



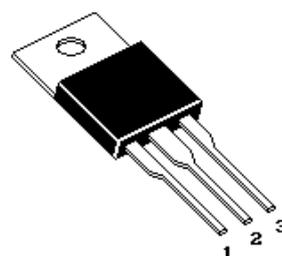
## ТРЕХВЫВОДНОЙ СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ С НИЗКИМ ПРОХОДНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ

### I. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ИС.

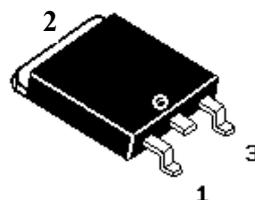
#### ОСОБЕННОСТИ

- Ток нагрузки до 1 А.
- Нестабильность напряжения на выходе не более  $\pm 1,5\%$ .
- Минимальное падение напряжения вход - выход 1,0 В (типовое) при токе нагрузки 1 А.
- Защита от короткого замыкания.
- Тепловая защита.
- Аналог - CS5201-xx.

K1156EH6Px, корпус TO-220



K1156EH6Tx, корпус TO-263



#### ОПИСАНИЕ ВЫВОДОВ

Номер вывода	Обозначение	Назначение вывода
1	GND	Общий
2	OUT	Выход
3	INP	Вход

#### ТИПОНОМИНАЛЫ

Типономинал	Номинальное выходное напряжение, U <sub>o</sub> (В)
K1156EH6PA, K1156EH6TA	3.3
K1156EH6PB, K1156EH6TB	2.5
K1156EH6PB, K1156EH6TB	1.8
K1156EH6PG, K1156EH6TG	1.5

