



AEAT-6600-T16

Программируемый угловой магнитный энкодер ИС с 10-16 битами

Описание

ИС углового магнитного энкодера Broadcom® AEAT-6600 - это бесконтактный магнитный поворотный энкодер для точного измерения углов на полный оборот в 360 градусов.

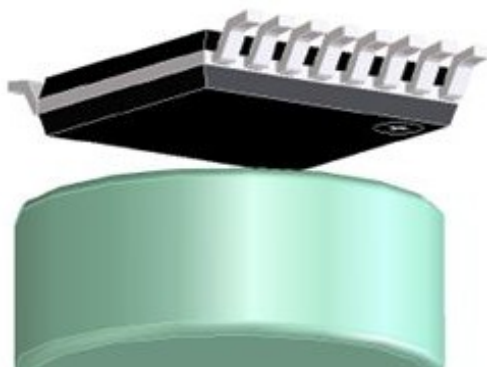
Это система-на-кристалле, объединяющая в одном устройстве интегрированные элементы Холла, аналоговый фронт-энд и цифровую обработку сигнала.

Для измерения угла требуется только простой двухполюсный магнит, вращающийся над центром микросхемы. Магнит может быть расположен над или под ИС.

Измерение абсолютного угла обеспечивает мгновенную индикацию углового положения магнита с разрешением $0,005^\circ = 65\,536$ позиций на оборот. Эти цифровые данные доступны в виде последовательного битового потока и в виде ШИМ-сигнала.

Внутренний стабилизатор напряжения позволяет AEAT-6600 работать с питанием 3,3 В или 5 В.

Рисунок 1: Корпус ИС серии AEAT-6600 TSSOP-16



Характеристики

- Работа при напряжении 5 В или 3,3 В
- 3- или 2-проводной режим интерфейса SSI для абсолютного выхода
- Инкрементный ABI или UVW, а также режимы вывода ШИМ
- Программируемое пользователем нулевое положение, направление и ширина импульса индекса
- Простое выравнивание магнитов с выводом напряженности магнитного поля и режимом выравнивания
- Режим пониженного энергопотребления для снижения потребляемого тока
- Корпус ИС TSSOP-16
- Соответствует требованиям RoHS

Технические характеристики

- Абсолютное разрешение от 10 до 16 бит
- Разрешение инкрементного выхода от 8 до 1024 CPR
- Диапазон рабочих температур от -40°C до 125°C

Приложения

- 3-фазная коммутация для бесщеточного двигателя постоянного тока
- Замена резольвера и потенциометра
- Промышленная автоматизация и робототехника

ПРИМЕЧАНИЕ: Данный продукт не предназначен для использования в каком-либо конкретном устройстве. Заказчики несут полную ответственность за определение пригодности данного изделия для предполагаемого применения и несут полную ответственность за все потери, ущерб, расходы или обязательства в связи с таким применением. Деталь не подходит для тех серводвигателей или приложений, которые требуют быстрого отклика по часовой стрелке на вращение против часовой стрелки или наоборот.

Определения

Электрический градус (°е): Разрешение $\times 360$ электрических градусов = 360 механических градусов.

Цикл (С): Один цикл инкрементного сигнала составляет 360 механических градусов/разрешение и равен 360 электрическим градусам (°е).

Ошибка цикла (ΔС): Разница между фактической шириной цикла и идеальной шириной цикла, соответствующей угловому смещению вала на 1/разрешение. Накопленная ошибка цикла приводит к ошибке положения.

Ширина импульса (Р): количество электрических градусов, в течение которых выход находится на высоком уровне в течение одного цикла, номинально 180°е или $\frac{1}{2}$ цикла.

Ошибка ширины импульса (ΔР): Отклонение в электрических градусах ширины импульса от идеального значения 180°е.

Ширина состояния (S): Количество электрических градусов между переходом на выходе канала А и соседним переходом на выходе канала В. В одном цикле 4 состояния, каждое номинально 90°е.

Ошибка ширины состояния (ΔS): Отклонение в электрических градусах ширины каждого состояния от идеального значения 90°е.

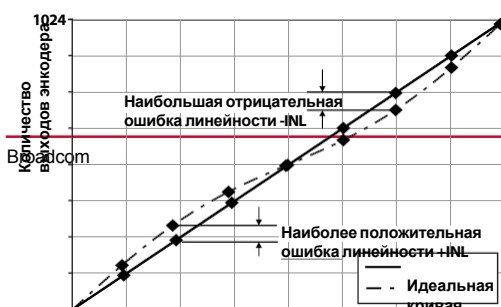
Фаза (θ): Число электрических градусов между центром высокого состояния на канале А и центром высокого состояния на канале В.

Фазовая ошибка (Δθ): Отклонение в электрических градусах фазы от ее идеального значения 90°е.

Ширина индексного импульса (P0): Количество электрических градусов, в течение которых индексный импульс активен в пределах цикла, совпадающего с абсолютным нулевым положением. Ширина индексного импульса также выражается в единицах LSB (наименьший значащий бит) отсчетов, соответствующих разрешению кодера.

Интегральная нелинейность (INL): Максимальное отклонение между фактическим угловым положением и положением, указанным выходным отсчетом энкодера, за один оборот. Определяется как наибольшая положительная ошибка линейности +INL или наибольшая отрицательная ошибка линейности -INL от линии наилучшего соответствия, в зависимости от того, что больше.

Рисунок 2: Пример интегральной нелинейности



Функциональное описание

AEAT-6600 изготовлен по стандартному КМОП-технологическому процессу и использует технологию Холла для определения распределения магнитного поля по поверхности микросхемы. Интегрированные элементы Холла располагаются вокруг центра устройства и выдают напряжение, отражающее магнитное поле на поверхности ИС. Схема цифровой обработки сигнала (DSP) преобразует данные с датчика Холла в абсолютное угловое положение (выводы DO/DI) в качестве абсолютного выхода или преобразует в цифровой выход (выводы A/U, B/V, I/W) с помощью схемы инкремента.

