



## Миросхемы управления однофазным электродвигателем с функциями стабилизации холостого хода, плавного пуска и защиты от перегрузки

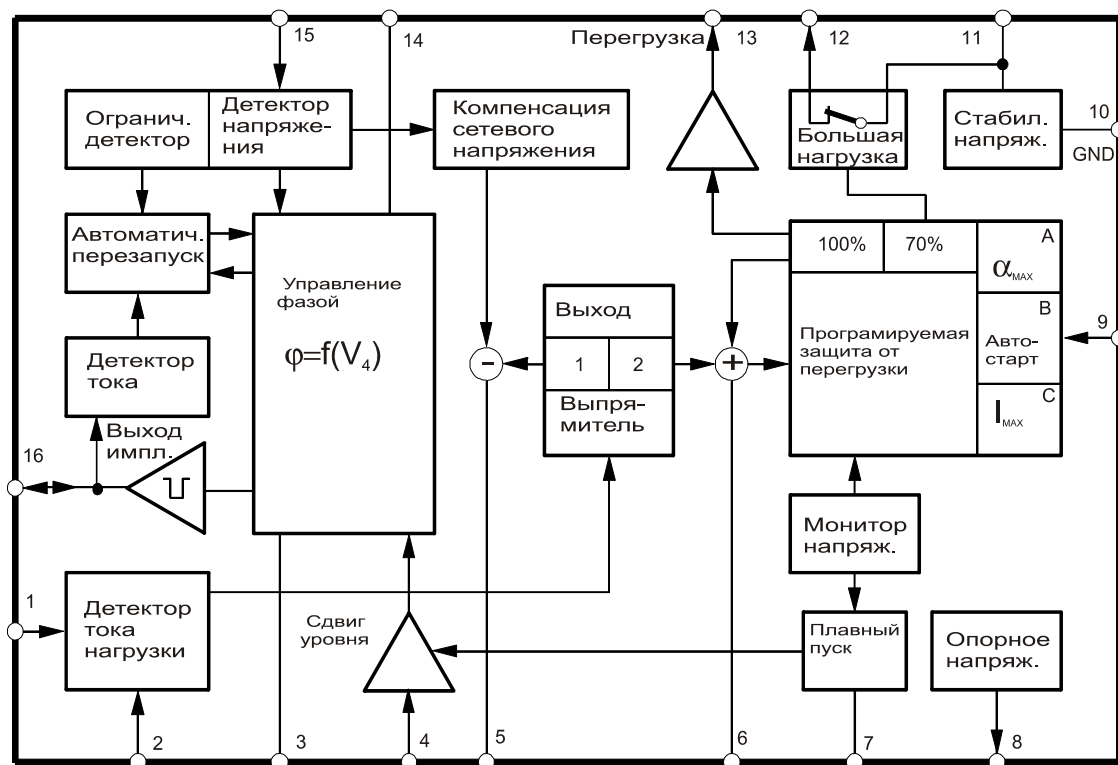
### ОСОБЕННОСТИ

- Двухполярный датчик тока
- Компенсация изменения питания
- Программируемое ограничение максимального и аварийного тока двигателя
- Синхронизация по току и напряжению
- Пусковой импульс 125 мА (тип.)
- Внутреннее слежение за напряжением питания
- Ток потребления не более 3 мА
- Источник опорного напряжения с температурной компенсацией

### ПРИМЕНЕНИЕ

- Управлением электродвигателем переменного тока
- Шлифовальные машины
- Мясорубки
- Дрели

Блок-схема микросхемы





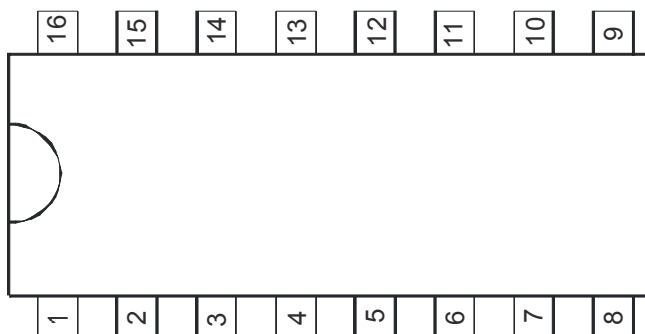
## 1. ОПИСАНИЕ

AS7073A, AS7073M, микросхемы для контроля фазы, изготовлены по биполярной технологии. Применяются для управления электродвигателем с обратной связью по току и защитой от перегрузки. Они оснащены двухполярным датчиком тока нагрузки, функцией плавного пуска, имеют выход опорного напряжения.

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ ВЫВОДОВ

Таблица 2.1 Назначение выводов

Вывод	Символ	Назначение
1	ISENSE1	Вход 1 датчика тока
2	ISENSE2	Вход 2 датчика тока
3	C	Пилообразное напряжение
4	CONTROL	Вход управления
5	COMP	Выход компенсации
6	ILOAD	Ограничение выходного тока
7	CSOFT	Плавный пуск
8	VREF	Опорное напряжение
9	MODE	Выбор режима
10	GND	Общий (земля)
11	VS	Напряжение питания
12	HIGH LOAD	Индикатор высокой нагрузки
13	OVERLOAD	Индикатор перегрузки
14	VR	Настройка тока заряда пилообразного напряжения
15	VSYNC	Напряжение синхронизации
16	OUTPUT	Выход запуска симистора





### 3. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

#### 3.1. Питание

AS7073A, AS7073M содержат внутренний стабилитрон и могут быть подсоединены к общему питанию электродвигателя переменного тока через диод VD1 и резистор R1. Напряжение питания между выводами 10 и 11 сглаживается конденсатором C1.