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА

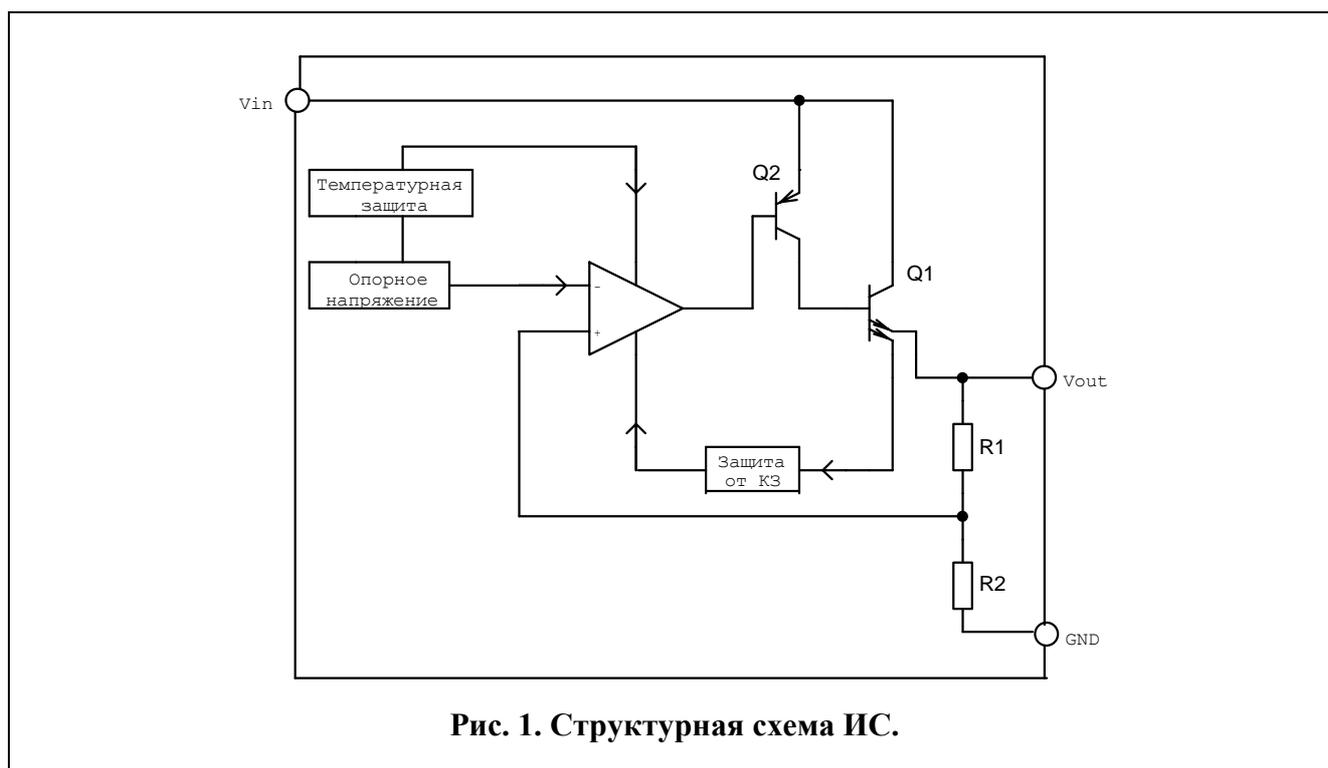


Рис. 1. Структурная схема ИС.

## ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

Серия стабилизаторов с фиксированным положительным напряжением K1156ЕН6xx разработана, чтобы обеспечить стабилизацию для токов до 1.0 А с более высокой эффективностью, чем у доступных в настоящее время устройств. Вся схемотехника разработана так, чтобы обеспечить работу при разности напряжений вход-выход до 1 В, причем падение напряжения полностью является функцией тока нагрузки. Максимальное значение падения напряжения равно 1.2 В гарантируется при максимальном выходном токе, при более низких токах нагрузки оно уменьшается. Это достигнуто применением составного PNP-NPN выходного транзистора. Встроенная подстройка позволяет регулировать опорное напряжение с точностью до 1%. Величина ограничения тока также подстраивается на стадии изготовления, уменьшая последствия перегрузки как на стабилизаторе, так и на схеме источника питания. Стабилизаторы

K1156ЕН6xx достаточно удобны и имеют все функции защиты, необходимые в высокоточных стабилизаторах напряжения. Они имеют: защиту от короткого замыкания, защиту от выхода из области безопасной работы, а также тепловую защиту, которая выключает стабилизатор при температуре, превышающей 150°C. Для стабильной работы стабилизатора необходимо обязательное подключение на выходе микросхемы конденсатора 10 мкф (min); однако, обычно используют конденсатор большего номинала. В отличие от стабилизаторов с регулирующими р-п-р транзисторами, где до 10 % выходного тока тратится впустую в качестве потребляемого тока, потребляемый ток K1156ЕН6П течет через нагрузку, увеличивая эффективность (КПД). Микросхемы серии K1156ЕН6xx являются аналогом микросхем CS5201-xx, совместимы с линейными стабилизаторами LT1086-xx.

**II. ПАРАМЕТРЫ ИС.****МАКСИМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ РЕЖИМОВ**

Условное обозначение	Наименование параметра	Значение
$U_i \max$	Напряжение входное постоянное	7 В
$I_o \max$	Выходной ток	Ограничено внутренней схемой защиты

**ТЕПЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Условное обозначение	Наименование параметра	Значение
$R_{t_{JC}}$	Тепловое сопротивление кристалл-корпус	5 °C/Вт
$R_{t_{JA}}$	Тепловое сопротивление кристалл-среда	60 °C/Вт
$T_a$	Рабочий диапазон температур	-40.....+85°C
$T_j$	Максимальная температура кристалла	+150°C

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

При  $U_o+2.0V \leq U_i \leq 7.0V$ ,  $C1=10\mu F$ ,  $C2=22\mu F$ ,  $T_j = +25^\circ C$ , если не указано другое.

Условное обозначение	Наименование параметра	Режимы	Норма		Единицы измер.
			не менее	не более	
$U_o$	Выходное напряжение К1156ЕН6хА	$3 V \leq U_i \leq 7 V$ , $10 < I_o < 1000 \text{ mA}$	1,48	1.52	В
	К1156ЕН6хБ	$3.3 V \leq U_i \leq 7 V$ , $10 < I_o < 1000 \text{ mA}$	1.78	1.82	
	К1156ЕН6хВ	$4 V \leq U_i \leq 7 V$ , $10 < I_o < 1000 \text{ mA}$	2.46	2.54	
	К1156ЕН6хГ	$4.8 V \leq U_i \leq 7 V$ , $10 < I_o < 1000 \text{ mA}$	3.25	3.35	
$K_u$	Нестабильность по напряжению	$U_o+2.0 \leq U_i \leq 7 V$ , $I_o=10\text{mA}$		0.2	%
$K_i$	Нестабильность по току	$10 < I_o < 1000 \text{ mA}$ , $U_i-U_o=2.0 V$		0.4	%
$U_{pd \min}$	Минимальное падение напряжения	$I_o=1.0 A$		1.2	В
$I_{sc}$	Ток потребления	$I_o=10\text{mA}$		10	мА

**СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ С НИЗКИМ ПРОХОДНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ K1156EN6xx**

Условное обозначение	Наименование параметра	Режимы	Норма		Единицы измер.
			не менее	не более	
Ios	Ток короткого замыкания	$U_i - U_o = 3.0 \text{ В}$	1.1	4.0	А

### III. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ.

#### ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ

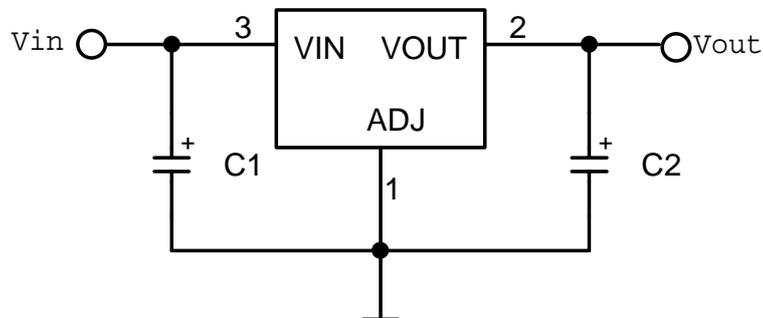


Рис. 2. Типовая схема включения ИС.  
 $C1 = 10 \text{ мкФ}$ ;  $C2 = 22 \text{ мкФ}$ .

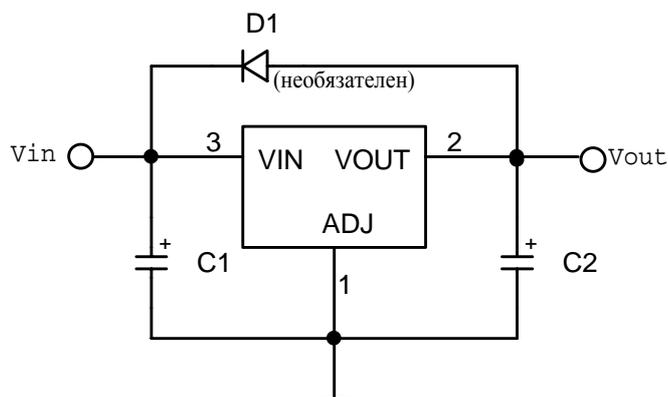


Рис. 3. Схема включения защитного диода.

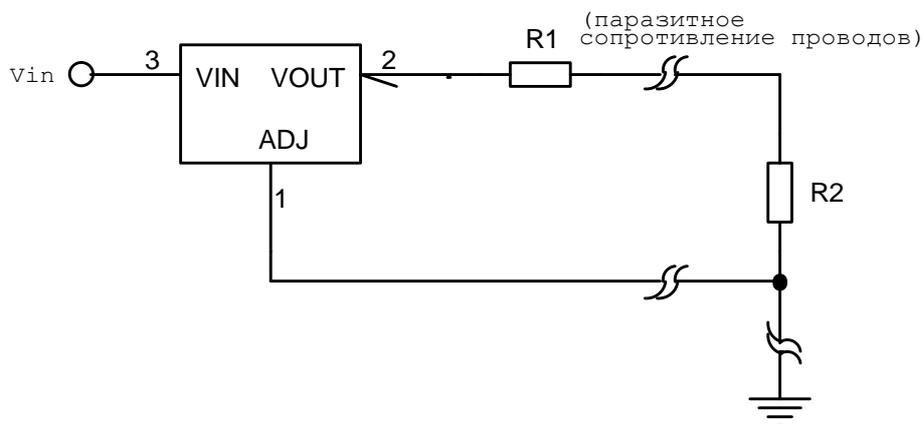


Рис. 4. Схема включения с повышенной точностью регулирования.  
 $R2$  - сопротивление нагрузки

