующих старт/стоповых разрядов и разряда четности для каждого байта. После передачи 4-х байт напряжение на выводе SO остается на высоком уровне, пока не поступит следующее слово данных.

Прием данных осуществляется асинхронно с циклами измерения мощности и инициализируется в любое время при обнаружении на входе SI корректного стартового разряда. Приемник сэмплирует сигнал SI на частоте  $F_{4800}$  в 8 раз чаще, чем скорость обмена данными. Приемник принимает решение о логической величине разряда по трем выборкам в соответствии с мажоритарным правилом. Если обнаруживается корректный стартовый разряд, приемник синхронизирует внутренний строб сигнал в середине временного интервала принимаемого разряда, как показано на рисунке 2.

## Частотные выходы

Частотный интерфейс SPM3D облегчает создание дешевых счетчиков с электромеханической регистрацией энергии и обеспечивает широкий диапазон программирования передаточного числа для различных нормировочных условий. Вычисленная величина входной мощности  $P_{TX}$  преобразуется в частоту  $F_P$  и направляется к программируемым делителям частоты и генераторам импульсов, кото-

## Преобразование кода в частоту

Вычисленная величина мощности  $P_{TX}$  преобразуется в последовательность импульсов с частотой следования  $F_P$  в соответствии с выражением:

$$F_P = \frac{(F_{CLK} \times |P_{TX}|)}{(3 \times 2^{35})}. \quad (2)$$

Для однофазной конфигурации (т.е. когда  $P_{RX} = 0$  и  $P_{TX} = P_E$ ) частота  $F_P$  может быть получена из следующего уравнения:

Затем осуществляется сэмплирование значений разрядов данных, следующих за стартовым разрядом. В течение приема данных приемник постоянно отслеживает следующие ошибочные ситуации: нечетное число принятых байт; отсутствие корректного стопового разряда; существование двух соседних стоповых разрядов внутри цикла приема данных; обнаружение ошибки четности. В случае обнаружения ошибки, устанавливается флаг ошибки (т.е. ERR = '1') и приемник переходит в исходное состояние. Только в случае успешного приема 4-х байт 27 соответствующих разрядов данных затем записываются во входной параллельный регистр и устанавливаются на внутренней шине данных, подавая величину  $P_{RX}$  на вход сумматора.

Приемник содержит счетчик превышения интервала времени приема. Этот счетчик инкрементируется при каждом изменении сигнала  $F_C$ . Сброс счетчика происходит после каждого успешного приема слова данных. При отсутствии сброса счетчика (т.е. если приемник не принял очередное слово данных) на протяжении интервала времени 1.5 – 2 периода сигнала  $F_C$ , содержимое регистра данных приемника обнуляется (т.е.  $P_{RX} = 0$ ).

рые формируют сигналы управления драйверами моторов (COM, SM1, SM2) и телеметрии (TEL). Выходные низкоомные драйверы способны работать на такие типовые нагрузки как шаговые двигатели, светодиоды и оптопары.

$$F_P = \frac{|(K_V \times V_{VCKB}) \times (K_I \times V_{ICKB}) \times \cos(\varphi)|}{V_R^2} \times F_{P_{MAX}}; \quad (3)$$

$F_P = 0$ , если  $P_E \leq P_{TH}$ ,  
вычисленная в соответствии с (1),

где масштабный коэффициент  $F_{P_{MAX}} = F_{CLK} / (3 \times 2^{11}) \approx 651$  Гц представляет собой наивысшую частоту  $F_P$  для постоянных входных сигналов.

### Выходы для двигателя

Выходы SM1, SM2 и COM являются выходами управления двумя шаговыми двигателями (ШД). Вывод COM должен подключаться к обоим ШД. Сигналы на этих выходах представляют собой последовательности импульсов с постоянной длительностью и переменной частотой, пропорциональной абсолютной величине вычисленной активной мощности  $P_{ТХ}$ . Рисунок 3 иллюстрирует временные диаграммы выходов ШД.

Выход SM1 или SM2 активизируются под управлением входа TAR. Если  $TAR = '0'$ , то импульсы присутствуют на выходах COM и SM1, в то время как выход SM2 выключается (переходит в 3-е состояние). Для  $TAR = '1'$  выход SM1 выключается и активизируются выходы COM, SM2. Сигнал со входа TAR подвергается фильтрации с помощью мажоритарного фильтра, сэмплируется с частотой около 977Гц, накапливая значение 7-разрядного счетчика в течение интервала времени свыше 131мс. Это позволяет использовать переменный сигнал для установки информации о тарифе. Высокий уровень этого сигнала вырабатывается (то есть включается тариф 2), если более чем 24 выборки входа TAR из 127 являются положительными (или иначе говоря, если относительная длительность высокого уровня импульсов на входе TAR превышает ~19%).