В случае, когда V6 не превышает 70% от порога перегрузки ( $V_{T70}$ ), выводы 11 и 12 замкнуты внутренним транзистором, напряжение насыщения которого не превышает 1.2В. Если абсолютная величина V6 больше  $V_{T70}$ , то ток питания течет через D3.

Последовательный резистор R1 можно вычислить по формуле:

$$R1_{\text{макс}} = (V_{\text{сети}} - V_{\text{смакс}}) / (2 \times I_{\text{общ}})$$

Где:

$V_{\text{сети}}$  — напряжение сети питания  
 $V_{\text{смакс}}$  — максимальное напряжение питания  
 $I_{\text{общ}}$  — общий ток потребления =  $I_m + I_v$   
 $I_m$  — максимальный ток потребления микросхемы  
 $I_v$  — ток потребления внешних компонентов

#### 3.2. Слежение за питанием

При включении напряжения схема отслеживает его уровень и исключает не контролируемые выходные импульсы запуска симистора. Кроме того все ключи внутри схемы (контроль фазы, регулировка предела нагрузки) устанавливаются в исходное положение, а конденсатор плавного пуска закорочен. Этим обеспечивается требуемое поведение схемы при старте всякий раз, когда включается питание или после коротких перерывов в подаче питания. Плавный пуск всегда начинается после включения питания. Такое поведение гарантирует плавный пуск мотора и автоматически обеспечивает оптимальное время пуска.

#### 3.3. Управление фазой

Фазовый угол напряжения сети при котором происходит запуск внешнего симистора определяется сравнением величины пилообразного напряжения V3, которое автоматически синхронизируется с напряжением сети детектором напряжения, с установленным на входе управления (вывод 4). Наклон пилообразного напряжения определяется величиной конденсатора C и током его заряда I. Ток заряда можно менять резистором R на выводе 14. Максимальный фазовый угол  $\alpha_{\text{max}}$  также можно настроить с помощью R (при минимальном токе пилы угол также минимальный). См. рис.7-1.

Когда потенциал на выводе 3 достигает уровня на выводе 4 на выходе 16 формируется импульс напряжения, длительность которого определена величиной C ( $t_p = 9 \text{ мкс/нФ}$ ). Если управляющий симистор включился, то больше за этот полупериод сетевого напряжения запуск не производится. Если не включился, то следует следующий импульс запуска. Активный диапазон напряжений на выводе 4 относительно вывода 10 — от V8 до -1В. При V4 = V8 фазовый угол — максимальный ( $\alpha_{\text{max}}$ ). Минимальный фазовый угол ( $\alpha_{\text{min}}$ ) устанавливается при напряжении V4 > -1В.

#### 3.4. Автоматический перезапуск

Детектор тока следит за состоянием симистора после его запуска, измеряя напряжение на управляющем электроде. Если напряжение превышает в среднем 40 мВ, то считается, что симистор включен.



Если симистор выключился после запуска (что может произойти, например, если синусоидальный ток нагрузки пересекает нулевое значение или при плохом контакте щеток мотора), сразу же включается схема автоматического перезапуска с малой скважностью  $t_{pg}/t_p$  до тех пор, пока симистор не включится надежно.

### 3.5. Синхронизация по току

Синхронизация по току выполняет две функции:

- Слежение за током нагрузки после запуска. Если симистор снова выключился или вообще не включился включается автоматический перезапуск до тех пор, пока не включится симистор.
- Исключение включения симистора из-за индуктивной нагрузки. При работе на индуктивную нагрузку синхронизация по току не позволяет включать симистор на новой полуволне сетевого напряжения до тех пор, пока не закончится ток предыдущей полуволны, текущий в противоположную сторону.

Выше описанная синхронизация по току – специальная особенность AS7073A и AS7073M. Устройство определяет напряжение на импульсном выходе между управляющим электродом симистора и опорным. В результате отпадает необходимость в отдельном входе синхронизации.

### 3.6. Синхронизация по напряжению с компенсацией сетевого напряжения.

Детектор напряжения синхронизирует пилообразное напряжение с сетевым. Одновременно ток вывода 15, который зависит от сетевого напряжения формируется и выпрямляется внутри микросхемы. Этот ток разрешает автоматический перезапуск и одновременно присутствует на выводе 5. Для особых применений можно получить специальный эффект компенсации. Автоматический перезапуск и компенсация напряжения сети не работают до тех пор, пока напряжение между выводами 15 и 10  $|V_{15-10}|$  не достигнет 8 В. Резистор  $R_{sync}$  определяет ширину «нулевой» зоны сетевого напряжения, ток синхронизации и вытекающий ток компенсации сетевого напряжения.

Если компенсация сетевого напряжения и автоматический перезапуск не требуются, обе функции можно отключить ограничив напряжение  $|V_{15-10}|$  величиной меньше 7В, как показано на рис.3.1.

