

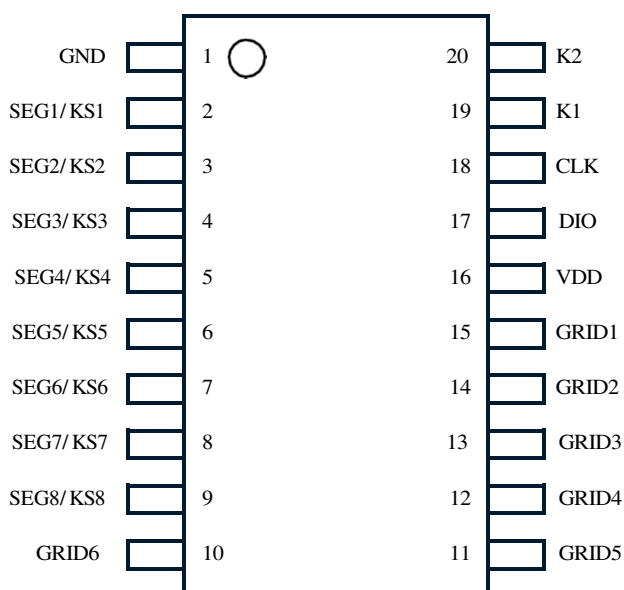
Описание

TM1637 – это специализированная микросхема управления светодиодным дисплеем (LED) с функцией сканирования клавиатуры. В микросхему включены: цифровой интерфейс управления, регистр данных, драйвер светодиодного индикатора и интерфейс сканирования клавиатуры. Микросхема выпускается в корпусе DIP20/SOP20, обладает необходимыми рабочими характеристиками и высоким качеством. В основном применяется для управления дисплеями индукционных плит, микроволновых печей и мелкой бытовой электротехники.

Функциональные особенности

- Внутренняя схема высокой энергоэффективностью, выполненная по КМОП технологии;
- Режим отображения (8 сегментов x 6 бит) поддерживает вывод на светодиодный индикатор с общим анодом;
- Сканирование клавиатуры (8x2 бит) с улучшенной схемой идентификации и защитой от помех;
- Схема регулировки яркости (количество ступеней регулирования - 8);
- Двухпроводной последовательный интерфейс (CLK, DIO);
- Тип генератора: встроенный RC-генератор;
- Встроенная схема сброса при включении питания;
- Встроенная схема автоматической регенерации;
- Тип корпуса: DIP20/SOP20.

Расположение выводов



Функции выводов

Обозначение	Функция	Номер вывода	Описание
DIO	Ввод/вывод данных	17	Служит для последовательного ввода и вывода данных. Ввод данных начинается после перевода контакта в состояние логического нуля, при наличии логической единицы на контакте CLK. После передачи одного байта автоматически генерируется подтверждение (ACK) по спаду 8-го тактового сигнала.
CLK	Тактовый вход	18	Служит для ввода и вывода данных по фронту сигнала
K1-K2	Вход сканирования клавиатуры	19-20	Вход сканирования матрицы клавиатуры. Фиксируется после завершения цикла отображения дисплея.
SG1-SG8	Выход (сегменты)	2-9	Выходы для подключения сегментов индикатора (по совместительству - выходы сканирования клавиатуры). Выполнены в виде выводов с открытым стоком N-канального транзистора.
GRID6-GRID1	Выход (бит)	10-15	Битовые выходы, организованные в виде выводов с открытым стоком P-канального транзистора
VDD	Питание	16	Положительный вывод питания микросхемы
GND	Корпус	1	Корпусной вывод питания микросхемы

Разряд, вызванный статическим электричеством в сухую погоду или в условиях сухой окружающей среды, может повредить интегральную схему. Компания TITAN MICRO ELECTRONICS рекомендует принять все меры для защиты интегральной схемы. Повреждение от электростатического разряда, выбор неверного режима эксплуатации или пайки может привести к выходу микросхемы из строя.