## **СТАБИЛЬНОСТЬ**

Конструирование схемы, с применением приборов серии K1156EN6xx требует использования конденсатора на выходе для компенсации частотных характеристик устройства. Для всех эксплуатационных режимов подключение к выходу дополнительного электролитического алюминиевого конденсатора емкостью 150 мкф, или танталового конденсатора емкостью 22 мкф гарантирует стабильность. Обычно на выходе многих стабилизаторов используются конденсаторы величиной порядка 100 мкф, чтобы гарантировать хорошую переходную характеристику при больших изменениях тока нагрузки. Емкость конденсатора на выходе может быть увеличена беспрельдно, и при больших значениях улучшаются стабильность и переходная характеристика стабилизаторов серии K1156EN6xx.

Другая проблема, которая может возникать в монолитных интегральных стабилизаторах — генерация, связанная с работой схемы ограничения выходного тока. Это может происходить потому, что, при ограничении выходного тока, схема защиты от выхода из области безопасной работы создает на выходе отрицательный импеданс.

Схема защиты от выхода из области безопасной работы уменьшает ограничение выходного тока, так как увеличивается напряжение вход-выход. Это эквивалентно наличию отрицательного сопротивления, так как увеличение напряжения вызывает уменьшение тока. Наличие отрицательного сопротивления во время действия схемы ограничения выходного тока не является уникальным свойством серии K1156EN6xx, оно присутствует у всех мощных интегральных стабилизаторов. Величина отрицательного сопротивления — функция того, как быстро уменьшается выходной ток и как увеличивается напряжение вход/выход. Это отрицательное сопротивление может взаимодействовать с емкостями или индуктивностями на входе, вызывая генерацию во время действия схемы ограничения выходного тока. В зависимости от значения последовательного сопротивления, полная схема источника питания может оказаться нестабильной. Эта проблема схемотехники не обязательно легко разрешима; однако она не вызывает никаких проблем, связанных с работой микросхемы стабилизатора, и обычно игнорируется

## **КОНДЕНСАТОРЫ ОБРАМЛЕНИЯ**

Для обеспечения устойчивой работы микросхем серии во всем диапазоне допустимых значений входного напряжения и выходного тока необходимо применять навесные конденсаторы. Монтаж этих конденсаторов должен выполняться предельно короткими проводниками и, по возможности, непосредственно рядом с соответствующими выводами стабилизатора.

Высокочастотные характеристики электролитических конденсаторов очень зависят от их типа. Например, если для устойчивости стабилизатора требуется алюминиевый электролитический конденсатор, используемый в большинстве прикладных схем, емкостью 100 мкФ, то такой же коэффициент стабилизации может быть получен

с танталовым электролитическим конденсатором емкостью всего 22 мкФ.

Другая критическая характеристика электролитических конденсаторов - их рабочий диапазон температур. У большинства алюминиевых конденсаторов электролит замерзает уже при температуре  $-30^{\circ}\text{C}$ . В результате эффективная емкость падает до нуля. Для обеспечения устойчивой работы стабилизатора и повышения устойчивости выходного напряжения при более низком уровне температуры окружающей среды необходимо применение специальных конденсаторов (например, танталовых). В то же время в применениях, где температура окружающей среды стабилизатора не будет меньше  $25^{\circ}\text{C}$ , выходной конденсатор может

быть уменьшен приблизительно в два раза от значения, необходимого для полного температурного диапазона.

Поскольку характеристики конденсаторов заметно варьируются в зависимости от торговой марки и качества конкретно поставляемой партии конденсаторов, рекомендуется проводить их дополнительные испытания с тем, чтобы получить реальную оценку минимального значения емкости конденсатора, которое можно применять в

конкретной схеме включения стабилизатора.

Критичным для такой оценки является режим работы схемы при минимальной температуре кристалла и окружающей среды одновременно с максимально возможным током нагрузки. Найденное значение емкости должно быть удвоено, чтобы учесть производственный разброс параметров конденсаторов и стабилизаторов.