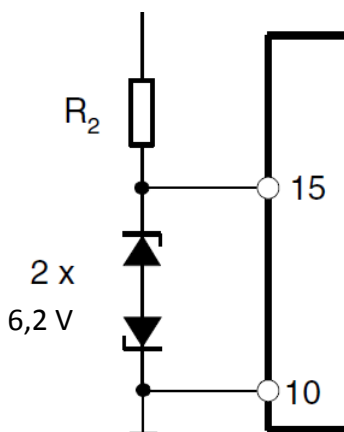


Рис. 3.1 Подавление компенсации сетевого напряжения и автоматического перезапуска.

### 3.7. Компенсация тока нагрузки

Ток нагрузки постоянно измеряется микросхемой как падение напряжения на резисторе R6. Использование обеих полуволн тока нагрузки позволяет быстро реагировать на его изменение. Падение напряжения на резисторе R6 создает разные входные токи на выводах 1 и 2. Эта разница управляет внутренним источником тока, который создает положительный ток на выводах 5 и 6. Выходной ток на выводе 5 состоит из разницы между током детектора тока нагрузки и током компенсации сетевого напряжения. См. рис.1.2.



Этот ток создает в сочетании с импедансом цепи, подключенной к выводу 4 создает напряжение. Ток, вытекающий с вывода 5, через резистор R10 модулирует это напряжение. Увеличение сетевого напряжения увеличивает фазовый угол включения симистора, а увеличение тока нагрузки уменьшает его. Это исключает уменьшение оборотов двигателя при увеличении нагрузки, а также увеличение оборотов при повышении напряжения сети.

### 3.8. Ограничение тока двигателя

Ток пропорциональный току двигателя выходит с вывода 6. Он создает падение напряжения на резисторе. Когда потенциал на выводе 6 достигает  $V_{T70}$  (70% от максимального), т.е. около 4.35 В, он переключает компаратор высокого тока нагрузки и открывает ключ между выводами 11 и 12. Если между ними поставить светодиод, то можно организовать индикацию высокой нагрузки.

Если потенциал на выводе 6 превысит 6.2 В ( $V_{T100}$ ), то включается компаратор перегрузки. Дальнейшее поведение схемы программируется подключением вывода 9 (выбор режима).

#### 3.8.1. Выбор режима

а)  $I_{\text{макс}} (V_9=0)$

В этом режиме работы после того, как  $V_6$  достигнет  $V_{T100}$ , вывод 13 подключается к  $-V_s$  (вывод 11), а вывод 6 к GND (вывод 10). Таким образом, конденсатор плавного пуска закорочен, а фазовый угол переключается на максимальное значение  $I_{\text{макс}}$ . Это положение сохраняется до тех пор, пока двигатель не выключен. При последующем включении двигатель работает с плавным пуском. При этом режиме работы можно уменьшить фазовый угол управления  $I_{\text{макс}}$ , подключив последовательный резистор между выводами 13 и 14.

б) Автоматический пуск (вывод 9 не подключен, рис. 7.8).

Поведение схемы такое же, как описано выше, за исключением вывода 6, который не подсоединяется к GND. Если напряжение на выводе 6 уменьшится до  $V_{T25}$  (25% от максимального) схема снова включается с плавным пуском.

в)  $I_{\text{макс}} (V_9=V_8)$ , рис. 7.10.

Когда  $V_6$  достигает порога максимальной перегрузки  $V_{T100}$ , вывод 13 подключается к выводу 8

### 3.9. Отличия в формировании линейно изменяющегося напряжения в AS7073A и AS7073M

В начале каждого полупериода сетевого напряжения микросхема начинает формировать линейно изменяющееся напряжение на выводе 3, рис 3.2. Это напряжение сравнивается с медленно меняющимся напряжением на выводе 4. В момент равенства формируется импульс запуска симистора. Время от момента, когда сетевое напряжение равно нулю до импульса определяет фазовый угол. В микросхеме AS7073A ток заряда постоянный, поэтому напряжение на выводе 3 изменяется строго линейно. В микросхеме AS7073M к току заряда добавляется 1/63 от тока компенсации напряжения сети. Это позволяет увеличить скорость пилообразного напряжения в середине полупериода напряжения сети. Середина полупериода – это режим, в котором, как правило, двигатель работает на холостом ходу. Благодаря такой особенности микросхема AS7073M позволяет получить более стабильное значение оборотов холостого хода.