Чтение данных сканирования клавиатуры

Клавиатура организована в виде матрицы, размерностью 8x2 (см. рис 1)

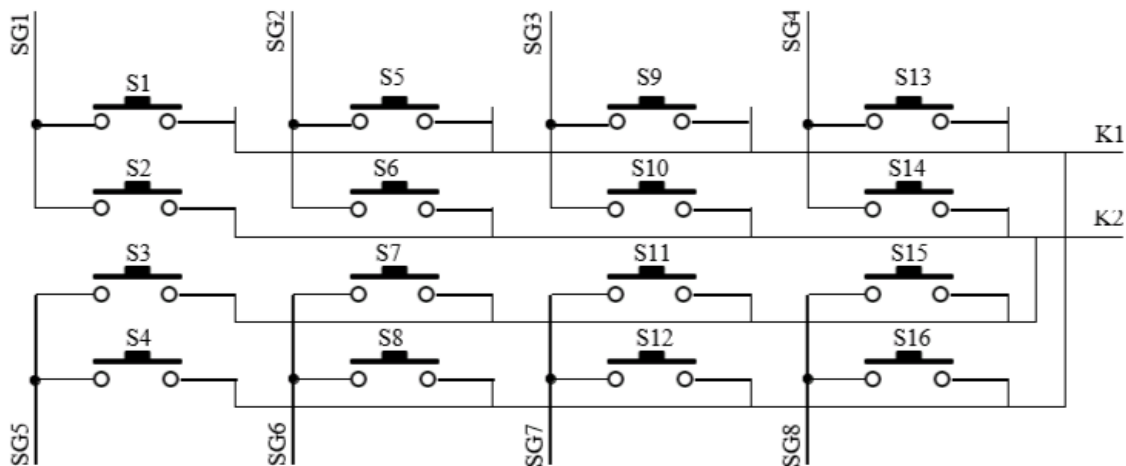


Рис 1. Матрица сканирования клавиатуры размерностью 8x2

При нажатии клавиш, данные сканирования будут следующими:

Таблица 1. Данные сканирования клавиатуры

	SG1	SG2	SG3	SG4	SG5	SG6	SG7	SG8
K1	1110_1111	0110_1111	1010_1111	0010_1111	1100_1111	0100_1111	1000_1111	0000_1111
K2	1111_0111	0111_0111	1011_0111	0011_0111	1101_0111	0101_0111	1001_0111	0001_0111

Примечание: если ни одна клавиша не нажата, значение считанных данных - 1111_1111. При нажатии - активным является низкий логический уровень. Поскольку при использовании кухонных приборов, таких

как индукционные плиты, могут возникать сильные помехи, в TM1637 применен режим срабатывания по отрицательному фронту (отжатию клавиши) для предотвращения случайного срабатывания. TM1637 не поддерживает комбинированное нажатие клавиш (двух и более).

Адресное пространство регистров дисплея

Данные передаются в регистры TM1637 от внешних источников посредством последовательного интерфейса. Адресное пространство состоит из шести байт. Диапазон адресов от C0H до C5H соответствуют светодиодам, подключенным к выводам SEG и GRID микросхемы. Состояния светодиодов дисплея зависят от значений битов регистров. В случае применения семисегментных индикаторов один байт из адресного пространства будет определять состояние одного индикатора (7 бит - сегменты и 1 бит - точка или двоеточие). Поэтому, без применения внешних дополнительных устройств к микросхеме можно подключить до шести семисегментных индикаторов с общим анодом.

Таблица 2. Регистры с данными для отображения светодиодными индикаторами

SEG1		SEG2		SEG3		SEG4		SEG5		SEG6		SEG7		SEG8	
xxHL (младшие 4 бита)				xxHU (старшие 4 бита)											
B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7								
C0HL				C0HU										GRID1	
C1HL				C1HU										GRID2	
C2HL				C2HU										GRID3	
C3HL				C3HU										GRID4	
C4HL				C4HU										GRID5	
C5HL				C5HU										GRID6	

Описание интерфейса

Микропроцессор осуществляет связь с TM1637 посредством двухпроводного интерфейса (**Примечание: интерфейс не соответствует, хотя и похож на протокол I2C, поскольку в пакете данных отсутствует адрес ведомого устройства**). При вводе данных сигнал на выводе DIO не должен изменяться при высоком уровне на выводе CLK. Все изменения сигнала на выводе DIO должны производиться при низком уровне на выводе CLK.