Схема DSP также предоставляет цифровую информацию на выходах MagHi и MagLo, которая указывает на движение используемого магнита к поверхности устройства или от нее. Небольшой недорогой стандартный магнит с диаметральной намагниченностью (двухполюсный) обеспечивает информацию об угловом положении.

AEAT-6600 определяет ориентацию магнитного поля и вычисляет двоичный код длиной от 10 до 16 бит. Доступ к этому коду осуществляется через синхронный последовательный интерфейс (SSI). Кроме того, абсолютное угловое представление обеспечивается широтно-импульсным модулированным сигналом на выводе 8 (ШИМ). AEAT-6600 устойчив к смещению магнитов и магнитным паразитным полям благодаря локальному методу измерения и схеме кондиционирования датчика Холла.

Блок OTP обеспечивает доступ к программированию на определенное разрешение и режимы вывода через вывод PROG (вывод 13).

ПРИМЕЧАНИЕ: Дополнительную информацию о режиме работы и применении см. в руководстве по применению (AV02-2791EN). Инструмент программирования и программное приложение см. в руководстве пользователя (AV02-2803EN).

Рисунок 3: Блок-схема Polaris

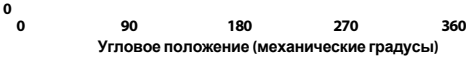


Технический паспорт
АВАТ-6600 T16

С
L
K
N
C
S
A
/
U
B
/
V
I
/
W

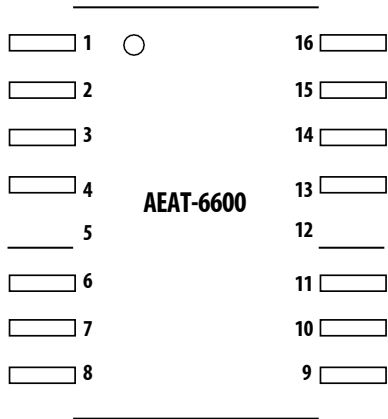
Программируемый угловой магнитный энкодер ИС с 10-16 битами

VPP_OTP



Назначение выводов

Рисунок 4: Конфигурация выводов TSSOP-16



Описание выводов

Pin	Символ	Тип ввода/вывода	Описание
1	A/U	Выход	Инкрементный выход A (режим ABI) U Коммутационный выход (режим UVW)
2	Б/В	Выход	Инкрементный выход В (режим ABI) В Коммутационный выход (режим UVW)
3	Я/В	Выход	Выход индекса (режим ABI) W Коммутационный выход (режим UVW)
4	MAG_HI/OTP_ERR	Выход	1 указывает на слишком высокую напряженность магнитного поля (нормальный режим работы) 1 указывает на ошибку программирования OTP (режим программирования OTP)
5	MAG_LO/OTP_PROG_STAT	Выход	1 указывает на слишком низкую напряженность магнитного поля (нормальный режим работы) 1 указывает на завершение программирования OTP (режим программирования OTP)
6	GND	Наземный	Заземление питания
7	ALIGN	Вход (внутреннее подтягивание)	0: Нормальный режим работы 1: Режим выравнивания
8	PWM	Выход	ШИМ-выход
9	VDD	Поставка	5 В Вход питания (подключен к VDD_F для работы с напряжением 3,3 В)
10	VDD_F	Поставка	Отфильтрованный VDD
11	PWRDOWN	Вход	0: Нормальный режим работы 1: Режим отключения питания
12	VPP	Высокое снабжение	Напряжение питания 6,5 В для программирования OTP. VDD в нормальном режиме работы
13	PROG	Вход (внутреннее подтягивание)	0: Нормальный режим работы 1: Режим программирования OTP

14	NCS	Вход (внутренняя подтяжка)	Вход стробирования данных SSI
15	CLK	Вход	Вход тактового генератора SSI
16	DO/DI	Вход/выход (трехгосударственны й)	Выход данных SSI (режим абсолютного выхода)
			Вход последовательных данных (режим программирования OTP)

Таблица 1: Абсолютные максимальные номинальные значения

Параметр	Символ	Мин.	Макс.	Единицы	Примечания
Температура хранения	TS	-40	125	°C	-
Напряжение питания постоянного тока	VDD	-0.3	7	Вольт	-
Контакт VDD	VPP	-0.3	7		
Контакт VPP	Vin	-0.25	VDD + 0.25	Вольт	-
Диапазон входного напряжения					

ВНИМАНИЕ! Подвержение изделия нагрузкам, превышающим указанные в данном разделе, может привести к необратимому повреждению устройств. Это только номинальные нагрузки, и это не означает, что устройства будут работать сверх этих номиналов. Воздействие экстремальных условий в течение длительного времени может повлиять на надежность изделия.

Таблица 2: Рекомендуемые условия эксплуатации

Параметр	Символ	Мин.	Тип.	Макс.	Единицы	Примечания
Рабочая температура окружающей среды	TA	-40	-	125	°C	-
Напряжение питания постоянного тока на выводе VDD Работа 5 В Работа при напряжении 3,3 В	VDD	4.5 3.0	5.0 3.3	5.5 3.6	Вольт	Вывод VDD связан с выводом VDD_F для Работа при напряжении 3,3 В.
Напряжение программирования OTP на выводе VPP	VPP	6.3	6.5	6.7	Вольт	VPP привязан к VDD в нормальном режиме работы
Инкрементная выходная частота	fMAX	-	-	512	кГц	Частота = Скорость (об/мин) x Разрешение/60 Максимальное число оборотов = 30 000 об/мин
Емкость нагрузки	CL	-	-	50	пФ	-

Таблица 3: Электрические характеристики

Состояние: Электрические характеристики в рекомендуемых условиях эксплуатации. Типичные значения указаны при VDD = 5,0 В и 25°C.