#### 4. Предельно-допустимые параметры

Параметры	Вывод	Обозначение	Величина	Единица
Втекающий ток	11	-IS	30	mA
$t \leq 10 \mu s$	11	-is	100	mA
Ток синхронизации	15	$\pm I_{syncV}$	5	mA
$t \leq 10 \mu s$	15	$\pm I_{syncV}$	5	mA
<b>Контроль фазы</b>				
Входное напряжение	4, 8	-VI	0 - V8	V
Входной ток	4	$\pm I_I$	500	$\mu A$
Ток заряда	14	$-I_{jt} \max$	0.5	mA
<b>Плавный пуск</b>				
Входное напряжение	7, 8	-VI	0 - V8	V
<b>Импульсный выход</b>				
Выходное напряжение	16	+VI -VI	2 V11	V
<b>Источник опорного напряжения</b>				
Выходное напряжение	8	IO	10	mA
$t \leq 10 \mu s$	8	IO	30	mA
<b>Входы датчика тока нагрузки</b>				
Входной ток	1, 2	$\pm I_i$	1	mA
Входное напряжение	5, 6	-Vi	0 - V8	V
Выход перегрузки	13	IL	1	mA
Выход высокой нагрузки	12	IL	30	mA
$t \leq 10 \mu s$	12	IL	100	mA
Температура хранения		Tstg	-40 до +125	$^{\circ}C$
Температура кристалла		Tj	125	$^{\circ}C$
Температура окружающей среды		Tamb	-10 до +100	$^{\circ}C$
Тепловое сопротивление кристалл – окружающая среда		RthJA	120	K/W



## 5. Основные электрические параметры

Параметры	Условия	Вывод	Обозн.	Мин.	Тип.	Макс.	Ед.
<b>Питание</b> 11							
Напряжение стабилизации	-IS = 3.5 mA -IS = 30 mA		-VS -VS	14.5 14.6		16.5 16.8	V V
Собственный ток потребления	-VS = 13.0 V	1, 2, 8 и 15 обрыв	-IS			3.9	mA
<b>Источник опорного напряжения</b> 8							
Опорное напряжение	IL = 10 $\mu$ A IL = 2.5 mA		-VRef -VRef	8.6 8.4	8.9 8.8	9.2 9.1	V V
Температурный коэффициент	IS = 2.5 mA IS = 10 $\mu$ A		TCVRef TCVRef		-0.004 +0.006		%/K %/K
<b>Слежение за питанием</b> 11							
Порог срабатывания			-VSon		11.3	12.3	V
<b>Синхронизация фазы</b> 15							
Входной ток	Синхронизация по напряжению.		$\pm$ IsyncV	0.15		2	mA
Ограничение напряжения	$\pm$ IL = 2 mA		$\pm$ VsyncV	8.0	8.5	9.0	V
Входной ток	Синхронизация по току.	16	$\pm$ Isyncl	3		30	$\mu$ A
<b>Опорный генератор линейно изменяющегося напряжения, рис.7-1</b>							
Ток заряда		14	-I $\phi$	1		100	$\mu$ A
Начальное напряжение		3	-Vmax	1.85	1.95	2.05	V
Температурный коэффициент начального напряжения		3	TCR		-0.003		%/K
Конечное напряжение		3	-Vmin	(V8 $\pm$ 200 mV)			
R $\phi$ - опорное напряжение	I $\phi$ = 10 $\mu$ A	11, 14	VR $\phi$	0.96	1.02	1.10	V
Температурный коэффициент	I $\phi$ = 10 $\mu$ A I $\phi$ = 1 $\mu$ A	14	TCVR $\phi$ TCVR $\phi$		0.03 0.06		%/K %/K
Импульсный выходной ток	V16 = -1.2 V, рис.7.2	16	I0	100	125	150	mA
Длительность выходного импульса	VS = Vlimit, C3 = 3.3 nF, рис.7.3	16	tp		30		$\mu$ s
<b>Автоматический перезапуск</b>							
Скважность	I15 $\geq$ 150 $\mu$ A		tpp	3	5	7.5	tp
Напряжение порога		16	$\pm$ VI	20		60	mV
<b>Плавный пуск, рис.7.4 и 7.5</b> 7							
Начальный ток	V7 = V8		-I0	5	10	15	$\mu$ A
Конечный ток	V7-10 = -1V		-I0	15	25	40	$\mu$ A
Ток разряда			+I0	0.5			mA
Выходной ток			+I0	0.2		2	mA
<b>Компенсация сетевого напряжения, рис.7.6</b> 15							
Коэффициент передачи	I15/I5, (1 и 2 обрыв)	15/5	Gi	14	17	20	
Выходной ток смещения	V(R6) = V15 = V5 = 0		$\pm$ I0			2	$\mu$ A