### Выход телеметрии

Выход TEL обычно используется для быстрой калибровки или удаленного контроля за прибором. Он является выходом PMOS транзистора с открытым стоком. Аналогично выходам двигателя, сигнал на выходе TEL представляет собой последовательность импульсов с постоянной длительностью и переменной частотой.

Аналогично сигналам для двигателя, телеметрическая частота  $F_T$  производится из частоты  $F_P$  делением на коэффициент  $D_{TF}$ , который задается с помощью выводов TF0, TF1.

Передаточное число  $D_{TF} = (F_P/F_T)$  и максимальная частота телеметрии  $F_{TMAX}$ , достижимая для постоянных входных сигналов (при  $P_{RX} = 0$ ), представлены в Таблице 3.

Табл.3. Уст. передат. числа телеметрии

TF1	TF0	$D_{TF}$	$F_{TMAX}$ , [Hz]
0	0	$2^4$	40.69
0	1	$2^3$	81.38
1	0	$2^5$	20.35
1	1	1.0	651.0

Чтобы иметь возможность выбирать различные типы ШД, передаточное число и длительность импульса могут программироваться с помощью выводов MF0, MF1. Частота двигателя  $F_{SM}$  производится из частоты  $F_P$  делением на коэффициент  $D_{MF}$ , являющимся целым числом, которое задается с помощью выводов MF0, MF1. Передаточное число  $D_{MF} = (F_P/F_{SM})$  и максимальная частота двигателя  $F_{SMAX}$ , достижимая для постоянных входных сигналов (при условии, что  $P_{RX} = 0$ ), представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Установка передаточного числа

MF1	MF0	$D_{MF}$	$F_{SMAX}$ , [Hz]
0	0	$2^{10}$	0.636
0	1	$2^9$	1.272
1	0	$2^8$	2.543
1	1	$2^7$	5.086

Длительность импульса  $T_{WM}$  на выходах ШД фиксирована на 127 мс.

Длительность импульса  $T_{WT}$  на выходах TEL зависит от уровней на выводах TF0, TF1 и направление регистрации как показано в Таблице 4.

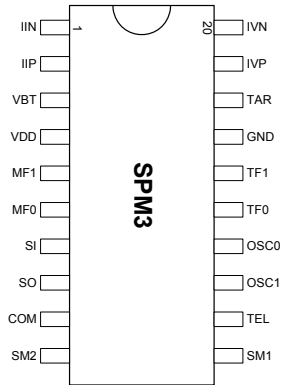
В зависимости от того положительное или отрицательное направление энергии регистрируется, формируется различная длительность импульса сигналов TEL. Длительность импульса для отрицательного направления удваивается в сравнении с положительным направлением энергии. Аналогично выходам для двигателей, если частота телеметрии становится выше, чем  $1/(2 \times T_{WT})$ , то длительность импульса уменьшается до примерно половины периода.

Табл.4. Длина импульсов выхода телеметрии

TF1	TF0	DIR	$T_{WT}$
0/1	0/1	1	31мс
1	1	1	65мкс
0/1	0/1	0	61мс
1	1	0	121мкс

# SPM3D

## Расположение выходов на корпусе SOP20L(300mils)



## Применения

### Однофазный счетчик электроэнергии

Основными областями применения микросхемы SPM3D являются схемы однофазного счетчика электроэнергии. На рисунке 5 приведен пример использования SPM3D в схеме однофазного двухтарифного счетчика электроэнергии с шунтовым датчиком тока. В качестве источника питания используется дешевый источник с накачкой заряда на конденсаторе.

### 2~ и 3~ фазный электросчетчик

Последовательный интерфейс ИС SPM3D может быть использован для суммирования сигналов от дополнительных микросхем SPM3D, позволяя создавать 2~ и 3~ фазные счетчики электроэнергии. Соединение может быть сделано непосредственно, как показано на рисунке 10, либо с использованием оптопар для развязки от постоянной составляющей. Это позволяет использовать шунтовые датчики то-

ка даже в многофазных системах, что может быть экономичной альтернативой трансформаторным.

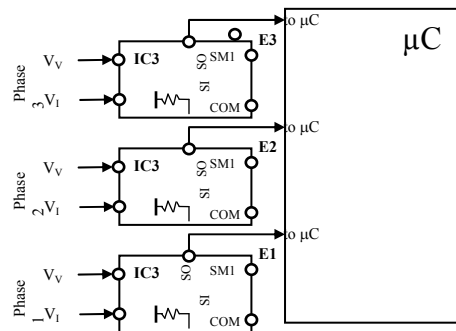


Рис. 10. Принцип. схема трехфазного счетчика

## Важное замечание:

Техническая документация SPM3D V1.3

© EasyMeter GmbH 2002

Что касается патентов или прав третьих сторон, то ответственность распространяется только на компоненты, а не на приложения, процессы и схемные решения. Информация описывает тип компоненты и не должна рассматриваться как гарантированные характеристики. EasyMeter GmbH оставляет за собой право делать изменения в своем продукте.