Параметр	Символ	Мин.	Тип.	Макс.	Единицы	Примечания
Потребление тока						
Ток питания						
Нормальный режим работы	IDD	-	17	21	мА	-
Режим отключения питания	IPD	-	-	100	µА	-
Ток программирования OTP	IPP	-	-	2	мА	Контакт питания VPP
Цифровые выходы (DO)						
Выходное напряжение высокого уровня	VOH	VDD - 0.5	-	-	Вольт	Нормальная работа
Низкоуровневое выходное напряжение	VOL	-	-	GND + 0.4	Вольт	-
Выходной ток утечки	IOZ	-1	-	1	µА	-
Время включения питания: 10 бит	tPwrUp	-	-	11	мс	-
Абсолютный выход: 12 бит				11		
Инкрементный выход: 14 бит				11		
ШИМ-выход: 16 бит				11		

Цифровые входы (DI)						
Входной высокий уровень	V _{IH}	0,7 x VDD	-	-	Вольт	-
Низкий уровень входного сигнала	V _{IL}	-	-	0,3 x VDD	Вольт	-
Входной ток утечки	I _{LEAK}	-1	-	1	µA	Штырьки CLK, DI
Входной ток низкого уровня Pull-Up	I _{IL}	-	-	30	µA	Контакт NCS
Входной ток высокого уровня по схеме "тяги-толкай"	I _{IH}	-	-	30	µA	ALIGN, PROG

Таблица 4: Характеристики кодирования

Параметр	Символ	Мин.	Тип.	Макс.	Единицы	Примечания
Абсолютный выход						
Разрешение	RES	10	-	16	Бит	10 и 16 бит (медленный режим) 10 и 14 бит (быстрый режим)
Интегральная нелинейность (оптимальная)	ИНЛ _{ном}	-	±0.4	±0.9	Степень.	Максимальная ошибка относительно наилучшего соответствия линии. Проверено при номинальном механическом магнита. Tamb = 25°C
Интегральная нелинейность	ИНЛ	-	-	±1.9	Степень.	Наилучшее соответствие линии = (Errmax - Errmin)/2 Превышение допустимого смещения при использовании магнита диаметром 9 мм, Tamb = от -40 до +125°C
Частота дискретизации выходного сигнала	f _s	-	12	-	кГц	См. таблицу 5 для внутреннего времени выборки АЕАТ-6600-T16
Инкрементный выход (канал ABI)						
Разрешение	РИНЦ	8	-	1024	СЛР	Варианты 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, или 1024 CPR
Ширина импульса индекса	P _O	90	-	360	°е	Варианты: 90, 180, 270 или 360 °е
Ошибка цикла	ΔC	-	7	60 80 100	°е	8, 16, 32, 64, 128 CPR 256 КПР 512, 1024 CPR
Ошибка ширины импульса	ΔP	-	5	40 50 60	°е	8, 16, 32, 64, 128 CPR 256 КПР 512, 1024 CPR
Ошибка ширины состояния	ΔS	-	3	40 50 60	°е	8, 16, 32, 64, 128 CPR 256 КПР 512, 1024 CPR
Фазовая ошибка	Δθ	-	2	20 25 30	°е	8, 16, 32, 64, 128 CPR 256 КПР 512, 1024 CPR
Ошибка ширины импульса индекса	P _O	60 150 240 330	90 180 270 360	120 210 300 390	°е	Индексная ширина импульса, развернутая на 90°е Индексная ширина импульса, развернутая на 180°е Индексная ширина импульса, развернутая на 270°е Индексная ширина импульса, развернутая на 360°е
Скорость	-	1	-	30,000	RPM	-
ПРИМЕЧАНИЕ: Приведенные выше характеристики кодирования основаны на 12-битном разрешении.						-
Коммутационная характеристика (канал U, V, W)						
Формат коммутации	Четырехфазный 1, 2, 4 или 8 пар полюсов					
Точность коммутации	ΔUVW	-2	-	+2	°механический	-

~~АБЭТ 6600 T16~~

16-битами

Скорость	1, 2, 4, 8 полюсов	1	-	30,000	RPM	-
ШИМ-выход						
Частота ШИМ 10 бит	fPWM	3040	3800	4560	Гц	-
Минимальная ширина импульса 10 бит	PWMIN	0.8	1	1.2	μs	-
Максимальная ширина импульса 10 бит	PWMAX	210	263	315	μs	-
ПРИМЕЧАНИЕ: Характеристики кодирования приведены для рекомендованного рабочего диапазона, если не указано иное.						

Таблица 5: Временные характеристики кодирования

Параметр	Симво	Мин	Тип.	Макс.	Един	Примечания
Абсолютный выход						
Время обновления системы						
10-бит	tRefresh	-	-	111	µs	Первый абсолютный выход SSI при включении питания
12-бит		-	-	111	µs	
14-бит		-	-	111	µs	
16-бит		-	-	111	µs	
Время реакции системы (быстрый режим)						
10-бит	tFast	-	-	111	µs	Отсутствие усреднения времени
12-бит		-	-	111	µs	
14-бит		-	-	111	µs	
Время реакции системы (медленный режим)						
10-бит	tSlow	-	-	111	µs	Усреднение времени реакции
12-бит		-	-	442	µs	
14-бит		-	-	7.1	мс	
16-бит		-	-	113	мс	
Инкрементный выход (ABI и UVW)						
Время реакции системы (быстрый	tInc.	-	-	720	µs	(для 400 - 1800 об/мин)
		-	-	310	µs	(для 1801 об/мин и выше)

ПРИМЕЧАНИЯ:

tRefresh, tFast, tSlow, tInc являются внутренним временем выборки AEAT-6600-T16.