Ввод данных начинается, когда сигнал на выводе CLK находится в состоянии логической единицы, а сигнал на выводе DIO изменяет логическое состояние с единичного на нулевое. Ввод данных завершается, когда сигнал на выводе CLK находится в состоянии логической единицы, а сигнал на выводе DIO изменяет логическое состояние с нулевого на единичное.

Приём байта данных TM1637 подтверждает отправкой сигнала ответа ACK. Сигнал ответа представляет собой принудительный перевод вывода DIO в состояние логического нуля по спаду 8-го такта. Длительность сигнала ответа - 1 тактовый период. Состояние логического нуля снимается с вывода DIO по спаду 9-го такта.

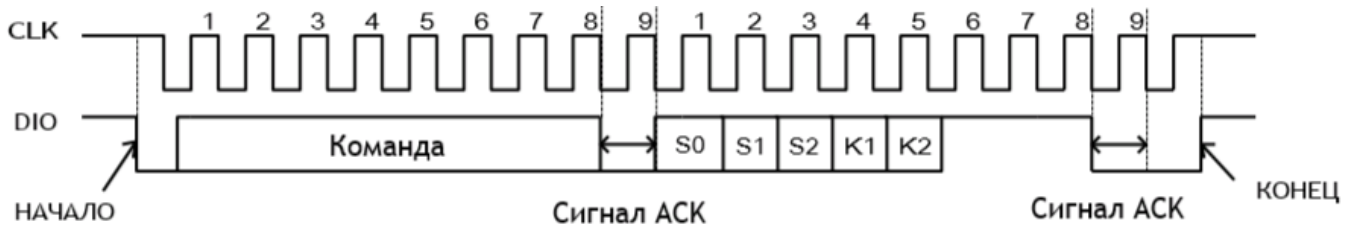


Рис 2. Временная диаграмма режима считывания состояния клавиатуры

Команда (см. рис 2): команда для считывания информации с клавиш;

Передаваемая информация о состоянии клавиш состоит из битов S0, S1, S2, K1 и K2. Биты S0, S1 и S2 - представляют столбцы матрицы клавиатуры. Биты K1 и K2 представляют линии матрицы клавиатуры (см. рис 1). Активный уровень битов K1 и K2 - низкий, единичное состояние битов K1 и K2 говорит о том, что ни одна клавиша не нажата. Тактовая частота (CLK) должна быть меньше 250 кГц.

Примечание переводчика: не очень ясна связь между рис 2 и таблицей 1. Если данные, приведённые в таблице 1 - это скан коды, то зачем их привели? Их же нельзя считать. Согласно рис 2 создаётся впечатление, что для кодирования состояния восьми кнопок одной из линии сканирования K1 или K2 будут использованы все состояния, которые можно получить из трёх бит S1, S2 и S3. Таких состояний как раз 8. Первое состояние - это 000 (S1=0, S2=0, S3=0), последнее - 111 (S1=1, S2=1, S3=1).

То есть, состояние S1=0, S2=0, S3=0, K1=1, K2=1 - говорит о том, что ни одна клавиша не нажата. Если S1=0, S2=0, S3=0, K1=0, K2=1, то это говорит о том, что нажата клавиша (только неясно какая, возможно подключенная к SG1) на первой линейке сканирования. Если, например, S1=0, S2=1, S3=0, K1=0, K2=1, то это говорит о том, что нажата уже какая-то другая клавиша (также неясно какая) на первой линейке сканирования. Если, например, S1=1, S2=0, S3=0, K1=1, K2=0, то это говорит о том, что нажата уже какая-то (также неясно какая) на второй линейке сканирования.

То есть, при помощи трёх бит S1, S2 и S3 можно передать 8 значений с учётом нулевого. А три комбинации бит K1 и K2 позволяют показать, что:

1. Не нажата ни одна клавиша (K1=1, K2=1);
2. Нажата какая-либо клавиша на линии сканирования K1 (K1=0, K2=1);
3. Нажата какая-либо клавиша на линии сканирования K2 (K1=1, K2=0).