Параметры	Условия	Вывод	Обозн.	Мин.	Тип.	Макс.	Ед.
<b>Детектор тока нагрузки, R1=R2 = 3 kΩ, V15= 0, V5 = V6= V8, рис. 7.7</b>							
Коэффициент передачи	I5/150 mV, I6/150 mV		GI	0.28	0.32	0.37	μA/mV
Смещение выходного тока		5, 6, 7, 8	-I0	0	3	6	μA
Опорное напряжение	I1, I2= 100 μA	1, 2	-VRef	300		400	mV
Амплитуда напряжения на датчике	Рис. 6.1		±V(R6)			250	mV
<b>Ограничение тока нагрузки 6,7,8</b>							
Порог высокой нагрузки	Порог VT70, рис.7.9		VT70	4	4.35	4.7	V
Порог перегрузки	Порог VT100, рис.7.10, рис.7.11		VT100	5.8	6.2	6.6	V
Порог повторного пуска	Порог VT25, рис.7.8		VT25	1.25	1.55	1.85	V
Входной ток	V9 =V8 или V9 - обрыв	6	Ii			1	μA
Выходное сопротивление	V9 = 0	6	R0	2	4	8	kΩ
<b>Вход программирования, Рис. 6.1 9</b>							
Входное напряжение автостарт		9 - обрыв	-V9	3.8	4.3	4.7	V
Входной ток	V9 = 0 (αmax)		-I9	5	10	20	μA
	V9 = V8(I <sub>max</sub> )		I9	5	10	20	μA
<b>Выход высокой нагрузки, VT70, рис.7.9, I12= -3mA 11,12</b>							
Напряжение насыщения	V6-8 ≤VT70		Vsat	0.5	0.75	1.0	V
	V6-8 ≥VT70		Vlim	7.0	7.4	7.8	V
<b>Выход перегрузки, VT100, V9= Open or V9= V10, рис.7.10</b>							
Ток утечки	V6-8 ≤VT25, V13 = (V11+1)V	13	I <sub>lkg</sub>			1	μA
Напряжение насыщения	V6-8 ≥VT100, I13 = 10 μA	11, 12, 13	Vsat			0.1	V
Максимальный выходной ток	V9= V8, рис.7.10	13	I13			1	mA
Ток утечки	V6 ≤VT100	13	I <sub>lkg</sub>			4	μA
Выходное сопротивление	Открытый коллектор, V6 ≥VT100	13	R0	2	4	8	kΩ
Напряжение насыщения	V6-8 ≥VT100, I13 = 10 μA	13	V13-8		100		mV





## 6. Схема включения.

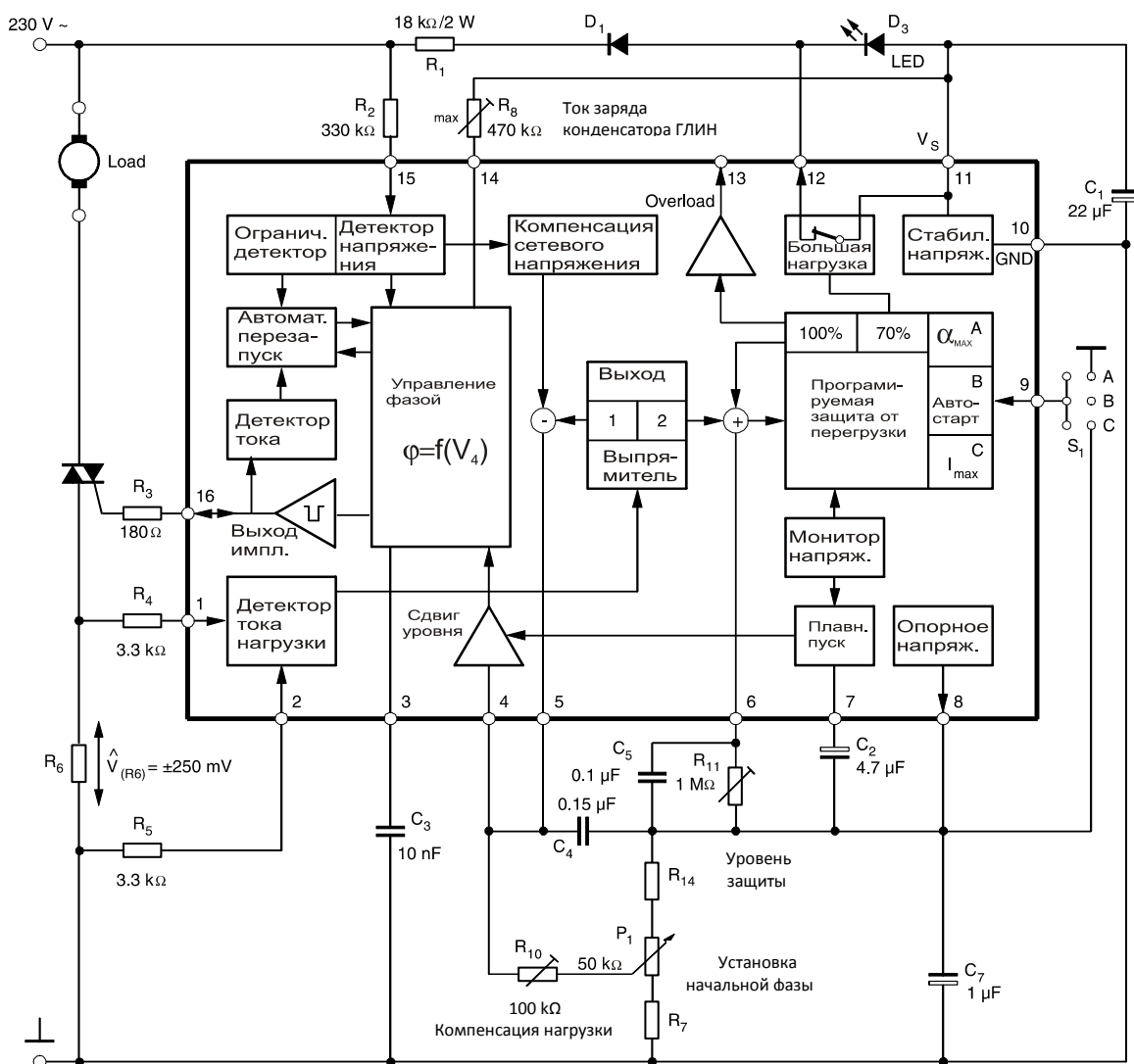
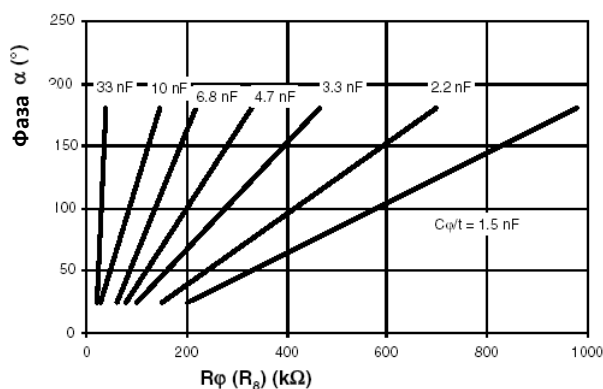