Режим Slow Mode не рекомендуется для инкрементного выхода. Для применения медленного режима на инкрементном выходе обратитесь на завод-изготовитель. Для применения быстрого 16-битного режима свяжитесь с заводом-изготовителем.

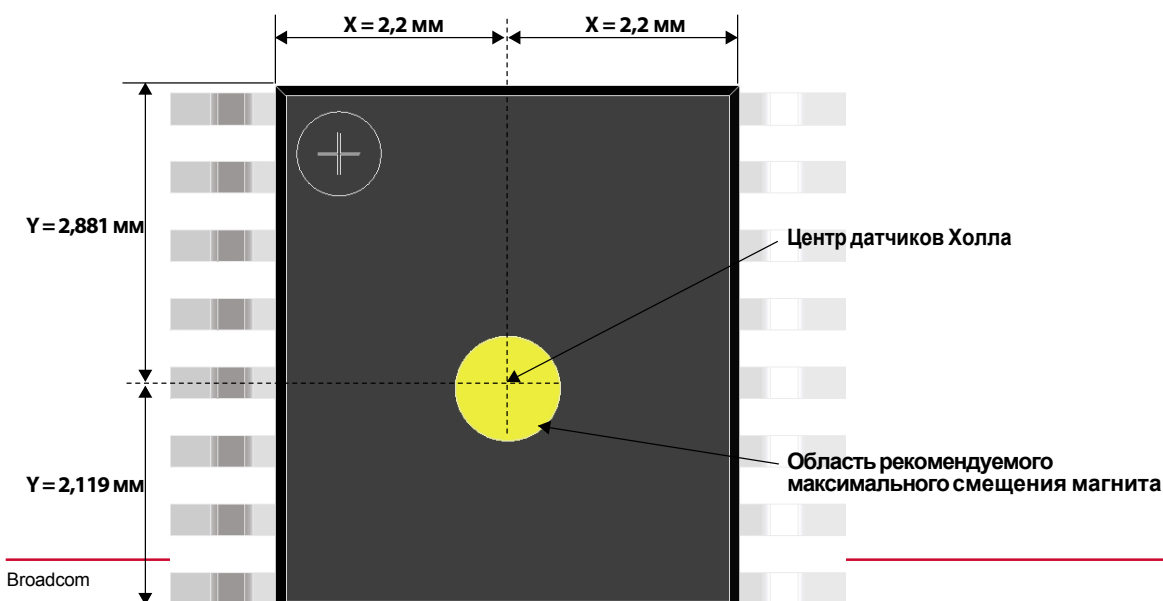
Таблица 6: Рекомендуемые характеристики магнитного входа

Параметр	Символ	Мин	Тип.	Макс	Единицы	Примечания
Диаметр	d	-	9	-	мм	Рекомендуемый магнит: Цилиндрический магнит, с диаметральной намагничиванием и одной парой полюсов.
Толщина	t	-	3	-	мм	
Радиальная плотность магнитного потока магнита	B_радиал	188	198	208	мТ	Измеряется на расстоянии 1,3 мм от центра радиальной поверхности магнита. Цель проверки магнита.
Плотность магнитного потока в плоскости магнита	B_плоскость	106	112	118	мТ	B_плоскость на расстоянии 1,3 мм от плоской поверхности магнита. Для датчика Холла требуются плоскостные компоненты магнитного поля.
Наклон вектора намагниченности	Mag_Vec	-	-	± 5	-	Наклон вектора намагниченности магнита.
Радиус смещения магнита	R_m	-	-	0.1	мм	Смещение между осью магнита и осью вращения.
Радиус смещения датчика Холла	P_c	-	-	0.5	мм	Смещение между осью датчика Холла и осью вращения.
Рекомендуемый материал магнита и температурный дрейф	-	-	-0.11	-	%/°C	NdFeB (неодим-железо-бор), марка N35SH.

DISCLAIMER: Приведенная выше информация основана на спецификации, предоставленной поставщиком магнита, используемого для определения характеристик продукта. Поставщик магнита несет полную ответственность за спецификацию и характеристики используемого магнита.

Размещение магнитов и корпусов ИС

Рисунок 5: Размещение магнита и корпуса ИС



Центральная ось магнита должна быть выровнена в пределах радиуса смещения 0,5 мм от определенного центра датчика Холла.