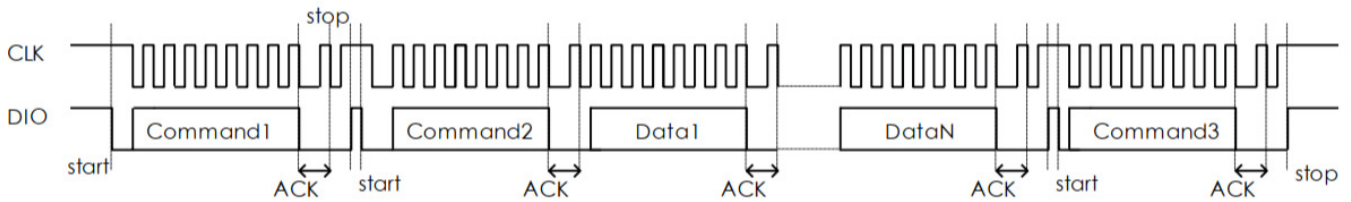


Рис 3. Запись данных в память с автоматическим инкрементом адреса

где (см. рис 3):

- Command1 - команда установки режима работы с данными;
- Command2 - команда установки адреса регистра данных;
- Data1 ÷ DataN - байты передаваемых данных;
- Command3 - команда управления дисплеем.

Примечание: описание формата команд будет приведено ниже.

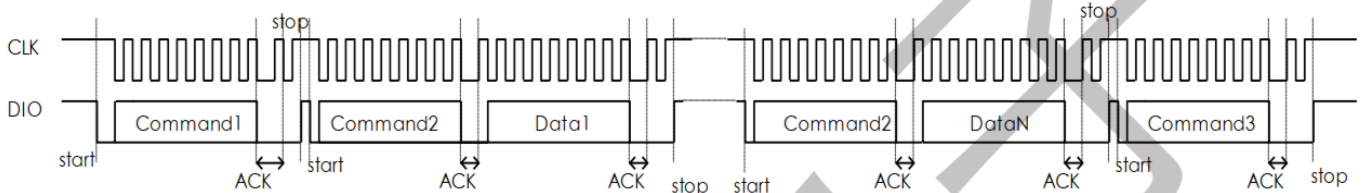


Рис 4. Запись данных в память с фиксированным значением адреса

где (см. рис 4):

- Command1 - команда установки режима работы с данными;
- Command2 - команда установки режима работы с данными;
- Data1 ÷ DataN - байты передаваемых данных;
- Command3 - команда управления дисплеем.

Описание команд

Команды используются для установки режима работы дисплея и состояния драйвера светодиодов. Первый байт, поступающий на контакт DIO по спаду сигнала CLK, определяется как команда. Старшие байты B7 и B6 определяют назначение команды.

Таблица 3. Назначение команды в зависимости от битов B7 и B6

B7	B6	Command
0	1	Команда установки режима работы с данными
1	0	Команда управления дисплеем
1	1	Команда установки адреса регистра данных

При появлении в передаваемом пакете признака завершения (STOP), произошедшее во время передачи команд или данных - эти передаваемые команды или данные становятся недействительными (предыдущие переданные команды или данные остаются в силе).

Формат команд режима работы с данными

Таблица 4. Команды работы с данными

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Function	Description
0	1	Незначимые биты. Должны быть равны нулю				0	0	Настройка режима записи и чтения данных	Записать данные в регистр отображения
0	1					1	0		Чтения данных сканирования клавиатуры
0	1				0			Настройка режима инкремента адреса	Автоматический инкремент адреса
0	1				1				Фиксированный адрес
0	1				0			Настройка тестового режима	Нормальный режим
0	1				1				Тестовый режим