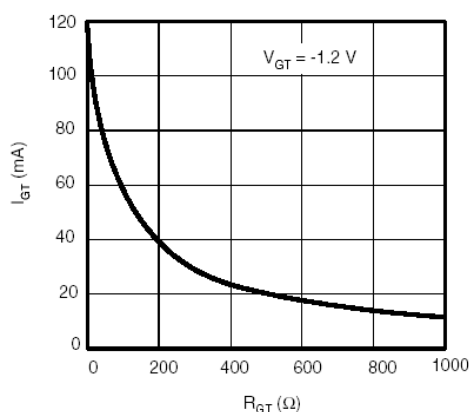
Рис.6.1



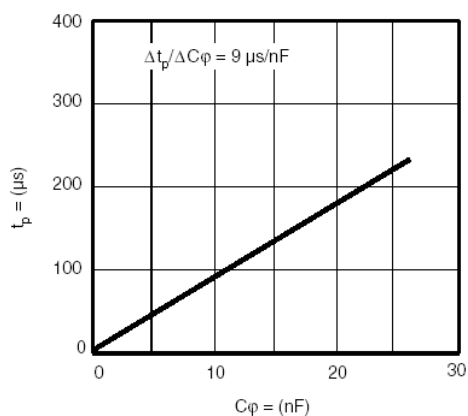
## 7. Основные зависимости.



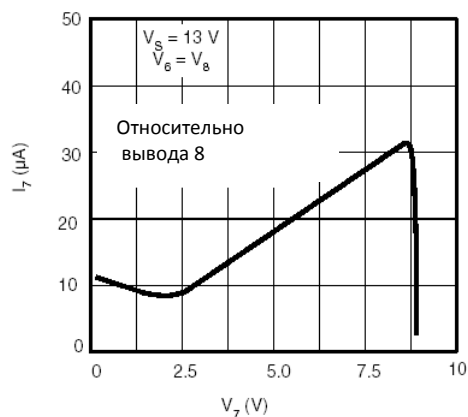
7.1. Зависимость фазового угла от элементов, задающих скорость генератора линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН)



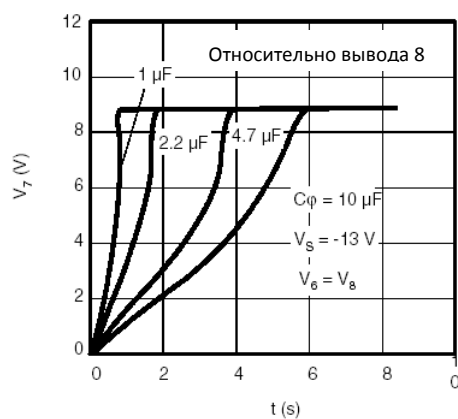
7.2. Зависимость тока управления симистором от резистора на выходе микросхемы



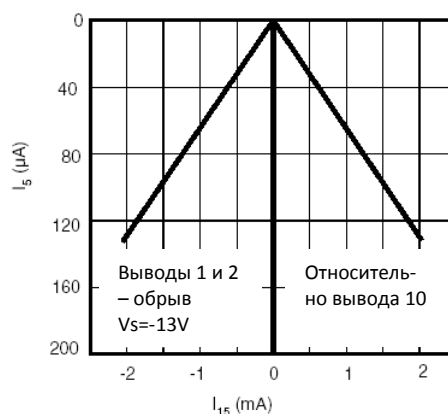
7.3. Зависимость длительности импульса запуска симистора от емкости ГЛИН



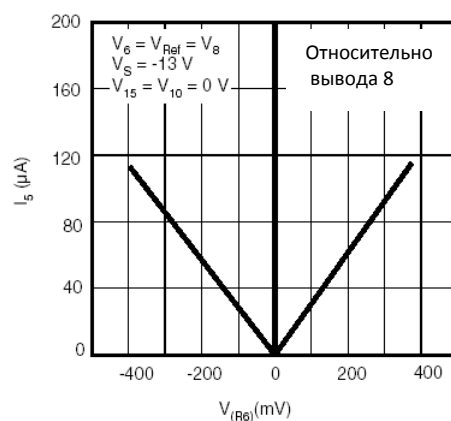
7.4. Зависимость тока заряда конденсатора плавного пуска от напряжения на нем