Определенный центр датчика чипа и радиус смещения магнита

Рисунок 6: Определенный центр датчика чипа и радиус смещения магнита

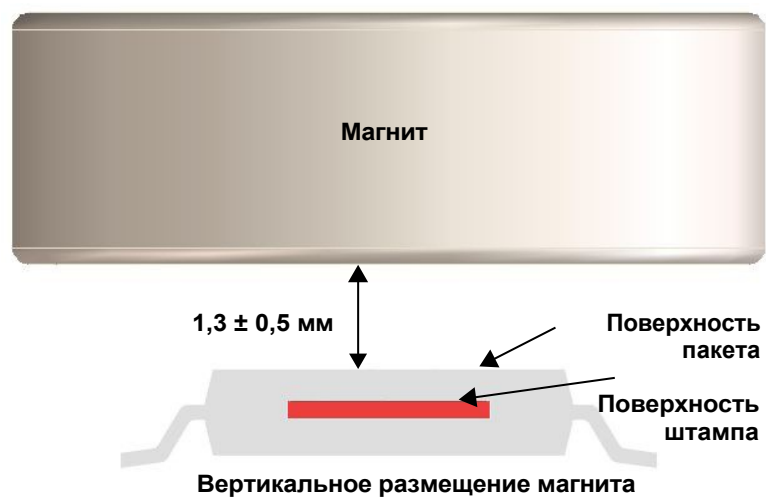


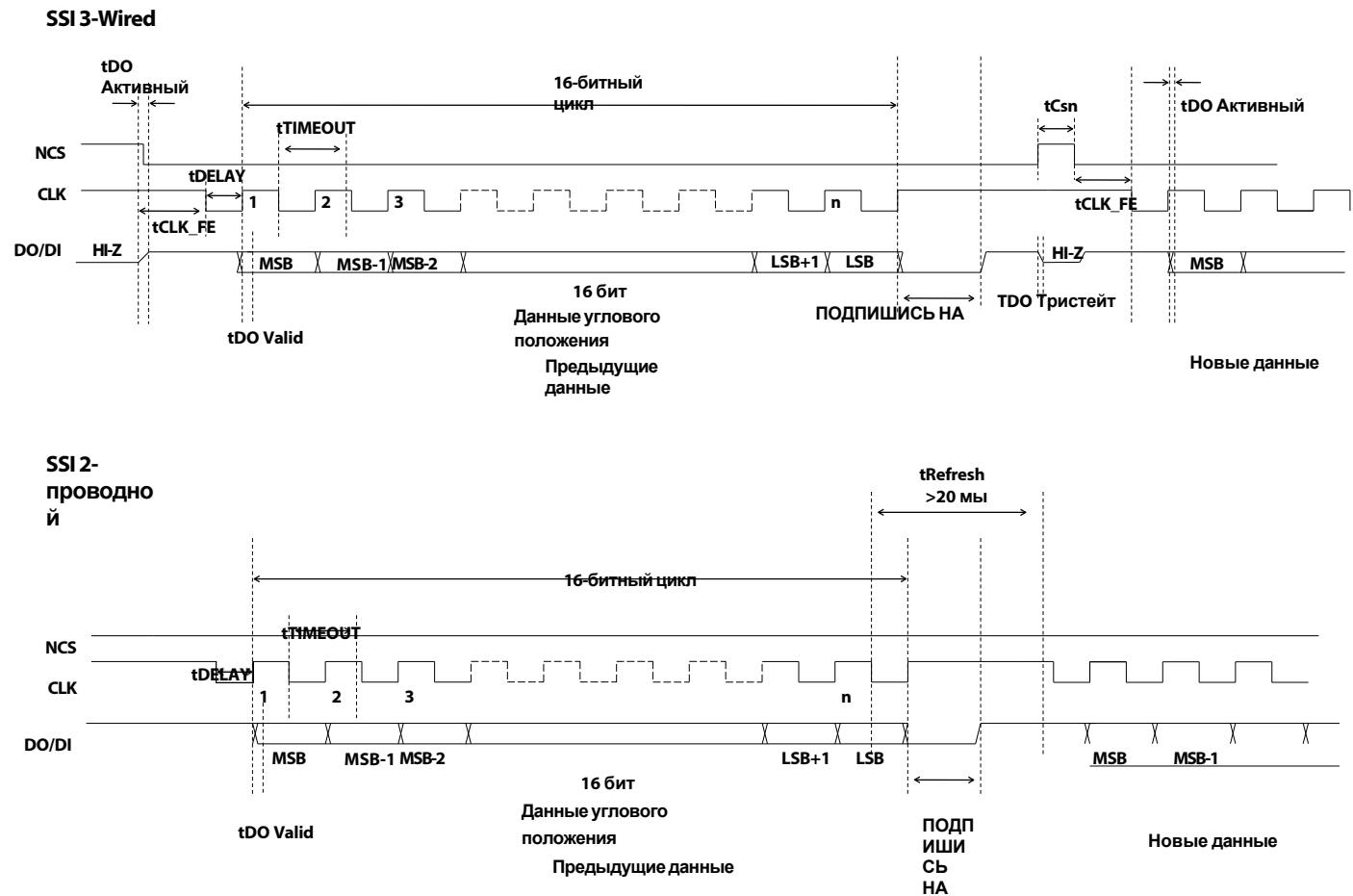
Таблица 7: Временные характеристики SSI

Параметр	Символ	Мин.	Тип.	Макс.	Единицы	Примечания
fclk	-	-	-	1000	кГц	-
tCLK FE	-	-	-	500	ns	Минимальное время, необходимое кодеру для заморозки данных и подготовки регистров сдвига перед получением первого нарастающего фронта импульса для передачи MSB.
tDO Активный	-	-	100	-	ns	-
tDO Valid	-	-	50	-	ns	-
tCSn	-	-	500	-	ns	-
TDO Тристейт	-	-	100	-	ns	-
tDELAY	-	-	500	-	ns	Минимальное время, необходимое кодеру для заморозки данных и подготовки регистров сдвига перед получением первого нарастающего фронта импульса для передачи MSB.
tRefresh	-	20	-	-	µs	Необходимое время ожидания для обновления данных о положении между последующими считываниями положения.
tTIMEOUT	-	-	-	20	µs	Каждый падающий фронт тактового генератора.
ПОДПИШИСЬ НА	-	-	-	10	µs	Максимальное время удержания DO в низком состоянии.

ПРИМЕЧАНИЕ: Временные характеристики SSI находятся в рекомендованном рабочем диапазоне, если не указано иное.