Формат команд установки адреса

Таблица 5. Команды установки адреса регистров данных

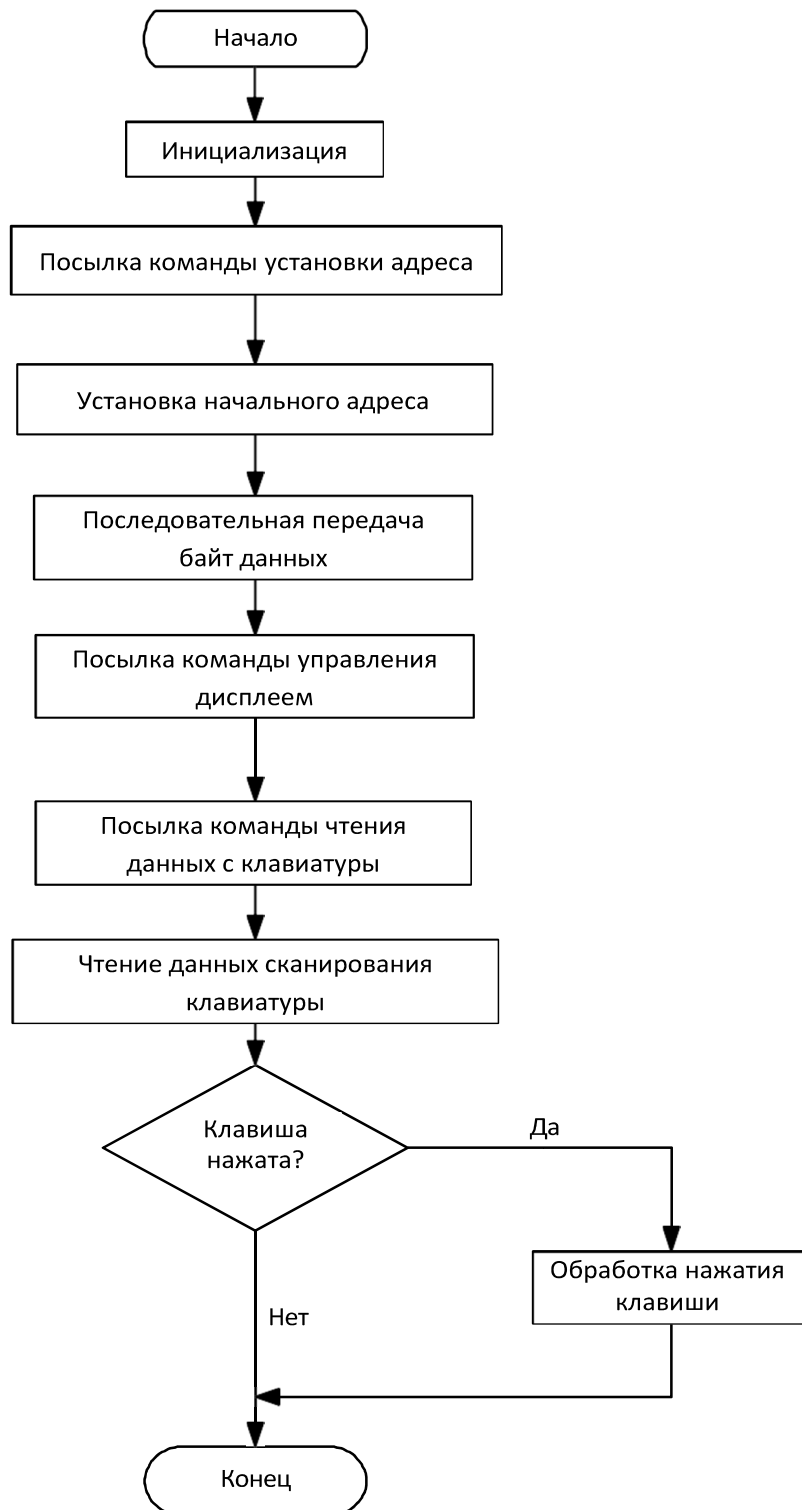
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Адрес индикатора
1	1	Незначимые биты. Должны быть равны нулю		0	0	0	0	C0H
1	1			0	0	0	1	C1H
1	1			0	0	1	0	C2H
1	1			0	0	1	1	C3H
1	1			0	1	0	0	C4H
1	1			0	1	0	1	C5H

Формат команд управления дисплеем

Таблица 6. Команды управления дисплеем

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Функция	Описание
1	0	Незначимые биты. Должны быть равны нулю			0	0	0	Установка уровня ШИМ (управление яркостью)	1/16 Ширина импульса установлена, как 1/16
1	0				0	0	1		2/16 Ширина импульса установлена, как 2/16
1	0				0	1	0		4/16 Ширина импульса установлена, как 4/16
1	0				0	1	1		10/16 Ширина импульса установлена, как 10/16
1	0				1	0	0		11/16 Ширина импульса установлена, как 11/16
1	0				1	0	1		12/16 Ширина импульса установлена, как 12/16
1	0				1	1	0		13/16 Ширина импульса установлена, как 13/16
1	0				1	1	1		14/16 Ширина импульса установлена, как 14/16
1	0			0				Управление включением	Дисплей выключен
1	0			1				Управление включением	Дисплей включен