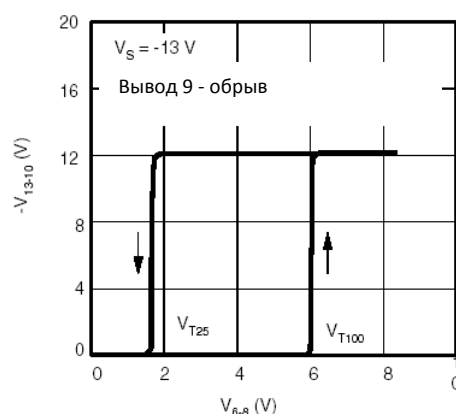
7.5. Характеристика плавного пуска



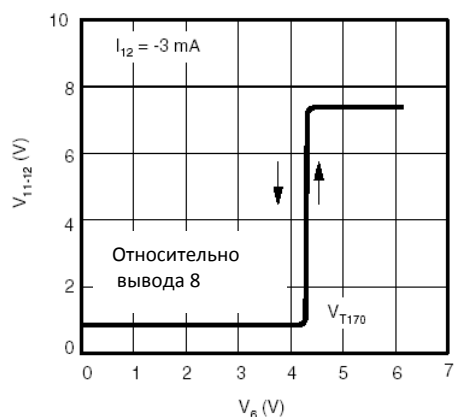
7.6. Передаточная функция цепи компенсации сетевого напряжения



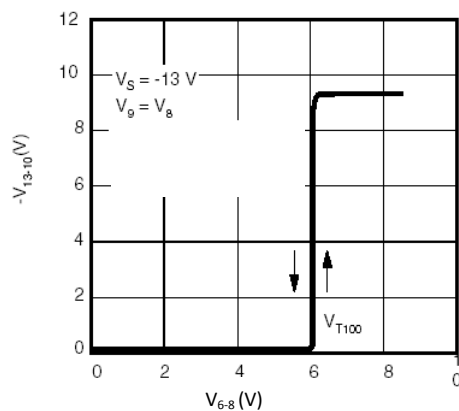
7.7. Передаточная функция детектора тока нагрузки ( $R_1=R_2=3k$ )



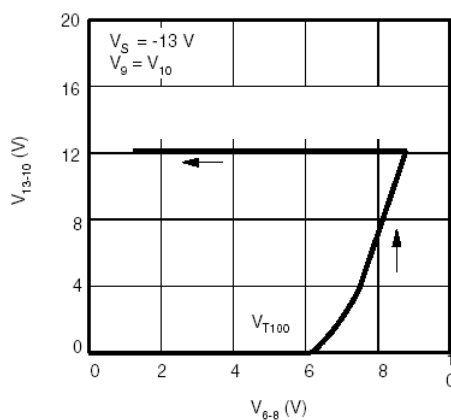
7.8. Напряжение на выводе индикации перегрузки в режиме автоматического пуска



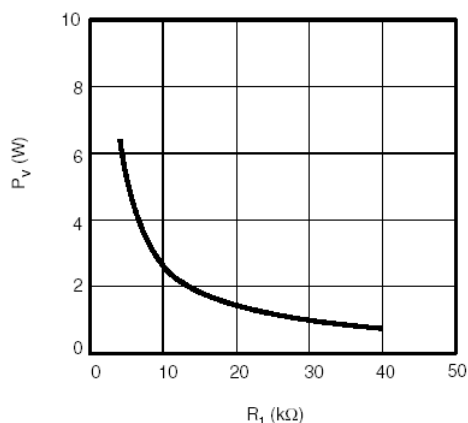
7.9. Напряжение на выводе индикации высокой нагрузки



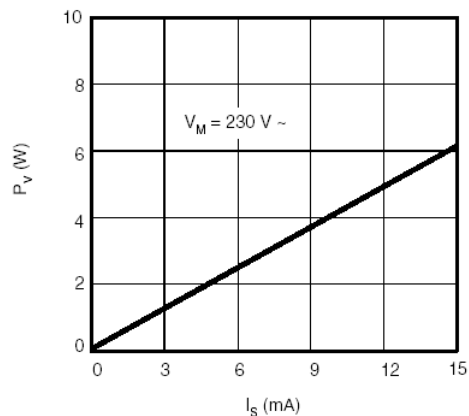
7.10. Напряжение на выводе индикации перегрузки в режиме  $I_{\text{макс}}$  ( $V_9=V_8$ )



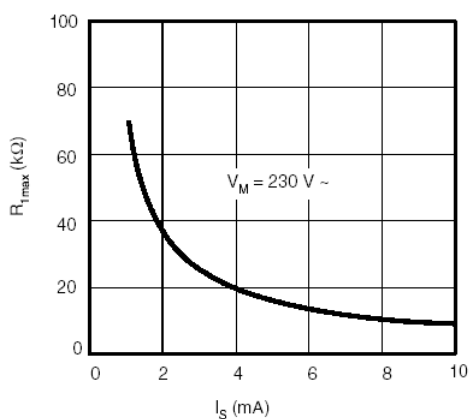
7.11. Напряжение на выводе индикации перегрузки в режиме  $I_{\text{макс}}$  ( $V_9=0$ )



7.12. Зависимость рассеиваемой мощности резистора R1 от его величины



7.13. Мощность, рассеиваемая R1, в зависимости от тока потребления



7.14. Величина R1 в зависимости от требуемого тока потребления



8. Схема блока управления двигателем дрели со стабилизацией тока холостого хода, плавным пуском и защитой от перегрузки