## **ЗАЩИТНЫЕ ДИОДЫ**

---

При нормальной работе приборы K1156ЕН6хх не нуждаются ни в каких защитных диодах. Внутренний диод между выводами входа и выхода может выдержать в течение микросекунды токи от 50 до 100А. Даже с большими емкостями на выходе очень трудно получить такие значения токов при нормальной работе. Только при высоких значениях емкости конденсатора на выходе, типа 1000...5000 мкф, и при мгнов-

енном закорачивании входа на землю могут произойти повреждения, и тогда рекомендуется включать диод между выходом и входом. В этом случае рекомендуется подсоединять стабилизатор, как показано на рис.3. Нормальные циклы работы источника питания или даже подключения и отключения от работающей системы не будут производить ток, достаточно большой, чтобы вызвать какое-нибудь повреждение.

## **НЕСТАБИЛЬНОСТЬ ПО ТОКУ**

---

Так как K1156ЕН6хх - 3-х выводной стабилизатор, невозможно обеспечить истинную стабилизацию на удаленной нагрузке. Нестабильность по току будет увеличена сопротивлением проводников, соединяющих стабилизатор и нагрузку. Данные в спецификациях для нестабильности по току

измеряются на выводах корпуса. Хотя это может быть не очевидно сразу, лучшее значение нестабильности по току получается, когда "общий" вывод стабилизатора связан непосредственно с нагрузкой. Это иллюстрируется на рис. 4.

## **ЗАЩИТА ПО ТОКУ**

---

В случае короткого замыкания выхода стабилизаторе, выходной ток ограничивается на его максимальном значении. Специальная схема воздействует на базу

выходного транзистора, предотвращая увеличение тока выше установленного значения.

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОСЛЕ ПЕРЕГРУЗКИ**

---

Подобно любому из интегральных стабилизаторов, микросхема K1156ЕН6хх имеет защиту от выхода из области безопасной работы. Схема защиты от выхода из

области безопасной работы уменьшает ограничение тока, поскольку напряжение вход-выход увеличивается и сохраняет мощный транзистор внутри области безопасной работы при всех значениях напря-

жения вход/выход. В приборе K1156EN6xx защита разработана так, чтобы обеспечить некоторый выходной ток при всех значениях напряжения вход-выход до поломки устройства.

При включении питания, поскольку входное напряжение растет, выходное напряжение следует за входным, позволяя запустить стабилизатор с очень большими нагрузками. Во время запуска, хотя выходное напряжение повышается, разность напряжений вход-выход остается маленькой, позволяя стабилизатору пропускать большие выходные токи. При высоких входных напряжениях появляется проблема заключающаяся в том, что прекращение режима короткого замыкания на выходе не вызывает появ-

ления выходного напряжения. Более старые стабилизаторы, типа серии 78xx, также обнаруживают такое свойство, так что это не уникально для K1156EN6xx.

Проблема наступает при большой нагрузке, когда входное напряжение велико, а выходное напряжение мало, в момент после прекращения режима короткого замыкания на выходе. Линия нагрузки при этом может пересекать кривую выходного тока в двух точках. Если это случится, получатся две устойчивых рабочих точки для стабилизатора. В таких случаях напряжение на входе источника питания должно быть снижено до нуля и поднято снова, чтобы получить нормальное значение выходного напряжения.

## ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА

Для повышения надежности работы стабилизатора во всех режимах работы в состав микросхемы введена схема тепловой защиты. При достижении температуры кристалла более +150°C происходит полное вы-

ключение стабилизатора на время, пока температура кристалла не опустится ниже +150°C.

## ОЦЕНКА ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Рассеиваемая мощность стабилизатора при максимальном входном напряжении и максимальном токе нагрузки равна

$$P_D(\max) = (U_I - U_O) \cdot I_O(\max) + U_I \cdot I_C \quad (1)$$

Хотя внутреннее рассеивание мощности ограничено встроенными схемами защиты, температура кристалла должна сохраняться ниже указанного максимального значения (+150°C). При вычислении максимальной температуры кристалла и расчете радиатора следует использовать значения, приведенные в разделе "Тепловые характеристики".

$$P_D = \frac{T_j(\max) - T_A}{R_{tJA}} \quad (2)$$

Для оценки влияния конструкции прибора на тепловые характеристики, рассмотрим тепловые потоки в корпусе T0-220 (КТ-28-2).