Блок-схема программы с автоинкрементом адреса



Блок-схема программы с фиксированным адресом



Схема подключения микросхемы

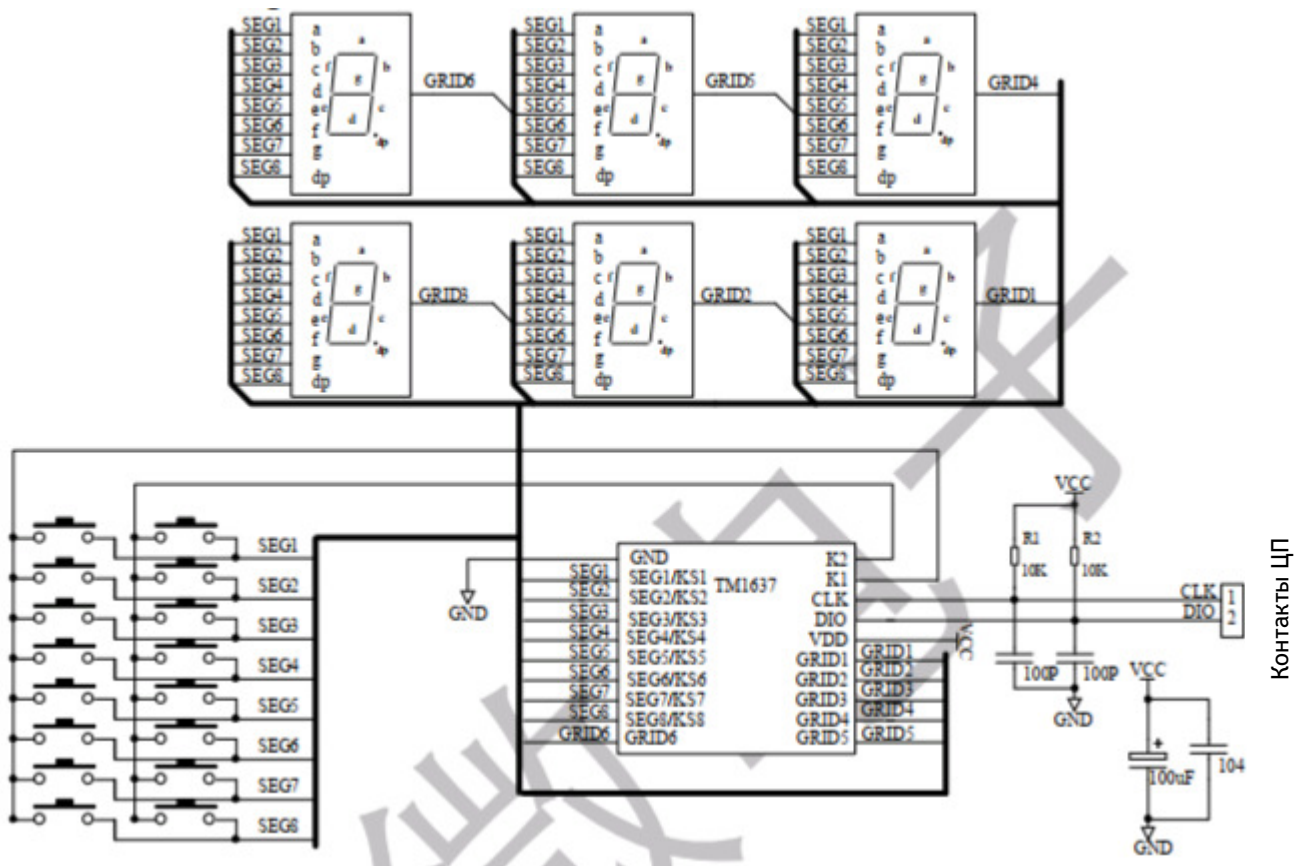


Рис 5. Схема подключения

Примечание 1: Фильтрующие конденсаторы между VCC и GND следует разместить на печатной плате как можно ближе к микросхеме TM1637 для усиления эффекта фильтрации.

Примечание 2: Конденсатор 100 пФ, подключенный к выводам DIO и CLK может уменьшить помехи от паразитных излучений.