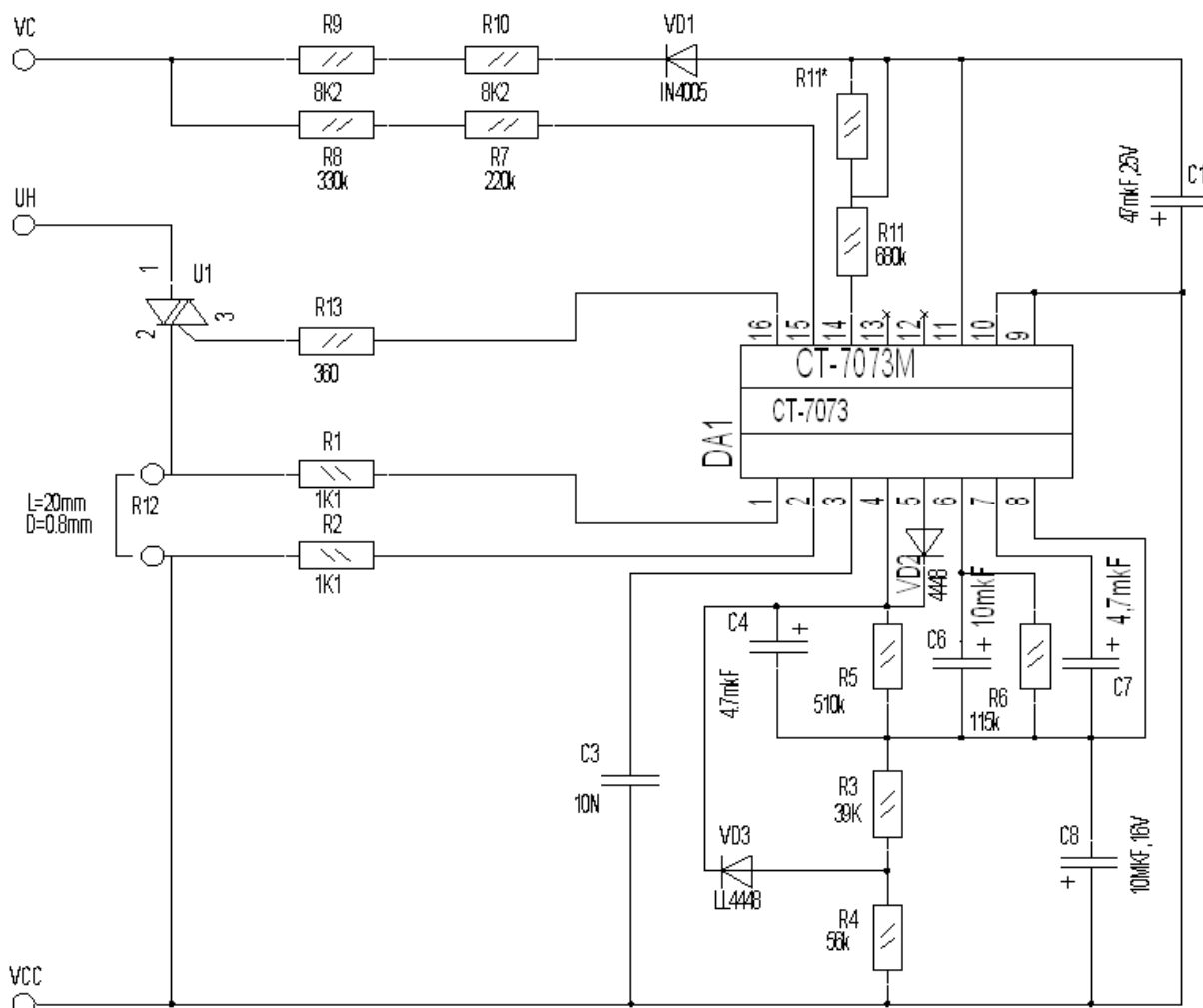
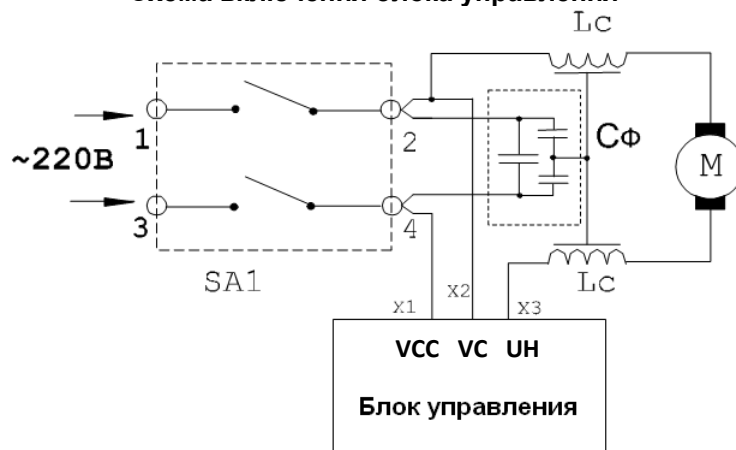


Схема включения блока управления





### 9. Размеры корпуса (мм)