В этом корпусе кристалл крепится непосредственно к теплоотводу и заливает-

ся пластмассовым компаундом. Поэтому имеется несколько параллельных тепловых потоков от кристалла к окружающей среде. Основной поток - от кристалла к теплоотводу, от теплоотвода до окружающей среды. Другие: - от кристалла до окружающей среды через вывода; - от кристалла до окружающей среды через пластмассовый корпус. Последний путь для упрощения расчетов не будем рассматривать, так как изменить его тепловые характеристики проектировщиком весьма проблематично, и вклад в общее тепловое сопротивление достаточно мал.

Тепловую эквивалентную схему можно представить как последовательно-параллельное соединение тепловых сопротивлений. В этой модели источник тепловой энергии представлен как источник тока, тепловой поток аналогичен электрическому току, а температура - напряжению.  $T_j$  - температура кристалла, причем температура

кристалла считается постоянной. Таким образом, в этой модели общее тепловое сопротивление равно

$$Rt_{JA} = \frac{(Rt_{JC} + Rt_{CA}) \cdot (Rt_{JL} + Rt_{LA})}{Rt_{JC} + Rt_{CA} + Rt_{JL} + Rt_{LA}}$$

(3)

где:

$Rt_{JA}$  -тепловое сопротивление кристалл-окружающая среда;

$Rt_{JC}$  -тепловое сопротивление между кристаллом и корпусом (теплоотводом);

$Rt_{JL}$  -тепловое сопротивление между кристаллом и точкой, находящейся на выводах ниже корпуса стабилизатора на 1,5 мм;

$Rt_{CA}$  -тепловое сопротивление между теплоотводом и окружающей средой;

$Rt_{LA}$  -тепловое сопротивление между выводами и окружающей средой.

Тепловые потоки, связанные с величинами  $Rt_{JC}$  и  $Rt_{JL}$  находятся в пределах корпуса и не могут быть изменены пользователем. Однако, тепловые потоки, связанные с величинами  $Rt_{CA}$  и  $Rt_{LA}$  находятся вне корпуса и могут эффективно использоваться для управления общим тепловым сопротивлением и, следовательно, температурой кристалла.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИАТОРОВ**

---

Изменять значения двух внешних тепловых сопротивлений, доступных проектировщику схемы, можно с помощью выбора радиатора, наиболее приемлемого к конкретной ситуации.

Тепловое сопротивление кристалл - корпус определяется от кристалла до поверхности теплоотвода под кристаллом. Это - путь самого низкого сопротивления для потока тепла. Требуется хороший монтаж, чтобы гарантировать максимально возможный тепловой поток от этой области корпу-

са к радиатору. Настоятельно рекомендуется использовать теплопроводящие пасты.

В тех случаях, когда стабилизатор устанавливается непосредственно на плату, выгодно иметь максимально возможные размеры металла для мест пайки его выводов.

Дополнительное снижение общего теплового сопротивления может быть достигнуто уменьшением длины выводов от основания корпуса до монтажной платы.

ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ

		Миллиметры	
		Мин.	Мак.
<p style="text-align: center;"><b>Корпус ТО-220</b></p>	A	15.20	15.90
	B	10.25	10.65
	C	4.30	4.80
	D	0.60	1.15
	F	3.60	3.72
	G	2.30	2.70
	H	-	6.30
	J	0.55	1.10
	K	12.70	14.20
	L	1.15	1.70
	Q	2.60	3.00
	R	2.10	2.80
	S	1.10	1.37
	T	5.90	6.80

		Миллиметры	
		Мин.	Мак.
<p style="text-align: center;"><b>Корпус ТО-263</b></p>	A	8.64	9.65
	B	9.65	10.29
	C	4.06	4.83
	D	0.51	0.99
	E	1.14	1.40
	F	1.14	1.40
	J	0.46	0.74
	K	14.61	15.88
	L	2.54	
	M	0°	8°
	N	2.03	2.79
	S	1.27	1.78
	U	2.29	2.79
	V	1.02	1.40
Y	6.86	8.13	
Z	7.11	8.13	