Временная диаграмма SSI

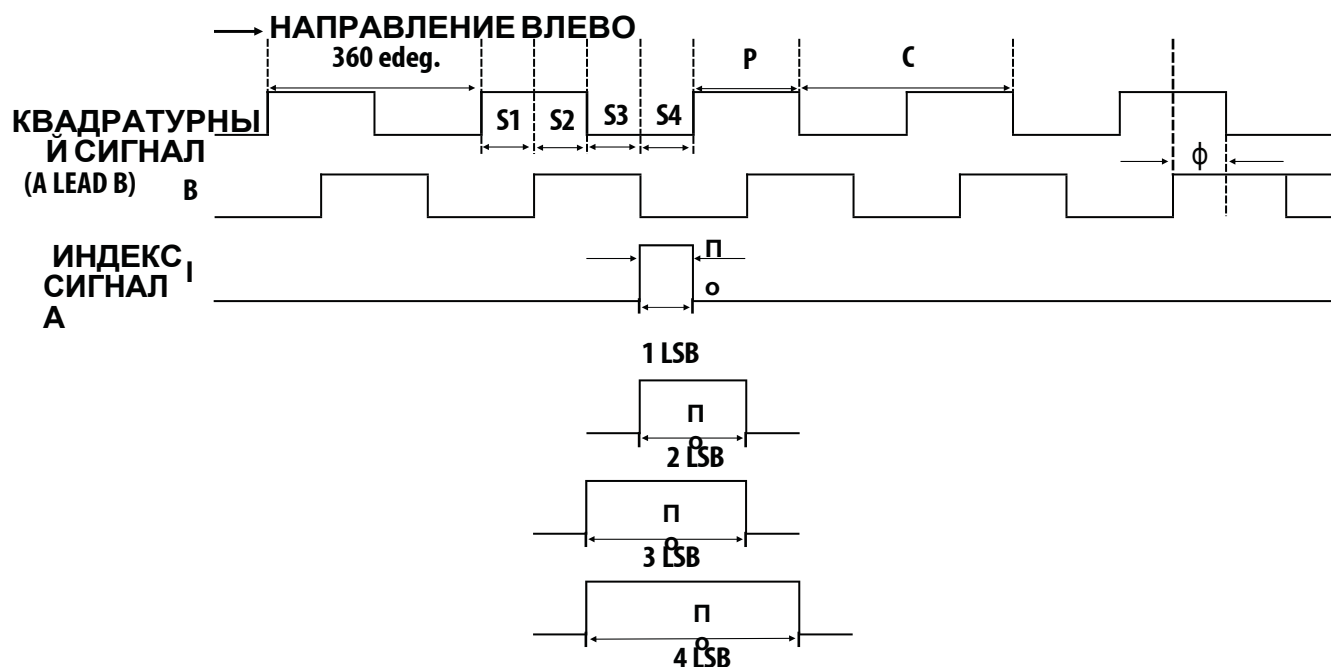
Рисунок 7: Временная диаграмма SSI: 3-проводной и 2-проводной режим SSI



Как правило, протокол SSI использует отношения инициатор/приемник, в которых инициатор инициирует кадр данных. CLK генерируется инициатором (контроллером) и подается на все приемники. В AEAT-6600-T16 данные о положении постоянно обновляются энкодером (AEAT-6600-T16) и поступают в сдвиговый регистр.

Инкрементный выход ABI

Рисунок 8: Инкрементные сигналы ABI



При включенном инкрементном выходе ABI, AEAT-6600-T16 может предоставлять данные о положении и направлении с разрешением от 8 до 1024 CPR. Индексный сигнал отмечает абсолютное угловое положение и обычно происходит один раз за оборот, с вариантами 90, 180, 270, 360. Наконец, индексный сигнал очищает счетчик после каждого полного оборота.