Примечание 3: Напряжение питания VCC составляет 5 В.

Электрические характеристики

1. Граничные значения величин

 Таблица 7. Граничные значения при ($T_a = 25^\circ\text{C}$, $V_{ss} = 0\text{ В}$)

Параметр	Обозначение	Диапазон	Единица измерения
Напряжение питания	VDD	-0.5 ~ +7.0	В
Входное напряжение логического уровня	VI1	-0.5 ~ VDD + 0.5	В
Ток вывода SEG	IO1	50	мА
Ток вывода GRID	IO2	200	мА
Потребляемая мощность	PD	400	мВт
Рабочая температура	Topt	-40 ~ +85	°C
Температура хранения	Tstg	-65 ~ +150	°C

2. Нормальные рабочие значения величин

 Таблица 8. Нормальные рабочие значения при ($T_a = -40 \sim +85^\circ\text{C}$, $V_{ss} = 0\text{ В}$)

Параметр	Обозначение	Мин.	Тип.	Макс.	Единица
Напряжение питания	VDD		5		В
Входное напряжение логической единицы	VIH	0.7 VDD	-	VDD	В
Входное напряжение логического нуля	VIL	0	-	0.3 VDD	В

3. Электрические характеристики

 Таблица 9. Электрические характеристики ($T_a = -40 - +85^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 4.5 - 5.5\text{ В}$, $V_{ss} = 0\text{ В}$)

Параметр	Обозначение	Мин.	Тип.	Макс.	Единица	Условие теста
Ток вывода GRID	Ioh1	80	120	180	мА	GRID1~GRID6 , $U_o = V_{DD} - 2B$
	Ioh2	80	140	200	мА	GRID1~GRID6 , $U_o = V_{DD} - 3B$
Ток вывода SEG	IOL1	20	30	50	мА	SEG1~SEG8 $U_o = 0.3B$
Выходной ток логического нуля вывода DIO	Idout	4	-	-	мА	$U_o = 0.4B$
Допуск выходного тока логической единицы	Itolsg	-	-	5	%	$U_o = V_{DD} - 3B$, GRID1 ~ GRID6
Выходной подтягивающий резистор (pulldown)	RL		10		кΩ	K1~K2

Продолжение таблицы 9

Входной ток	I_i	-	-	± 1	мкА	$U_i = V_{DD} / V_{SS}$
Входное напряжение логической единицы	U_{iH}	0.7 VDD	-		В	CLK, DIN
Входное напряжение логического нуля	U_{iL}	-	-	0.3 VDD	В	CLK, DIN
Динамическое потребление тока	IDDdyn	-	-	5	мА	Без нагрузки, дисплей выключен

4. Характеристики переключения

 Таблица 10. Характеристики переключения ($T_a = -40 - +85^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 4.5 - 5.5 \text{ В}$, $V_{SS} = 0 \text{ В}$)

Параметр	Обозначение	Мин.	Тип.	Макс	Единица	Условие теста	
Частота генератора	fosc	-	450	-			
Время задержки передачи	tPLZ	-	-	300	нс	CLK → DIO	
	tPZL	-	-	100	нс	CL = 15пФ, RL = 10кΩ	
Время возрастания	TTZH 1	-	-	2	мкс	CL = 300пФ	GRID1 ~ GRID6
	TTZH 2	-	-	0.5	мкс		SEG1 ~ SEG8
Время спада	TTHZ	-	-	120	мкс	CL = 300пФ, SEGn, GRIDn	
Максимальная рабочая частота	Fmax	-	-	500	кГц	Коэффициент заполнения 50%	
Входная ёмкость	Ci	-	-	15	пФ	-	

5. Временные характеристики

 Таблица 11. Временные характеристики ($T_a = -40 - +85^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 4.5 - 5.5 \text{ В}$, $V_{SS} = 0 \text{ В}$)

Параметр	Обозначение	Мин.	Тип.	Макс	Единица	Условие теста
Ширина тактового импульса	PWCLK	400	-	-	нс	-
Время установки данных	tSETUP	100	-	-	нс	-
Время удержания данных	tHOLD	100	-	-	нс	-
Время ожидания	tWAIT	1	-	-	мкс	CLK↑→CLK↓