Коммутационный выход UVW

Рисунок 9: Коммутационные сигналы UVW - разрешение 12 бит, одна полюсная пара

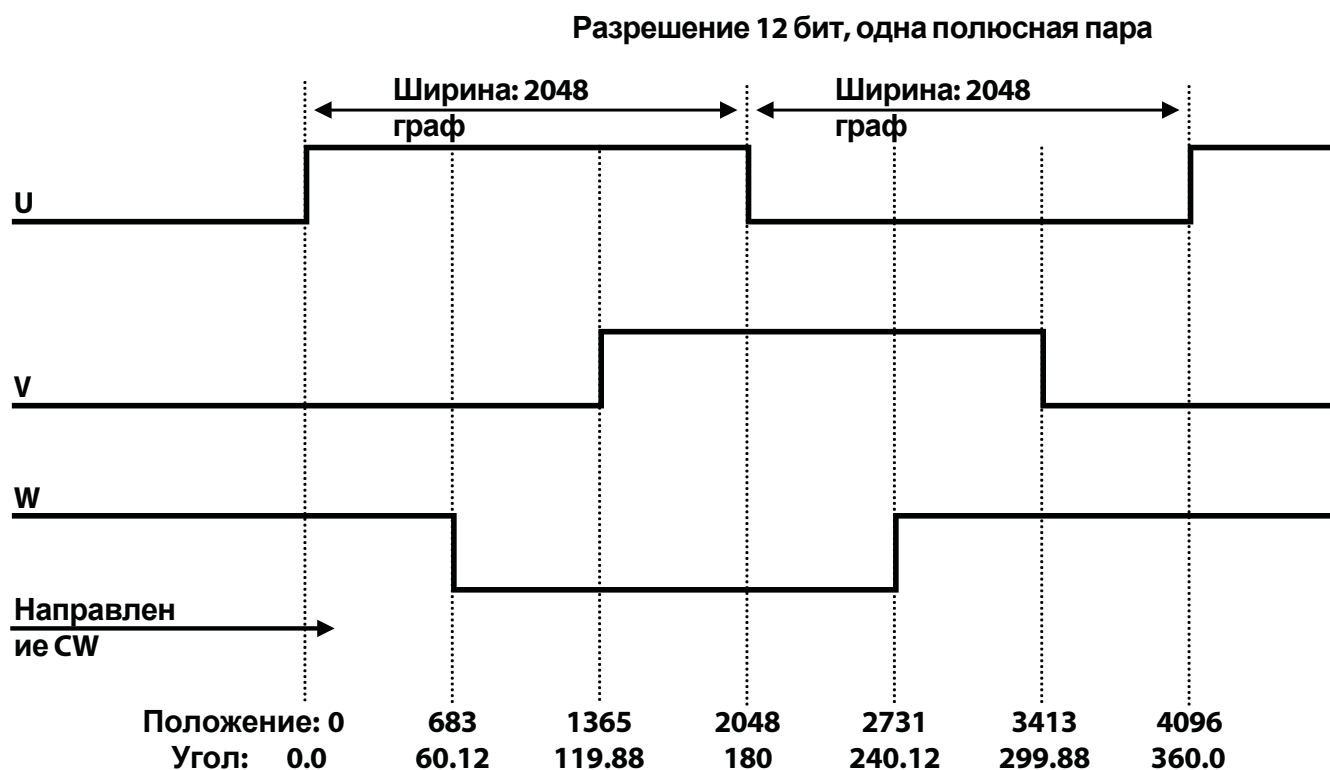
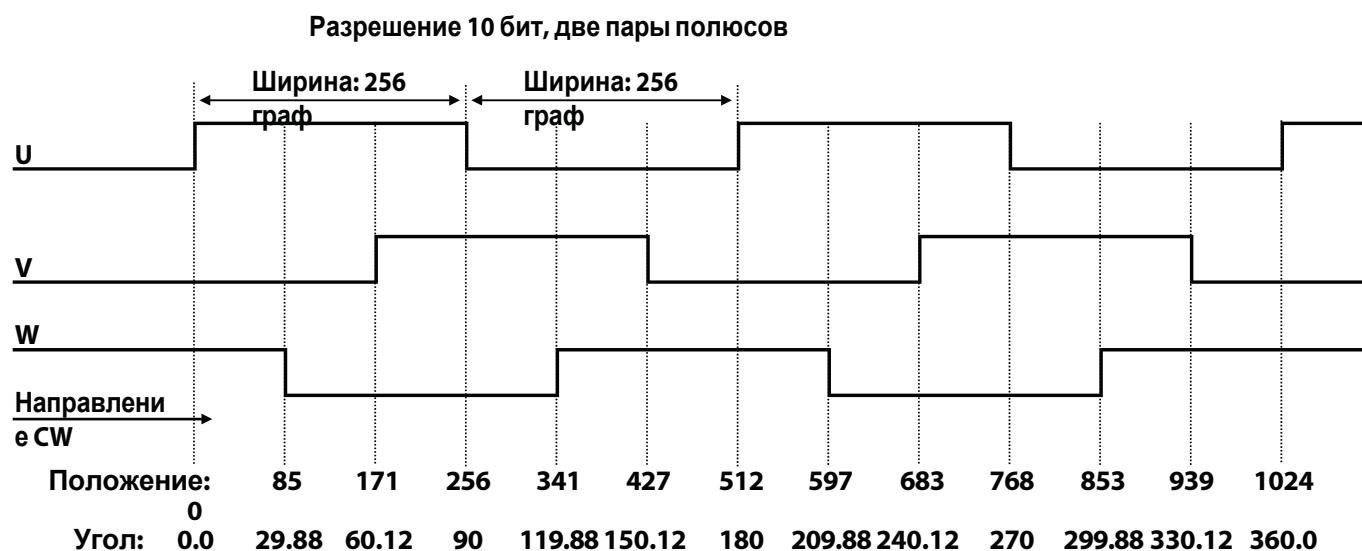


Рисунок 10: Коммутационные сигналы UVW - разрешение 10 бит, две пары полюсов

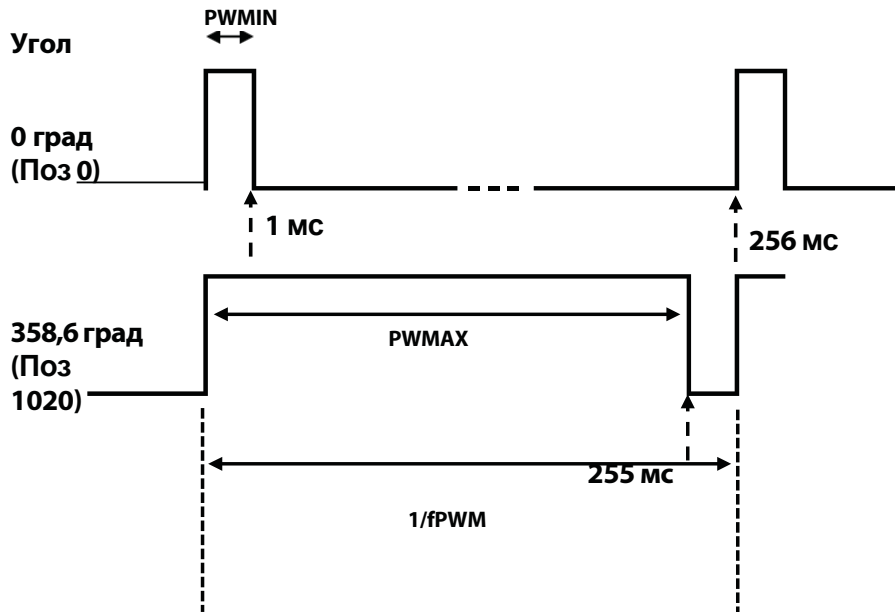


В этом варианте трехканальный интегрированный выход коммутации (U, V, W) служит для эмуляции обратной связи с датчиком Холла. Благодаря этому AEAT-6600-T16 может согласовать сигнал энкодера коммутации с правильной фазой двигателя. Как правило, чем больше пар полюсов, тем мельче шаги коммутации (AEAT-6600

ШИМ-выход

Рисунок 11: Сигналы ШИМ - 12-битное разрешение

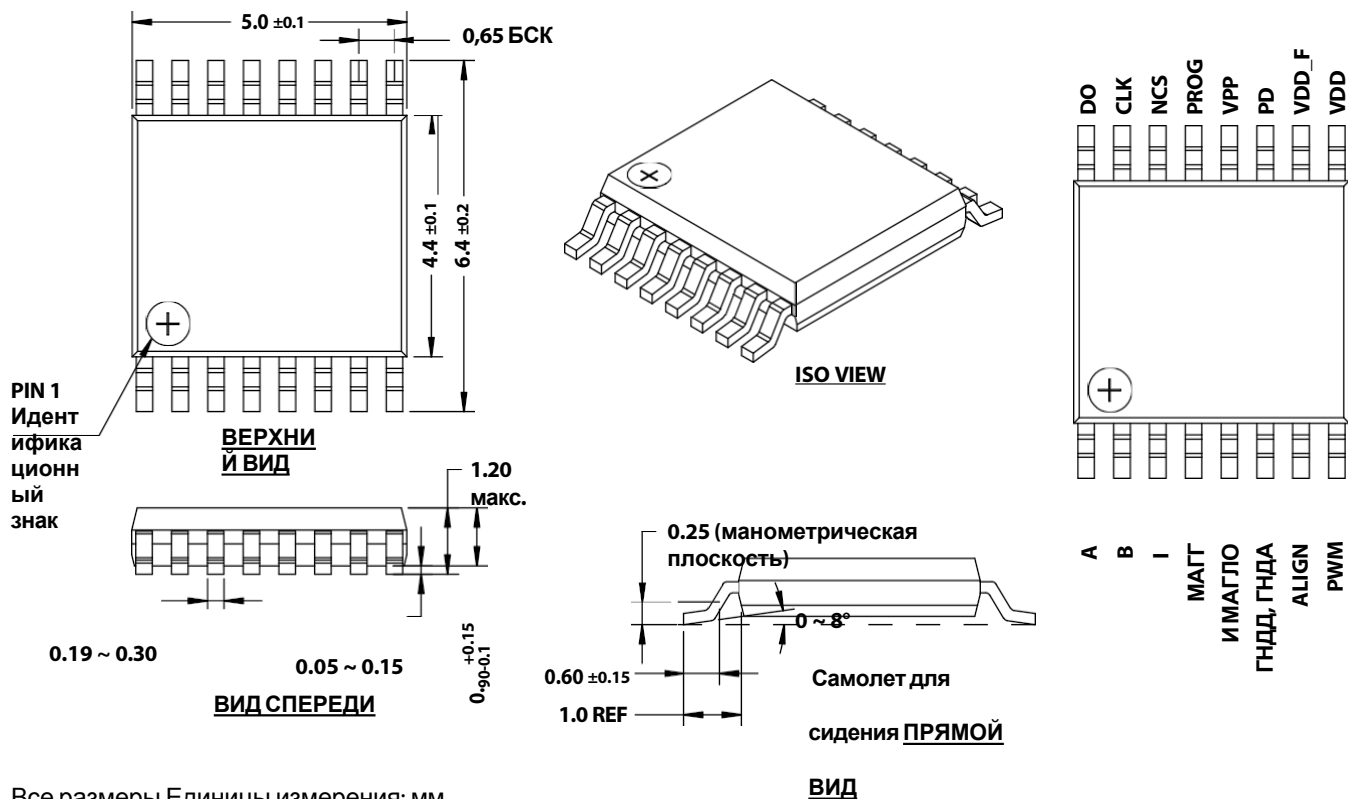
$$\text{Позиция} = \frac{\text{тонна} \times 1025}{(\text{тонна} + \text{тофф})} - 1$$



Выход ШИМ рассматривается как еще один абсолютный выход, помимо SSI. В режиме ШИМ рабочий цикл пропорционален измеренному углу. Для полного угла поворота 360 градусов эквивалентно положению от 0 до 1023. Например, угловое положение 358,6° генерирует длительность импульса $t_H = 255$ мкс и паузу $t_{офф} = 1$ мкс, в результате чего Position = 1020 после расчета: $255 \times 1025 / (255 + 1) - 1 = 1020$

Чертежи упаковки

Рисунок 12: Размеры AEAT-6600, 16-выводной TSSOP



Все размеры Единицы измерения: мм

Информация для заказа

AEAT-6600-T16

Авторское право © 2005-2022 Broadcom. Все права защищены. Термин "Broadcom" относится к компании Broadcom Inc. и/или ее дочерним компаниям. Для получения дополнительной информации посетите веб-сайт www.broadcom.com. Все торговые марки, торговые наименования, знаки обслуживания и логотипы, упоминаемые в настоящем документе, принадлежат соответствующим компаниям.

Broadcom оставляет за собой право вносить изменения без дополнительного уведомления в любые продукты или данные, приведенные в настоящем документе, с целью повышения надежности, функциональности или дизайна. Информация, предоставленная компанией Broadcom, считается точной и надежной. Однако компания Broadcom не несет никакой ответственности, связанной с применением или использованием этой информации, а также с применением или использованием любого продукта или схемы, описанных здесь, и не передает никаких лицензий на свои патентные права или права других лиц.